

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»

На правах рукописи

Кузьминых Альберт Николаевич

**СИДЕРАЛЬНЫЕ ПАРЫ И СИСТЕМА СЕВООБОРОТОВ
ПРИ ОСВОЕНИИ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ
ВОЛГО-ВЯТСКОГО РЕГИОНА**

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство

Диссертация на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант: доктор
сельскохозяйственных наук
профессор Новоселов С.И.

Йошкар-Ола, 2018

Содержание

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	5
Глава I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	
1.1. Современное состояние и способы освоения залежных земель	12
1.2. Влияние сидерации на плодородие почвы, фитосанитарное состояние агроценозов, урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур	25
1.3. Эффективность видов и способов использования зеленых удобрений	61
Глава II. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	
2.1. Почвенные и климатические условия	70
2.2. Методика исследований	87
Глава III. СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ В ВОЛГО-ВЯТСКОМ РЕГИОНЕ И РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ	93
ГЛАВА IV. ВЛИЯНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ ПАРОВ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ, ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ И ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ РЖИ	
4.1. Рост и развитие озимой ржи	98
4.2. Водный и пищевой режимы почвы	100
4.3. Микробиологическая активность почвы	103
4.4. Фитосанитарное состояние посевов	105
4.5. Урожайность и качество зерна озимой ржи	107
Глава V. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СИДЕРАЛЬНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ	
5.1. Рост и развитие сидеральных культур	111
5.2. Водный и пищевой режимы почвы на посевах сидеральных культур	118
5.3. Урожайность сидеральных культур	120
5.4. Поступление элементов питания в почву с биологической	124

массой сидеральных культур	
5.5. Рост и развитие озимой ржи	129
5.6. Водный и пищевой режимы почвы на посевах озимой ржи	131
5.7. Микробиологическая активность почвы	135
5.8. Урожайность и качество зерна озимой ржи	136
Глава VI. ВЛИЯНИЕ НОРМ ВЫСЕВА ВИКИ И ОВСА В СМЕСИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО БИОЛОГИЧЕСКОЙ МАССЫ	
6.1. Рост и развитие растений	140
6.2. Водный и пищевой режимы почвы	142
6.3. Урожайность зеленой массы	143
6.4. Качество надземной биомассы	144
Глава VII. ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЦЕНОЗА ОЗИМОЙ РЖИ ПРИ ОСВОЕНИИ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ	
7.1. Засоренность посевов	147
7.2. Развитие и распространение болезней	149
7.3. Формирование фитопатогенного потенциала почвы	154
7.4. Микробиологическая активность почвы	161
Глава VIII. ВЛИЯНИЕ ВИДОВ ПАРА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ	
8.1. Рост и развитие озимой ржи	164
8.2. Водный и пищевой режимы почвы	167
8.3. Урожайность и структура урожая	171
8.4. Качество зерна озимой ржи	173
Глава IX. ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ПАРА И СИСТЕМЫ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СЕВООБОРОТЕ НА ЗАЛЕЖИ	
9.1. Засоренность агроценозов	176
9.2. Агрофизические свойства почвы	180
9.3. Агрохимические показатели плодородия почвы	185
9.4. Продуктивность полевых севооборотов	189

Глава X. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИДЕРАТОВ	
10.1. Энергетическая оценка	196
10.2. Экономическая оценка	201
ВЫВОДЫ	211
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	214
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	215
ПРИЛОЖЕНИЯ	245

ВВЕДЕНИЕ

Среди природных богатств планеты земельные ресурсы занимают особое место. Сельское хозяйство традиционно считается первоосновой Российского государства, его жизнеспособности и безопасности. Обеспечение населения продуктами питания в современных условиях является одной из главных проблем. В структуре питания человека на долю растениеводческих продуктов приходится в среднем 88 % энергии и около 70 % белка. И наибольший удельный вес в его продовольственном балансе занимают зерновые хлебные и крупяные культуры, удовлетворяющие большую часть ежедневной потребности в калориях (Жученко, 2008).

Россия относится к числу стран, наиболее обеспеченных земельными ресурсами. И от того как эффективно государство использует землю зависит его продовольственная безопасность, политическая стабильность и экономическая независимость.

До начала реформирования аграрного сектора Российская Федерация располагала пахотными угодьями составляющими 133-134 млн. га. Но начиная с 1992 г. сложилась и сохраняется устойчивая тенденция вывода из оборота пашни ранее засеваемых земель. Согласно официальным источникам в настоящее время в Российской Федерации выведено из оборота и не используется до 20 млн. га пашни. Наибольшее сокращение пахотных земель произошло в Нечерноземье, Нижнем Поволжье, юге Восточной Сибири и Приморье (Романенко и др., 2008). По состоянию на 01.01.2016 года площадь пашни Российской Федерации, по данным доклада министерства сельского хозяйства РФ, составляет 116,3 млн. га (Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2015 году, 2017).

Сельскохозяйственное использование земельно-ресурсного потенциала России и, в особенности, пахотных угодий, в настоящее время находится в кризисном состоянии. Имея большие запасы продуктивных земель мира, доля России в производстве сельскохозяйственной продукции находится на крайне низком уровне

(Козлов, Новиков, Машакин, 2015).

Мировой финансово-экономический кризис 2008-2012 гг. отодвинул на второй план предшествующий ему проблему обеспечения населения продовольствием. И по мере выхода мировой экономики из кризиса продовольственный кризис становится все более видимым, подтверждая известную истину, что аграрно-продовольственные кризисы предшествуют общеэкономическому и надолго задерживаются после него. Сегодня в мире нет государства, в котором сельскохозяйственное производство, распределение и внешняя торговля продовольствием не были бы приоритетной задачей правительства. Голод значительной части населения развивающихся стран является не только позором цивилизации, но и тормозом мирового развития, источником социальной и политической нестабильности в обширных регионах мира, что не может не сказаться на геополитической стабильности в целом (Плотников, Пузановский, 2013).

Переход к рыночным отношениям и реформирование сельского хозяйства Российской Федерации привели к тому, что значительную часть продовольствия страна стала импортировать из других государств. Россия в некоторой степени оказалась зависимой от импорта продовольствия – создалась угроза продовольственной безопасности страны. В настоящее время, связанное с санкционным давлением, продовольственная безопасность России приобрела еще большую актуальность.

В 2010 году президентом Российской Федерации была утверждена Доктрина продовольственной безопасности, в которой указано, сколько и чего страна должна производить к 2020 году. Одной из главных задач Доктрины является сокращение зависимости от импорта, и устойчивое развитие отечественного производства продовольствия и сырья. Согласно данного документа, страна должна себя обеспечивать зерном минимум на 95 %, картофелем – 95 %, растительным маслом – 80 %, сахаром – 80 %, мясом – 85 % и молоком – 90 % (Указ Президента РФ от 30 января 2010 г. N 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», 2010). Поэтому на современном этапе актуален вопрос эф-

фективного использования пашни и рекультивации залежных земель, как с позиций потребностей внутреннего рынка, так и с учетом роста спроса на сырье и продовольствие в мире.

Актуальность темы. В настоящее время одним из приоритетных направлений развития сельского хозяйства страны является рациональное использование обрабатываемых сельскохозяйственных земель и вовлечение в оборот залежных угодий. Выведенная ранее из хозяйственного оборота пашня обычно переходит в разряд бросовых земель – трансформируется в перелог и залежи, зарастает бурьянистой сорно-полевой растительностью, а некоторые – кустарниками и мелколесом. Залежи становятся резерваторами сорных растений, вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных культур. В современном аграрно-индустриальном обществе залежь может представлять экологическую и экономическую угрозу (Дзыбов, 2016; Черкасов, Сосов, Матохин, 2013).

Введение в оборот залежных земель требует обеспечения оптимальных для сельскохозяйственных культур агрофизических и агрохимических свойств почвы, благоприятного фитосанитарного состояния агроценозов, сохранения и повышения почвенного плодородия. Выполнение этих условий возможно при организации зональной системы земледелия, включающей введение научно-обоснованного севооборота, выбор оптимальной обработки почвы, разработку эффективной системы удобрения и защиты растений.

В современных условиях в связи с резким сокращением использования сельхозпредприятиями страны органических и минеральных удобрений, в условиях дороговизны техногенных ресурсов и ухудшающейся экологической обстановки все более актуальной становится проблема биологизации земледелия. Одним из главных средств биологизации земледелия является использование сидератов (Беленков, Зеленев, Амантаев, 2014; Шрамко, Вихорева, 2015).

Разработка и обоснование применения зеленых удобрений при освоении залежных земель для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и воспроизводства плодородия почвы являются актуальными задачами современного земледелия, в том числе и в условиях Востока Нечерноземной зоны. Результаты

исследований, проведенные в Марийском государственном университете, по изучению эффективности использования сидератов при освоении залежных земель представлены в данной работе.

Цель исследований – разработка системы освоения залежных земель на основе использования сидеральных паров и приемов возделывания полевых культур на дерново-подзолистой почве Волго-Вятского региона.

Задачи исследований:

1. Оценка современного состояния пахотных и залежных земель Волго-Вятского региона;
2. Исследовать влияние зеленого удобрения на микробиологическую активность почвы при освоении залежных земель;
3. Изучить влияние использования сидератов на агрофизические и агрохимические свойства почвы;
4. Определить влияние сидератов на фитосанитарное состояние агроценозов при освоении залежных земель;
5. Выявить влияние зеленых удобрений на урожайность и показатели качества сельскохозяйственных культур;
6. Оценка продуктивности севооборотов в зависимости от способов основной обработки почвы и применения удобрений;
7. Провести энергетическую и экономическую оценки эффективности использования сидератов при освоении залежных земель.

Научная новизна. Для условий дерново-подзолистой почвы Волго-Вятского региона на основе комплексных исследований научно обосновано использование сидератов при освоении залежных земель.

Установлено, что использование сидератов позволяет оптимизировать агрофизические свойства почвы, активизирует ее микробиологическую деятельность, обеспечивает снижение фитопатогенной нагрузки агроценозов, улучшает фитосанитарное состояние посевов сельскохозяйственных культур.

Определены сидеральные культуры, обеспечивающие в условиях региона

наилучшее фитосанитарное состояние агроценозов и максимальную продуктивность сельскохозяйственных культур.

Установлена высокая эффективность использования сидератов в стабилизации органического вещества почвы, повышении урожайности и улучшении качества продукции сельскохозяйственных культур.

Предложены модели формирования урожайности озимой ржи в зависимости от поступления в почву органического вещества, элементов минерального питания, микробиологической активности почвы и распространения на посевах корневых гнилей. Определены зависимости распространения болезней на посевах озимой ржи от поступления в почву органического вещества и микробиологической активности почвы.

Теоретическая и практическая значимость. Дано научно-практическое обоснование использования сидератов при освоении залежных земель. Полученные данные вносят существенный вклад в развитие теоретических представлений о влиянии зеленых удобрений на агрофизические и микробиологические свойства дерново-подзолистой почвы, условия питания сельскохозяйственных культур и формирование высокопродуктивных агроценозов. Результаты исследований значительно углубляют научное представление о влиянии сидератов на фунгистатические свойства почв и фитосанитарное состояние агроценозов.

Итоги проведенных исследований могут быть использованы при разработке и совершенствовании технологий возделывания сельскохозяйственных культур, позволяют прогнозировать формирование величины и качества урожая при использовании сидератов.

Результаты исследований внедрены в СПК СХА «Северная» Сернурского района Республики Марий Эл и используются в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет».

Методология и методы исследований. Методология исследований основана на анализе и обобщении известных достижений науки и передовой научно-технической информации, на принципах системного подхода к решению изучае-

мой проблемы. В работе использовались аналитически-обобщающий, экспериментальный (полевые опыты и лабораторные исследования почвенных и растительных образцов), статистический (математический анализ полученных результатов исследований), экономический и энергетический методы исследований.

Положения выносимые на защиту:

1. Современное состояние пахотных и залежных земель в Волго-Вятском регионе;
2. Фитосанитарная роль зеленых удобрений при освоении залежных земель;
3. Влияние сидератов на биологическую активность и агрофизические свойства почвы;
4. Продуктивность сельскохозяйственных культур при освоении залежных земель с использованием зеленого удобрения;
5. Использование сидератов при освоении залежных земель энергетически и экономически эффективно.

Степень достоверности и апробация работы. Результаты исследований подтверждаются достаточным объемом экспериментов, проведенными в 1998-2017 гг. на опытном поле и лабораториях Марийского государственного университета.

Материалы диссертации доложены и получили положительную оценку на всероссийской междисциплинарной научной конференции (Йошкар-Ола, 1997), научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения В.П. Мосолова (Йошкар-Ола, 1998), республиканской научно-практической конференции (Казань, 1998), региональных научно-практических конференциях (Йошкар-Ола, 2000-2004), межрегиональных научно-практических конференциях (Йошкар-Ола, 2005, 2006), всероссийской научно-практической конференции (Ижевск, 2010), международных научно-практических конференциях (Йошкар-Ола, 2007-2018).

Результаты исследований прошли производственную проверку и внедрены на полях СПК СХА «Северная» Сернурского района Республики Марий Эл на площади 50 га. При возделывании озимой ржи по сидеральному пару получена урожайность зерна 2,98 т/га, что было выше на 32,9 % в сравнении с выращиванием по

чистому пару.

Реализация результатов исследований. Результаты исследований используются в учебном процессе кафедры общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет». На основании результатов исследований разработаны рекомендации производству по возделыванию озимой ржи при освоении залежных земель.

Личный вклад автора: анализ литературы, участие в разработке схем и закладка полевых опытов, проведение полевых и лабораторных исследований, анализ и обобщение полученных экспериментальных данных, их математическая обработка, внедрение результатов исследований в сельскохозяйственное производство, подготовка публикаций.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 48 печатных работах, из них 16 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, общим объемом 4,8 печатных листа (доля личного участия 4,8 п.л.).

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 408 страницах компьютерного текста, состоит из введения, десяти глав, выводов и рекомендаций производству, включает 78 таблиц, 4 рисунка, 126 приложения. Список литературы включает 337 наименования, в том числе 25 – иностранных авторов.

Автор выражает благодарность научному консультанту доктору сельскохозяйственных наук, профессору Новоселову С.И. и всем сотрудникам кафедры общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений Марийского государственного университета за помощь в проведении исследований и оформлении диссертационной работы.

Глава I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Современное состояние и способы освоения залежных земель

Земельным ресурсам отведено особое место среди природных богатств планеты, они являются исходной материальной основой благосостояния всего человечества. Почвенный покров Земли обладает уникальным природным свойством – плодородием, способностью удовлетворять физиологические потребности растений в питательных веществах, воде и физико-химической среде и на этой основе обеспечивать биологическую продуктивность растительности. Именно эти свойства обуславливают незаменимость почвы в сельскохозяйственном производстве (Козлов, Новиков, Машакин, 2015).

Российская Федерация занимает первое место в мире по площадям земель, находится в пятерке лидирующих стран по площади пашни и природным ресурсам (Романенко и др., 2008). В среднем на душу населения в России приходится 11,5 га земли, тогда как в США – 3,35 га, в Китае – 0,76 га, в Японии – 0,29 га. В сочетании с разнообразным климатом сельскохозяйственные территории страны являются неисчерпаемым ресурсом для производства продуктов питания и растительного сырья (Жученко, 2008).

Земля в сельском хозяйстве является основным средством производства, и от того, насколько рационально ее используют, зависит как эффективность отрасли, так и социально-экономическая ситуация в стране (Новиков, Сакулин, 2005). Земельные ресурсы обеспечивают продовольственную безопасность государства. Во многих странах мира продовольствия не хватает, оно дорожает; постоянно увеличивается спрос на сырье и продовольствие на мировых рынках. Однако, в мировом земледелии с середины прошлого века наблюдается парадоксальное явление – сельскохозяйственные угодья выводятся из оборота, сокращаются площади пашни.

По данным Г. А. Романенко и др. (2008) за период 1961-2003 гг. в мире было выведено из оборота 223 млн. га сельскохозяйственных угодий. Больше всего их потеряла Россия (58,3 млн. га), главным образом, в течение кризиса 1990-х годов. А также большие площади неиспользуемых сельскохозяйственных угодий имеют

Австралия (40,8 млн.), США (35,6 млн.) и Западная Европа (25,1 млн. га).

Сельскохозяйственные земли выводятся из оборота в странах с самой разной природной, демографической и экономической обстановкой, и по разным причинам – кризисным и интенсификационным. Кризисный тип отрицательной динамики сельскохозяйственных земель наиболее ярко проявляется в Российской Федерации, особенно в 1990-ые годы, когда произошло обвальное сокращение площади пашни вместе со значительным уменьшением их продуктивности и сборов сельскохозяйственной продукции. Данный тип вывода из оборота сельскохозяйственных угодий также характерен для большинства республик бывшего СССР, а также Румынии, Кубы и др. Всего в этих странах с 1961 г. было выведено из использования 75,4 млн. га угодий (из них 61,5 млн. га начиная с 1990 г.), что составляет 34 % общемирового показателя. Интенсификация сельского хозяйства увеличивает объемы производства сельскохозяйственной продукции. Поэтому некоторые страны Западной Европы и США позволили себе сократить аграрные угодья. Самым ярким представителем этого типа являются США, где уже с начала 1960-х годов шло устойчивое уменьшение площади сельскохозяйственных угодий, которое компенсировалось, например, двоекратным ростом урожайности зерновых культур – до 43 ц/га (Романенко и др., 2008).

В 1953-1955 годах, когда государство жестко регулировало использование земельного фонда, площади пашни в Российской Федерации (РСФСР) были значительно (на 34,7 %) расширены за счет распашки целинных и залежных земель Поволжья, Урала, Западной и Восточной Сибири, и Дальнего Востока (Трофимов, 2005). Превращение пашни в сенокосы и пастбища осуждалось и запрещалось. В дальнейшем, вплоть до конца 1980-х – начала 1990-х годов в стране поддерживались стабильные площади пахотных угодий, составлявшие 133,0-134,0 млн. га. При этом площади чистых паров составляли от 7,0 до 14,5 млн. га. Вся остальная площадь пашни засеивалась сельскохозяйственными культурами. Посевные площади колебались от 120,0 до 126,0 млн. га (Романенко и др., 2008).

В настоящее время сельскохозяйственное использование пахотных земель в России находится в ненадлежащем уровне. В 1990-е – начале 2000-х гг. произошел

переход страны к рыночным отношениям, когда на первый план были поставлены экономические критерии целесообразности сельскохозяйственного производства. Произошло реформирование аграрного сектора России, в результате чего крупные сельскохозяйственные предприятия – колхозы, совхозы были трансформированы в частные сельскохозяйственные предприятия, крестьянские (фермерские) и личные хозяйства населения. А районные межхозяйственные организации сельхозхимии и ремонтно-технические предприятия, обслуживающие колхозы и совхозы, были ликвидированы.

При этом, в связи с экономическим спадом в стране, перезакрепление пахотных угодий не подкреплялось материально-техническим обеспечением, свободными кредитными, инвестиционными и бюджетными ресурсами. В результате многие сельскохозяйственные организации начали испытывать финансовые трудности и, как следствие, резко снижать посевные площади культур из-за недостатка горюче-смазочных материалов, нехватки и износа сельскохозяйственной техники для организации обработки всех имеющихся в их распоряжении сельскохозяйственных угодий. И, как следствие, на фоне резкого снижения применения удобрений и средств защиты растений возникла убыточность земледелия и невозможность рентабельного производства растениеводческой продукции на больших площадях пашни.

В результате в сельском хозяйстве страны с 1992 г. сложилась и сохраняется устойчивая тенденция вывода из оборота пашни ранее засеваемых земель. Среднегодовой темп сокращения посевных площадей составляет около 2,0 млн. га. Согласно официальным источникам в настоящее время в Российской Федерации выведено из оборота и не используется до 20 млн. га пашни (Романенко и др., 2008).

По состоянию на 01.01.2016 года площадь земельного фонда Российской Федерации, по данным доклада министерства сельского хозяйства РФ о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения, составила 1712,3 млн. га, из них земли сельскохозяйственного назначения занимают 383,7 млн. га (22,4 %). Общая площадь сельскохозяйственных угодий в составе земель сельскохозяйственного назначения составляет 197,7 млн. га, в том числе пашни – 116,3 млн. га

(58,8 %), пастбищ – 57,2 млн. га (28,9 %), сенокосов – 18,7 млн. га (9,5 %), залежи – 4,3 млн. га (2,2 %), многолетних насаждений – 1,2 млн. га (0,6 %). При этом, наибольшие площади сельскохозяйственных угодий находятся в Приволжском (26,1 %), Сибирском (25,2 %), Южном (15,2 %) и Центральном (15,0 %) федеральном округах, составляя в сумме 81,5 % всей площади сельскохозяйственных угодий в Российской Федерации (Доклад ..., 2017).

Экономические трудности, сложившиеся в большинстве сельскохозяйственных предприятиях в период их реформирования, вынудили земледельцев сосредоточить производство на наиболее плодородных землях и массивах земель лучшего культуртехнического состояния. Сельскохозяйственные товаропроизводители были вынуждены коренным образом пересмотреть и изменить систему земледелия, структуру сельскохозяйственных угодий, пашни и посевных площадей, часто с нарушением требований охраны земель и выполнения почвозащитных мероприятий.

Массовый характер нарушения правил пользования землей привел к резкому усилению процессов деградации почв, сокращению пашни, появлению бросовых земель (Черкасов и др., 2008).

Из оборота, в первую очередь, были выведены земли с низким естественным плодородием, массивы располагающиеся далеко от хозяйственных центров, а также земли мелкоконтурные и сильно деградированные. Однако, вместе с тем наряду с угодьями, фактически непригодными под пашню, было выведено из оборота и немало земель, с благоприятными агрохимическими показателями, экологический потенциал которых остался невостребованным по экономическим причинам.

Как следствие экономических причин сокращения пашни и посевных площадей несколько позже возникла причина социальная – снижение численности сельского населения из-за оттока его в более крупные населенные пункты (поселки, города). В результате большое количество мелких населенных пунктов (особенно в Нечерноземье страны) исчезает. Пашню, в прямом смысле, становится некому и

невыгодно обрабатывать, и ее забрасывают в залежи. При этом социальные причины сокращения площадей пахотных угодий тесно сплетаются с экономическими причинами.

В целом по Российской Федерации сокращение площади пашни происходило неравномерно. Наибольшее уменьшение характерно для Нечерноземья, Нижнего Поволжья, юга Восточной Сибири и Приморья, т.е. в регионах со значительным уменьшением численности сельского населения (Романенко и др., 2008).

В результате десятки миллионов гектаров пашни были выведены из хозяйственного оборота и перешли в разряд бросовых земель – трансформировались в перелог и залежи, заросли бурьянистой сорно-полевой растительностью, а некоторые мелколесьем и кустарниками. Бросовые земли стали резерваторами сорных растений, в том числе и карантинных, вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных культур, обуславливающие устойчивый риск постоянной угрозы распространения злостных вредных объектов на используемые засеваемые земли. В современном аграрно-индустриальном обществе залежь представляет экологическую и экономическую угрозу (Дзыбов, 2006, 2016; Волков, Варламов, Лойко, 2007; Черкасов, Сосов, Матохин, 2013).

Ухудшение фитосанитарного состояния бросовых земель определяются динамикой и процессами распространения на них сорной растительности. Вначале такие земли зарастают одно- и многолетними двудольными сорняками – осотом полевым, бодяком полевым, вьюнком полевым и др. В последующем двудольные растения вытесняются многолетними злаками – пыреем ползучим, а бросовые земли превращаются в некультуренные залежи. А на природных кормовых угодьях формируется травостой с преобладанием малоценных кормовых растений.

На бросовых землях создаются благоприятные условия для группы многоядных вредителей, которые получают обилие разнообразной растительной пищи. Среди них наиболее распространенными являются: мышевидные грызуны, саранчовые, луговой мотылек, проволочники и ложнопроволочники, листогрызущие и подгрызающие совки (Романенко и др., 2008).

Пахотные земли, вышедшие из оборота, трансформируются не только в залежь, но и в леса. Обладая достаточно высоким почвенным плодородием, они оказались благоприятной средой для восстановления природных ландшафтов, стали активно зарастать древесной и кустарниковой растительностью, особенно в лесной и лесостепной зонах страны. Скорость зарастания залежей мелколесьем зависит от площади брошенных полей. Участки размером до 10 га зарастают за несколько лет после вывода земель из сельскохозяйственного оборота. На участках в 100 га и более процесс залесения может быть растянут на десятилетия.

Совершенно другая ситуация возникает в том случае, если забрасываются поля, на которых последней выращиваемой культурой были кормовые многолетние травы, что характерно для зоны средней и южной тайги. В этом случае рудеральная стадия полностью отсутствует и постагрогенная сукцессия сразу начинается с луговой, сформированной культурными видами, которые постепенно замещаются дикими (Романенко и др., 2008).

В связи с тем, что в залежи были отведены менее плодородные пахотные угодья, агрохимические показатели плодородия их почвы, особенно содержание гумуса и подвижного фосфора, имеют более низкие значения, чем почвы пашни.

Реформирование аграрного сектора Российской Федерации привело к тому, что значительную часть продовольствия страна стала завозить из стран Европы, Азии, США, Латинской Америки и других государств. Страна в некоторой степени оказалась зависимой от продовольственного импорта – создалась угроза продовольственной безопасности государства.

Сельскохозяйственное использование земельно-ресурсного потенциала России и, в особенности, пахотных угодий, в настоящее время находится в кризисном состоянии. Имея большие запасы продуктивных земель мира, доля России в производстве сельскохозяйственной продукции находится на крайне низком уровне (Козлов, Новиков, Машакин, 2015).

Мировой финансово-экономический кризис 2008-2012 гг. отодвинул на второй план предшествующий ему проблему обеспечения населения продоволь-

ствием. И по мере выхода мировой экономики из кризиса продовольственный кризис становится все более видимым, подтверждая известную истину, что аграрно-продовольственные кризисы предшествуют общеэкономическим проблемам и надолго задерживаются после него. Сегодня в мире нет государства, в котором сельскохозяйственное производство, распределение и внешняя торговля продовольствием не были бы приоритетной задачей правительства. Голод значительной части населения развивающихся стран является не только позором цивилизации, но и тормозом мирового развития, источником социальной и политической нестабильности в обширных регионах мира, что не может не сказаться на геополитической стабильности в целом (Плотников, Пузановский, 2013).

В 2010 году президентом Российской Федерации была утверждена Доктрина продовольственной безопасности, в которой указано, сколько и чего страна должна производить к 2020 году. Одной из главных задач Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации является сокращение зависимости от импорта, и устойчивое развитие отечественного производства продовольствия и сырья. Согласно данному документу, страна должна себя обеспечивать зерном минимум на 95 %, картофелем – 95 %, растительным маслом – 80 %, сахаром – 80 %, мясом – 85 % и молоком – 90% (Указ Президента РФ от 30 января 2010 г. N 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», 2010).

В настоящее время, связанное с санкционным давлением, продовольственная безопасность России приобрела еще большую актуальность.

Поэтому сейчас одним приоритетных направлений развития сельского хозяйства страны должно стать более рациональное и эффективное использование обрабатываемых сельскохозяйственных земель и вовлечение в оборот ранее заброшенных в залежи угодий. На сегодняшний день вопрос о рекультивации переложных и залежных земель стоит очень остро. Вовлечение угодий в хозяйственный оборот актуально как с позиций потребностей внутреннего рынка, так и с учетом роста спроса на сырье и продовольствие в мире.

Чтобы коренным образом изменить сложившееся положение, необходимо

начать с изменения аграрной политики в сторону создания необходимых условий для постепенного увеличения объемов собственного производства сельскохозяйственной продукции и изменить отношение к главному производственному ресурсу сельского хозяйства – сельскохозяйственным угодьям (Романенко и др., 2008).

Перед началом освоения переложных и залежных земель необходимо вначале провести их инвентаризацию с культуртехнической, агроэкологической и агрохимической оценкой почв. Это позволит установить пригодность для использования и целесообразность вводимых в оборот земель под различные виды сельскохозяйственных угодий.

При рекультивации залежных земель в первую очередь надо возвращать в оборот наиболее ценные для сельскохозяйственного производства угодья: пашню, пастбища и сенокосы, почвы которых характеризуются относительно благоприятными показателями плодородия, и находящиеся в стадии луга или мелкого кустарника.

Предлагаются следующие основные варианты использования земель сельскохозяйственного назначения, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота:

- возврат заброшенных плодородных почв в пашню и использование в современных адаптивно-ландшафтных агротехнологиях;
- перевод заброшенной пашни со слабо- и среднедеградированными почвами в сенокосы и пастбища;
- перевод заброшенной пашни со средне- и сильнодеградированными почвами лесной зоны страны в лесной фонд для возобновления леса;
- консервация деградированных и техногенно-нарушенных земель для естественного восстановления их плодородия;
- использование заброшенных земель под заказники, охотничьи угодья, рекреационные зоны, территории для экологического туризма и т.д. (Романенко и др., 2008).

При освоении залежных земель в пашню необходимо тщательно разработать

технологии их освоения: систему севооборотов (если будут закладываться отдельные севообороты), систему обработки почвы (особенно в первый год освоения), систему защиты растений (необходимо обратить особое внимание), технологии возделывания возделывания сельскохозяйственных культур и т.д.

Причем, технологии возделывания сельскохозяйственных культур должны быть адаптированными к местным почвенно-климатическим, хозяйственным и другим условиям; энергосберегающими и экологически безопасными, хорошо адаптированными к условиям ландшафтов и местным традициям земледелия (Лопырев, Постолов, Адерихин, 2014).

Внимание должно быть уделено технологии обработки почвы, так как залежные земли характеризуются сильной задернелостью и закороченностью, иногда и заустаренностью. Однако Россия, как никакая другая страна в мире, имеет опыт работы с целинными и залежными землями. Залежные и переложные системы земледелия существовали до XX века.

При освоении целинных земель в 50-е годы прошлого столетия технологии подготовки почвы под посев первой культуры были простыми: вспашка на глубину 22-25 см, разделка дернины тяжелой дисковой бороной (или луцильником) и прикатывание катками. А на современном этапе при освоении залежных земель необходимо широко применять научно-обоснованные разработки земледелия, ресурсосберегающие технологии, посевные комплексы для прямого посева культур, для борьбы с сорняками – высокоэффективные гербициды (Чебочаков и др., 2016).

В настоящее время, по мнению Г. А. Романенко и др. (2008), возможны следующие схемы подготовки почвы и посева культур:

- по технологической схеме подготовки чистого (раннего) пара на более запущенных и засоренных землях под посев яровых культур (пшеница, ячмень, овес, технические, кормовые и др.);

- по технологической схеме подготовки полупара на более чистых от сорняков землях под озимые культуры (пшеница, рожь, тритикале, ячмень);

- по технологической схеме минимальной обработки почвы на чистых от сорняков землях, под посев весной этого года различных яровых культур;

- по технологии No-till (прямой посев в дернину).

Могут применяться и другие технологии в зависимости от почвенно-климатических условий конкретной зоны страны и материально-финансовых возможностей хозяйства могут применяться и другие технологии. Окончательное решение должно приниматься непосредственно в поле с учетом состояния почвы и погодной обстановки.

Так, Н. И. Можаяевым и др. (2006) были изучены способы обработки залежи под посев многолетних трав. Исследования выявили, что наиболее эффективной является технология залужения, с глубокой первичной обработкой залежи, последующим парованием и посевом многолетних трав подпокровным способом, а также при посеве после предварительной культуры. Также ими установлено, что ускоренное залужение многолетними травами залежей без предварительного парования участка приводит к сильной засоренности посевов, слабому развитию и сильной изреженности травостоев как в первом, так и втором году жизни.

Исследованиями, проведенными Н. В. Поляковой и др. (2012) в Нижегородской ГСХА, установлена эффективность лемешного лушения на глубину 10-12 см в сравнении с отвальной вспашкой при подготовке почвы многолетней залежи под озимую пшеницу. Выявлено, что максимальное количество водопрочных агрегатов в пахотном слое почвы остается при поверхностном рыхлении благодаря менее выраженного процесса дегумификации.

Способы первичной обработки почвы залежи, заросшей пыреем, и закладки сеянного луга изучали Г. Н. Черкасов и др. (2013) во Всероссийском НИИ земледелия и защиты почв от эрозии. Результатами исследований установлено, что использование отвальной вспашки в сравнении с поверхностной обработкой дискованием улучшает фитосанитарное состояние и обеспечивает получение более высокой урожайности травостоев.

Проблему обеспечения животноводства кормами может решить трансформация залежных земель в высокоурожайные луговые угодья. Данный способ освоения бросовых земель считается менее затратным (Кутузова, Тебердиев, Лебедев, 2007). И в первую очередь для этого подходят молодые и средневозрастные залежи,

отнесенные к типу «луг» или «слабозакустаренные» на почвах высокого потенциального плодородия со средним и повышенным уровнем окультуренности.

Аналогичный способ освоение залежных угодий предлагают Л. И. Саратовский и Е. И. Хрюкина (2003) для условий Центрально-Черноземного района Воронежской области. Согласно исследований залужение залежных земель многолетними травами не требует больших расходов, способствует поддержанию почвенного плодородия и решает проблему борьбы с сорняками.

По данным ученых НИИ Северо-Востока Л. М. Козловой и др. (2006) для увеличения площади пастбищ и получения кормов залежные земли необходимо залужать травосмесями из 6-8 бобовых и злаковых видов, что позволит удешевить годовые кормовые рационы животных до 20-24 %.

Учеными Всероссийского НИИ кормов им. В. Р. Вильямса (Кутузова, Тебердиев, Лебедев, 2007) разработан способ освоения залежных угодий под пастбища. Результаты исследований выявили, что под пастбища можно использовать залежные земли, содержащие в агроценозе запас всхожих семян ценных пастбищных видов трав таких, как мятлика лугового, клевера ползучего, полевицы тонкой и др. Если в почве залежей отсутствует запас семян, то необходимо после поверхностной ее обработки провести залужение районированными многолетними пастбищными травами. Использование залежных земель с естественным травостоем под пастбища способствует увеличению в фитоценозе доли более ценных злаковых и бобовых трав, и уменьшению – малоценных в кормовом отношении видов. А заповедный режим содержания залежных угодий приводит к формированию опушечно-лесной растительной формации.

По данным Д. С. Дзыбова (2016) залежные земли Северного Кавказа возможно полностью исключить из сукцессионного процесса биологическим методом, переведя их в агростепи. Для этого необходимо в подготовленную почву высевать смесь семян степных растений (зональные степные злаки, бобовые и разнотравье), обладающих более высокой биологической конкуренцией, по сравнению с сорняками залежи.

В лесоводстве могут быть использованы залежи, отнесенные к группе «лес».

Бросовые земли, заросшие лесом, служат биологической системой адаптивного природопользования, направленной на повышение продуктивности и экологической устойчивости агроландшафтов, уменьшение природных катаклизмов, а также на выращивание древесины для нужд производства (Романенко и др., 2008).

Сильноэродированные, деградированные залежные земли, а также участки с бедными почвами необходимо законсервировать. Консервацию пашни в виде залежи возможно только за счет посева и рационального использования многолетних трав. Так, залужение эрозионноопасных залежных земель И. Н. Ходячих (2012) рекомендует проводить такими многолетними травами, как донник желтый, донник белый, люцерна посевная, люцерна серповидная, козлятник восточный, а также различными злаковыми и злаково-бобовыми травосмесями, что позволит также сохранить имеющиеся фонды элементов питания, восстановить оструктуренность пахотного горизонта почвы.

По данным исследователей Ивановского НИИСХ С. Т. Эседуллаева и Н. В. Шмелева (2011), временную биологическую консервацию пахотных земель возможно осуществить посевом многолетней бобовой травы – козлятника восточного, отличающегося своим долголетием, продуктивностью и качеством получаемого корма, что позволило бы решить и проблему кормового белка и плодородия почвы.

Среди залежных земель встречаются и загрязненные высокими дозами бесподстилочного навоза и птичьего помета почвы. Поэтому при освоении таких земель необходима их ремедиация. В настоящее время разработаны различные технологии ремедиации загрязненных почв: промышленная, биотехнологическая, фиторемедиация. При этом фиторемедиация, основанная на возделывании культур интенсивного типа, является наиболее эффективной и дешевой.

Так, учеными ГНУ ВНИПТИОУ Россельхозакадемии была впервые разработана технология фиторемедиации почв, загрязненных отходами животноводства, птицеводства. В своих исследованиях, проводимых с 1989 г., ими была изучена эффективность более 40 видов однолетних и многолетних культур, устойчивых к произрастанию на сильнозагрязненных почвах, отличающихся высокой продуктивно-

стью, наибольшим выносом биогенных и токсичных соединений, биоцидным действием ризосферы, низким уровнем накопления в зеленой массе токсичных веществ. По результатам многолетних исследований выявлена целесообразность для фиторемедиации почв вводить в севообороты амарант багряный и редьку масличную, которые характеризовались интенсивным выносом из почвы азота, фосфора, калия, а также ризосфера которых обладает сильным биоцидным и овоцидным действием. Возделывание их позволяет в течение лишь одного вегетационного периода «сильно загрязненные» почвы трансформировать в «слабо загрязненные, относительно безопасные» (Романенко и др., 2008).

А ученые Орловской ГСХА В. В. Коломейченко и Г. И. Дурнев (2001) в своих исследованиях выявили, что для фитомелиорации залежных земель целесообразно использовать трех- и четырехкомпонентные смеси многолетних трав.

Интенсивность и эффективность использования залежных земель после их освоения в значительной мере будет зависеть от правильного выбора севооборотов, технологий возделывания, мелиоративных мероприятий, что непосредственно связано с агроэкологическим состоянием этих земель, видом и степенью деградации почв, а также специализацией хозяйства.

Плодородие почвы системы земледелия освоенных земель в дальнейшем должно поддерживаться и повышаться в процессе его сельскохозяйственного использования в севооборотах на основе всемерной биологизации, применения органических и минеральных удобрений, а также обработки почвы. Одним из основных средств биологизации земледелия является применение сидерации (Кузьминых 2011, Новоселов, 2012). Использование сидерации будет способствовать повышению плодородия почвы осваиваемых залежных земель, оздоровлению фитосанитарного состояния почвы и посевов и, как следствие, увеличивать продуктивность сельскохозяйственных культур.

Проблемы освоения и дальнейшего использования переложных и залежных земель должны быть составной частью общей стратегии и тактики рационального использования и управления земельными и почвенными ресурсами государства.

1.2. Влияние сидерации на плодородие почвы, фитосанитарное состояние агроценозов, урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур

Эффективность сельскохозяйственного производства в решающей степени зависит от уровня плодородия почвы. Резкое сокращение объемов применения органических и минеральных удобрений в последние годы привело к существенному снижению плодородия дерново-подзолистых и серых лесных почв Нечерноземной зоны Российской Федерации. Уменьшается содержание гумуса и питательных веществ, усиливается фитопатогенная и энтомологическая напряженность, ухудшаются биологические и физико-химические свойства почвы, что ведет к снижению урожайности и валовых сборов продукции растениеводства (Теребленко и др., 2002).

Сохранение и повышение плодородия почв является постоянной заботой земледельца. Еще Д. И. Менделеев говорил: «Сельский хозяин, как промышленник, должен соблюдать свои выгоды. Но если он желает оставить своим детям то, что получил от своего отца, если видит, что его усилия к увеличению плодородия без удобрения не приносят ожидаемой пользы, если, наконец, он желает идти дорогой верной по пути совершенствования своей промышленности, то должен не только возратить своей земле то, что от нее отнял, но еще и придать больше того, что взял» (Скорняков, 1979).

Важным резервом улучшения плодородия почвы и повышения урожайности сельскохозяйственных культур может стать применение зеленого удобрения – сидерации (Довбан, Довбан, Бардников, 1992).

Зелёное удобрение (сидерат) – это специальные посевы культур, растительную массу которых частично или полностью запахивают в почву для повышения её плодородия. Термин «sideracia» впервые предложил в XIX веке французский ученый Ж. Виль. Культуру, запахиваемую в почву, называют сидератом (Довбан, 1990; Петербургский, 1985).

Это принципиально отличает зеленое удобрение от заделки в почву других органических удобрений, будь то сухих (солома) или частично перепревших

(навоз). Познивно выращенная культура, например, горчица, отмершая к весне, осенью рассматривалась бы как зеленое удобрение, но весной, согласно вышеуказанному определению, она уже не считается таковым (Кант, 1982).

Удобрять почву зелеными растениями было известно за много веков до нашей эры. Родиной зеленого удобрения считаются страны древней земледельческой культуры – Китай и Индия, которые возделывали растения в целях удобрения около 3000 лет назад (Довбан, 1981).

В практике зеленое удобрение применялось также еще древними римлянами, обратившие внимание на удобрительные свойства бобовых растений, и с их помощью восстанавливали плодородие почвы (Алексеев, 1936; Майсурян, Атабекова, Люпин, 1974).

Так, древнеримский поэт Вергилий Марон Публий в своей дидактической поэме «Георгики» («Поэма о земледелии»), в главе «Паровое поле и удобрение», называет бобовые культуры (вику и горький люпин) как улучшающими плодородие почвы. А писатель и ученый Варрон Марк Теренций отмечал, что «... некоторые растения следует сеять не столько ради нынешнего урожая, сколько ради будущего года: если их скосить и оставить на месте, ... запахивать на тощем поле вместо навоза ..., то они улучшают землю ...». Колумелла Луций Юний Модерат, являющийся также древнеримским писателем и агрономом, и осветивший в своих произведениях тему сельского хозяйства, в трактате «О сельском хозяйстве» писал, что «...если хозяин беден всяким удобрением, то люпин всегда придет ему на помощь. Если его посеять на плохой почве и запахать, то окажется, что в нем есть сила самого прекрасного удобрения» (Скорняков, 1979).

С XVI в. стали высевать сидераты в странах Европы. Сначала в Италии, затем во Франции, Испании, а в конце XVIII в. – Германии, где в качестве сидеральной культуры широко использовали многолетний люпин, который затем был завезён в Польшу. Успешное применение зеленого удобрения в Германии обязано исследованиям Шульца, Люпце (1874-1888 гг.) и Гельригеля, которые теоретически и практически показали важную роль сидератов в улучшении почвы и обогащению его азотом (Довбан, 1981).

В России зеленым удобрением стали интересоваться с первой половины XIX века. Первые опыты с использованием люпина на сидерат проводились профессором П. В. Будриным на опытном поле в Новой Александрии с 1881 по 1905 гг. и профессором С. М. Богдановым в 1888 г. на почвах бывшего Радомыльского уезда (Довбан, 1990; Алексеев, 1936).

Особое место в разработке вопросов применения зеленых удобрений принадлежит отечественному классику земледелия Д. Н. Прянишникову. Он отмечал: «...в сочетании с навозом и другими органическими удобрениями, а также с удобрениями минеральными зеленое удобрение в качестве одного из элементов системы удобрений должно стать весьма мощным средством поднятия урожаев и почвенного плодородия» (Прянишников, 1965).

После 1917 года исследования по применению сидератов велись в Смоленской, Псковской, Новгородской опытных станциях, в Московской сельскохозяйственной академии. Этими опытами и было положено начало внедрения сидерации в России.

Большая заслуга в изучении, теоретическом обосновании необходимости сидерации, широкой пропаганде и внедрения люпина, сераделлы и других культур на зеленое удобрение принадлежит Е. К. Алексееву, посвятившему всю свою жизнь данной проблеме и снискавшему уважение среди ученых и производителей. Академик Алексеев был организатором создания Новозыбковской опытной станции (Алексеев, 1959).

Позже большая работа по изучению сидерации проводилась на опытных станциях Гомельской, Минской, Ленинградской, Владимирской, Московской и других областей (Довбан, 1990).

В Республике Марий Эл применение растений на зеленое удобрение было отмечено в конце XIX века. Так, Уржумский уездный агроном К. Польшау в отчете за 1895 год писал, что «... в Корак-соле ... запахивание гречихи на зеленое удобрение произвело значительное впечатление на крестьян, еще не видавших этих культурных приемов» (Соловьев, 1998).

В настоящее время вопросами применения зелёных удобрений занимаются

почти во всех почвенно-климатических зонах России. В нашей стране имеются потребности и возможности широкого возделывания сидератов.

Зеленое удобрение, по данным Довбана К. И. (1990), является неисчерпаемым, постоянно возобновляемым источником органического вещества. Корневая система многих сидератов способна извлекать из глубоких слоев почвы элементы питания (фосфорную кислоту, кальций, магний и другие). После заделки зеленого удобрения, и его минерализации эти элементы становятся доступными для культурных растений.

При оптимальной температуре и увлажнении почвы продукты разложения зеленых удобрений постепенно превращаются в стабильный гумус. Сидерация способствует сохранению элементов питания и аккумуляции их в пахотном слое почвы с более глубоких горизонтов.

Бобовые сидеральные культуры в симбиозе с клубеньковыми бактериями усваивают атмосферный азот (Трепачев, Азаров, 1990). Физиолого-биохимический процесс взаимодействия между клубеньковыми бактериями рода *Rhizobium* и бобовыми растениями называется симбиотической азотфиксацией (Акимова и др., 2002). В 1838 году французский химик Буссенго заметил, что в урожае культур, посеянных после бобовых, накапливается больше азота. Через несколько лет английские ученые Лоуз и Джилберт подтвердили результаты Буссенго. Русский ботаник М. С. Воронин пришел к выводу, что растения гороха для своего питания используют свободный N атмосферы. Ему также принадлежит открытие в 1866 году клубеньковых бактерий (Емцев, 1989).

Исследователями НИИ зернобобовых и крупяных культур установлено, что наибольшей способностью фиксировать атмосферный азот обладает люпин желтый (120,0-140,0 кг/га), затем – кормовые бобы и чечевица (90,0-100,0 кг/га), горох и вика (60,0-80,0 кг/га), и фасоль (30,0-50,0 кг/га), что составляет 38,0-39,0 % общей потребности посевов этих культур в азоте (Довбан, 1984).

Проблема воспроизводства плодородия почв тесно связана с созданием бездефицитного баланса гумуса. Для минеральных почв гумус служит не только но-

сителем питательных веществ, но и источником энергии для почвенной микрофлоры, а также он существенно влияет на химические, физические и биологические свойства почвы. Чем выше содержание гумуса в почве, тем эффективнее протекают в ней микробиологические процессы, способствующие накоплению питательных веществ и повышению ее плодородия (Мишустин, 1972).

Согласно К. И. Довбан (1981) запахивание в дерново-подзолистую почву 14,3-19,0 т/га зеленой массы многолетнего люпина приводит к увеличению содержания гумуса в слоях 0-20, 20-40, 40-60 см, соответственно, с 1,66; 0,51; 0,30 до 1,81; 0,81 и 0,33 %. Накопление гумуса в слое почвы 0-60 см при этом составляет 70,0-110,0 ц/га. Бобовые растения в большей степени влияли на образование гумуса, чем злаковые и крестоцветные.

В опытах А. Г. Майора и К. В. Маркевича (1990) одна тонна органической массы способствовала накоплению в пахотном слое дерново-подзолистой почвы от 20,6 до 64,7-153,3 кг гумуса на гектаре в зависимости от вида севооборота. Поступление в почву около 7,0 т/га абсолютно сухого вещества с навозом и растительными остатками обеспечивало в севооборотах положительный баланс гумуса.

По данным В. Г. Лошакова (2006, 2007) использование на дерново-подзолистой почве пожнивной сидерации (горчица белая) способствует бездефицитному балансу гумуса и общего азота в пахотном слое в течение трех ротации зернового севооборота.

Анализ агрохимических показателей плодородия почвы исследователями Нижегородского СХИ показывает, что при использовании сидератов в севооборотах с песчаной почвой обеспечивается также бездефицитный баланс гумуса (Рыбакова, Усова, 1988).

В исследованиях Н. А. Рендова (2005), проведенных на лугово-черноземных почвах Омского ГАУ, использование сидерального пара (донник желтый) способствует увеличению содержания гумуса во второй ротации четырехпольного севооборота на 0,12 %, по сравнению с севооборотом с чистым паром.

Аналогичные данные приводят и исследователи Камчатского НИИСХ Н. И.

Ряховская и Н. М. Шалагина (2008). Согласно результатов исследований, применение сидератов на охристых вулканических почвах способствует увеличению гумуса в пахотном слое на 0,9 %.

Положительное влияние использования сидерации в стабилизации и увеличения гумуса в почве отмечает А. А. Шпедт (1998). Так, при заашке зеленой массы донника содержание лабильных гумусовых веществ в выщелоченном черноземе красноярской лесостепи увеличивается в 1,1-1,2 раза.

В исследованиях В. Ф. Моисеенко и Н. М. Белоус (1996), при использовании люпина желтого в качестве зеленого удобрения на дерново-подзолистой почве Новоыбковского филиала ВИУА, и Г. А. Демарчук и др. (1990), при применении донника на сидерат на дерново-подзолистой почве лесостепной зоны Сибири, обеспечивается бездефицитный баланс гумуса для 3-4 последующих культур севооборота.

Длительные комплексные опыты по сравнительной оценке зернотравяного, зернопаропропашного и зернопарового севооборотов, проведенные Р. С. Шакировым и Р. И. Шамсутдиновым на серых лесных почвах Татарского НИИСХ (2006), показали, что сидераты в 2,5 раза дешевле вносимого навоза и в 5 раз – минерального NPK. Использование сидерации (донник 36,5 т/га) один раз за ротацию восьмипольного севооборота обеспечивает положительный баланс гумуса. Выявлено, что 25 т зеленой массы сидерата равноценно внесению 50 т навоза.

В Самарском НИИСХ на черноземных почвах, по данным А. П. Чичкина и Б. Ж. Джангабаева (2007), изучалось влияние элементов биологизации земледелия (сидератов, соломы, посев многолетних трав) и минеральных удобрений на плодородие почвы, продуктивность пахотных земель. Было установлено, что на неудобренном фоне содержание гумуса ежегодно понижается на 1,017 т/га. Использование сидерации (донник желтый, рапс, сурепица и др.) положительно влияло на баланс гумуса, улучшение минерального питания растений. Заделка сидератов была равноценна внесению 16-22 т/га навоза.

Динамика содержания гумуса в значительной степени зависит от вида сево-

оборота, набора и соотношения культур, наличия сидерального пара в нем и применения под сидераты минеральных удобрений. В исследованиях отечественных и чехословацких ученых наиболее существенное увеличение содержания гумуса отмечено в вариантах без внесения минеральных удобрений.

С другой стороны, как показывают большинство опытов, на малоплодородных почвах выращивание сидеральных культур без дополнительного внесения питательных веществ, вследствие быстрой минерализации биомассы, не повышает содержание гумуса.

Рост содержания гумуса на таких почвах возможен лишь, например, при одновременной заашке сидеральных культур с соломой, которая выступает в данном сочетании как ингибитор процесса нитрификации. Это способствует замедлению разложения зеленой массы сидерата, что создает условия для накопления гумуса в почве. Комплексное внесение сидерата и соломы положительно влияет на структуру и агрохимические показатели почвы (Сорочинский, Бульо, Погорецкая, 1991).

Культуры, используемые на зеленое удобрение, по-разному влияют на накопление гумуса. Это зависит от того: используется на удобрение только лишь надземная масса сидерата, или запахивается ли она на месте роста с корневой системой, или же в почву заделываются только пожнивные и корневые остатки.

Более благоприятные условия для образования гумуса создаются, по данным К. И. Довбана (1990), при глубокой заашке биомассы сидеральных культур, так как замедляется скорость его разложения.

С накоплением гумуса улучшаются водно-физические свойства почвы, а с интенсификацией его разложения – пополняются запасы элементов питания растений (Лыков, 1983).

В органическом веществе почвы заключено 98,0 % всего запаса азота почвы (Лыков, 1982). И в зависимости от вида сидеральной культуры количество запахиваемого с биомассой зеленого удобрения азота неодинаково. В свою очередь, внесение в почву 50,0 кг/га органически связанного азота компенсирует сохранению на одном гектаре до 1 т гумуса (Рюмбензам, Рауэ, 1969).

Р. С. Шакировым (1999) на серых лесных почвах Предкамья было определено, что при запахивании биомассы сидеральных культур на первое место по поступлению азота выходят бобовые: горох – 160,0 кг/га (при урожайности зеленой массы 247,4 ц/га), затем донник – 150,0 (258,5 ц/га), а среди не бобовых: гречиха – 147,0 кг/га (353,8 ц/га). По сумме NPK первое место занимает гречиха – 367,0, затем донник – 299,0 и горох – 270,0 кг/га. А действие сидерата донника на первую культуру (озимая рожь), так и последствие на вторую культуру (яровая пшеница) оказалось равноценным эффекту 50 т/га подстилочного навоза.

В исследованиях, проведенных на дерново-подзолистой почве Калужской области, было выявлено, что при запашке зеленой массы редьки масличной поступление основных элементов питания в почву в сумме составило 362,0 кг/га, в том числе: 42,0 % азота, 15,0 – фосфора и 42,0 – калия. В зеленой массе рапса ярового, горохоовсяной смеси и люпина однолетнего было на 100 кг меньше элементов питания. Кроме того, применение сидерата на фоне известкования почвы способствовало мобилизации кальция и магния из более глубоких горизонтов.

Запашка биологической массы кормовых бобов, по данным исследователей Курской ГСХА В. В. Нескородова и А. М. Куркина (2006), позволила внести в почву 339,3 кг/га минеральных элементов NPK.

Исследованиями К. Г. Шульмейстера и др. (1995) установлено, что донник, при использовании его на зелёное удобрение на каштановых почвах Нижнего Поволжья, на второй год вегетации способен накапливать в почве до 150,0 кг/га азота, эквивалентного 80 тоннам навоза.

Согласно Н. А. Максютова и Г. А. Кремера (1997), в зависимости от вида и урожая сидерата, выращиваемого на южных и обыкновенных черноземах Оренбургской области, в почву в среднем поступает 104,0 кг/га биологического азота, что на 18,0 % больше, чем его содержится в 30 т навоза.

По данным Судогодской опытной станции, при запашке 30 т/га растительной массы люпина в почву поступало до 150, а при использовании только пожнивно-корневых остатков – до 50 кг/га биологического азота (Хохлов, 1990). Зеленая

масса крестоцветных сидератов с урожайностью зеленой массы 20,0 т/га обеспечивала накопление в органическом веществе азота – 140,0, фосфора – 66,0 и калия – 144,0 кг/га (Саранин, Федорищев, 1990).

С. Н. Зудилин и Н. Н. Ельчанинова (1997) отмечают, что в условиях Самарского Заволжья биомасса гороха способствует поступлению в почву N – 145,0, P₂O₅ – 27,0 и K₂O – 121,0 кг/га (при урожайности зеленой массы 265,0 ц/га), рапса и сурепицы – соответственно N – 170,0 и 154,0, P₂O₅ – 25,0 и 29,0, K₂O – 75,0 и 141,0 кг/га (265,0 и 215,0 ц/га).

В сухостепной зоне Западного Забайкалья на каштановой почве установлена высокая эффективность донника на зеленое удобрение. С растительными остатками донника, убранного на кормовые цели в период бутонизация-начало цветения, в почву поступает азота – 105,0, фосфора – 26,0 и калия – 92,0 кг/га, а при сидерации всей биологической массой в эти же сроки – 154,0, 41,0 и 129,0 кг/га соответственно (Батудаев, 2004).

Об эффективности зеленых удобрений можно судить и по исследованиям В. Г. Лошакова и др. (1988). При длительном использовании белой горчицы в качестве пожнивного зеленого удобрения на дерново-подзолистой почве в учхозе «Михайловское» РГАУ МСХА им. Тимирязева предотвращалось в пахотном слое снижение запасов органического вещества и элементов питания.

Исследования К. М. Мамедгусейнова и С. С. Агаларова (1998) показали, что при возделывании риса в условиях богары Дагестана использование зимующего гороха в качестве пожнивного сидерата было равноценным внесению 40 т/га навоза, а в промежуточных подзимних посевах в междурядьях садов и виноградников равнозначно внесению до 50 т/га.

Широкое внедрение сидерации способствует вовлечению в круговорот из генетических горизонтов неиспользованного резерва P₂O₅, K₂O, Ca, и Mg. Исследованиями К. И. Довбана (1981, 1990) установлен факт накопления усвояемого фосфора в пахотном слое дерново-подзолистой почвы под воздействием запахиваемого на зеленое удобрение многолетнего люпина. Кроме того, применение сидерата на фоне известкования почвы способствовало мобилизации кальция и магния

из более глубоких горизонтов.

Сведения о сохранении и повышении сидеральными культурами содержания элементов питания в пахотном слое почвы подтверждаются многими другими отечественными и зарубежными исследователями (Александрович, 1989; Алексеев, 1959; Алиев, Шакиров, 2001; Белопухова, 2009; Березин, Чупрова, Волошин, 1994; Богданов, Ахметшин, 1989; Бондаренко, 2009; Васильев, 1991; Гаврилов, Жидков, Зеленев, 2008; Гребенников, 2011; Довбан, 1984, 1992; Дригидер, Данко, Ахцигер, 1995; Егоров, Казанников, Ванифатьев, 1986; Картамышев и др., 2007; Кащенко и др., 1997; Колсанов, Куликова, Корнеев, 2004; Кормилицын, 1988; Коршунов, 1996; Кудренко, 2006; Лавров, 2006; Немов, 2005; Новоселов, 2011; Ожигибцева, 1985; Погосов, 1986; Пономарев и др., 1980; Русанова, 2005; Рыбакова, Усова, 1988; Ряховская, Шалагина, Астафьева, 2009; Ряховская, 2011; Скоропанов, 1989; Станцявичюс, Урбонене, Богутас, 1990; Суровцев, 2005; Тамонов, Лукин, 1990; Тимонов, Картамышев, Чернышева, 2011; Трепачев, Азаров, 1990; Усачев, Чуб, 1997; Федоров, Брюхова, 1995; Хлебников, Макаров, Маслова, 1994; Хуснидинов, 1986; Яговенко, Такунов, Ивашкина, 1997; Anon, 1987; Forrest, 1986; Gutser, 1989; Jepsen, 1986; Jensen, 1990; Meyer, 1990; Parsonaq, 1985; Reddy и др., 1987; Schnieder, 1986; Vandergeten, Vanstallen, 1986).

Анализ результатов исследований отечественных и зарубежных учёных показывает, что важная роль в пополнении запасов органического вещества почвы должна отводиться использованию сидеральных культур. Они с одной стороны являются носителем легко мобилизуемого органического вещества, вызывают интенсификацию развития микрофлоры, участвующей в минерализации растительных остатков и гумуса почвы, в результате чего высвобождаются элементы питания растений, создаются благоприятные условия для их развития и формирования урожая. С другой стороны органическое вещество, поступающее в почву с биомассой сидератов, участвует в формировании гумусовых веществ почвы. Одновременно с обогащением пахотного слоя почвы элементами питания зеленые удобрения повышают эффективность других видов удобрений: навоза, торфа, соломы, имеющих более широкое отношение углерода к азоту (Берзин, Шпедт, 2001).

Плодородие почвы представляет собой совокупность многих факторов: агрохимических, биологических и водно-физических. Физические свойства почвы, ее водный, воздушный и тепловой режимы часто становятся определяющими факторами, положительно влияющими на продуктивность севооборота.

Водно-физические свойства дерново-подзолистой почвы нуждаются в постоянном улучшении. На почвах с неудовлетворительными водно-физическими свойствами невозможно получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур даже при достаточном обеспечении их элементами питания. В создании оптимальных этих условий важная роль отводится применению органических удобрений, посеву многолетних трав и применению сидерации. Зелёные удобрения улучшают агрегатный состав почвы и повышают водопрочность её структуры.

На почвах с уплотненным подпахотным слоем продуктивность культур сокращается, потому что они для развития корневой системы должны расходовать больше энергии. Объединение глубинных механических рыхлений с мероприятиями по сидерации может биологически улучшать почвы и предотвращать нежелательное образование крупных комьев при обработке почвы.

Важнейшие сидеральные растения обладают ярко выраженной стержневой корневой системой со способностью пробивать дно борозды или плужную подошву. Использование сидеральных культур способствует снижению плотности почвы. Так, при использовании люпина в сидеральных парах плотность сложения дерново-подзолистой почвы в слое 10-20 см уменьшалась на 0,04-0,07 г/см³ (Строкин, Румянцева, 1990).

В исследованиях Е. Н. Колосовой (2003) отмечено, что при использовании пожнивных посевов на зеленое удобрение, независимо от выбранной промежуточной культуры, наблюдается достоверное увеличение макроструктур и водопрочности пахотного слоя почвы соответственно на 7,0-7,9 и 7,4-8,0 %, благодаря чему улучшилась ее аэрация и водопроницаемость.

По данным исследователей Калининского СХИ Г. М. Саловой и И. Б. Велюханова (1987), в среднем за 3 года плотность сложения 0-10 см слоя дерново-под-

золистой почвы при использовании редьки масличной в качестве сидерата, снижалось на 0,10-0,19 г/см³. При заашке сидерата наблюдалось уменьшение капиллярной порозности и увеличение некапиллярной. Следовательно, увеличивалась аэрация почвы.

По запаханному сидерату значительно повышается аэрация в пахотном и подпахотном слоях почвы и снижается ее плотность. В опытах К. И. Довбана (1990) плотность сложения почвы на глубине слоя до 10 см после заашки люпина уменьшалась на 0,03-0,06 г/см³; 10-20 см – на 0,03-0,09; 20-30 см – на 0,01-0,02 г/см³ и увеличение водопрочных агрегатов было на 68,0-88,0 %, а согласно С. Н. Зудилина (1997) – на 3,5-10,4 %. По влиянию на аэрацию почвы люпин не уступал навозу, и на глубине 20-30 и 30-40 см преимущество оставалось за сидератом.

Положительное действие сидератов (люпин узколистный, фацелия, рапс) на структуру почвы в короткоротационном севообороте в условиях Камчатки отмечают Н. И. Ряховская и Н. М. Шалагина (2008). По данным исследователей, при использовании зеленых удобрений на охристых вулканических почвах наблюдается увеличение количества агрономически ценных фракций пахотного слоя почвы на 16-18 % по сравнению с чистым паром, коэффициент структурности повысился с 1,2-1,5 до 2,7-2,8, а объемная масса почвы понизилась с 0,81 до 0,61 г/см³.

Улучшение сидерацией водно-физических свойств пахотного слоя почвы отмечено многими другими исследователями (Берзин, 1986; Бзиков и др., 2007; Благовещенская, Тришина, 1987; Гайнуллин, 2007; Глазова, Зотиков, Задорин, 2005; Гребенников, 2011; Елешев, Насиев, 2006; Зеленов, 1988; Зезюков, 1993; Кормилицын, 1999; Луганцев и др., 2009; Майстренко, 2010; Платонычева и др., 2011; Раков, Абалдов, 1991; Реппо, Афанасьев, Борук, 1991; Свинцов, 2008; Середа, Акбиров, Тарасов, 2010; Сухов, Беленко, Гулин, 1996; Федотова и др., 2007; Vazan, 1991; Doughton, 1990; Le Mare, Pereira, Goedert, 1988; Morgner, 1990).

Важным показателем плодородия почвы является протекающие в ней биологические процессы. Плодородие почвы в результате действия ряда факторов, влияющих на ее биохимические, физические и физико-химические свойства, непре-

рывно изменяется. Эти изменения зависят в основном от количества и качества поступающего органического вещества в почву, последние в результате жизнедеятельности почвенных микроорганизмов минерализуются, обеспечивая культурные растения элементами минерального питания. Плодородие почвы является результатом деятельности почти всех почвообитающих организмов. При этом ведущее значение в почвообразовании и формировании почв принадлежит растениям и микроорганизмам (Довбан, 1981).

Академик В. Р. Вильямс указывая на положительную роль микроорганизмов в почве отмечал, что почти все биологические процессы, происходящие в ней, приходится рассматривать как переход одной формы веществ в другую под влиянием микробов, с деятельностью которых связано образование продуктов, доступных для питания растений.

Микроорганизмы обитают во всех природных средах и являются обязательными компонентами любой экологической системы и биосферы в целом. Жизнедеятельность микроорганизмов в почве, их качественный и количественный состав определяется почвенными условиями: наличием питательных веществ, влажностью, аэрацией, реакцией и другими факторами. Из почвенных микроорганизмов большое значение в почвообразовании имеют бактерии, грибы и актиномицеты.

Бактерии представляют собой многочисленную группу растительных организмов, в основном одноклеточных. По способу питания их подразделяют на автотрофные и гетеротрофные, а по отношению к кислороду – аэробные и анаэробные (Емцев, 1993).

Автотрофные бактерии, усваивая углерод CO_2 , создают органическое вещество, используя для этого энергию света (фотосинтез) или химическую энергию окисления других веществ (хемосинтез). Из них наиболее важными являются нитрифицирующие, серо- и железобактерии.

Гетеротрофные бактерии усваивают углерод из уже готовых органических веществ, разлагая их на более простые соединения. С жизнедеятельностью этих бактерий связаны процессы разложения органических остатков растений и живот-

ных. К гетеротрофным относятся, например, аммонифицирующие, целлюлозоразлагающие, денитрифицирующие и другие бактерии.

Аэробные бактерии развиваются в среде, достаточно обеспеченной кислородом, т.е. в поверхностных слоях почв. В почве органические остатки под действием этих бактерий подвергаются глубокой трансформации. Значительная часть остатков, особенно в благоприятных для бактерий условиях, полностью разлагается до минеральных соединений, тогда как меньшая часть в виде промежуточных продуктов разложения способна накапливаться в почве.

Анаэробные бактерии живут при отсутствии кислорода. Они обычно развиваются в глубоких слоях почвы, на сильно переувлажненных почвах, в толще органической массы (например, торфа), на дне водоемов, куда доступ кислорода сильно затруднен. Разложение органических остатков протекает медленно и неполно.

К аэробным относятся, например, азотобактер, клубеньковые и нитрифицирующие бактерии, а к анаэробным – денитрифицирующие, *Clostridium pasterianum*.

Грибы – бесхлорофилловые гетеротрофные организмы, питающиеся готовыми органическими веществами. По способу питания грибы разделяют на сапрофиты, развивающиеся на мертвом органическом субстрате, и паразиты, поселяющиеся на живых растениях и вызывающие заболевания (Емцев, 1993).

Грибная микрофлора, используя для питания органические остатки, способна полностью минерализовать очень сложные соединения (клетчатка, пектиновые вещества, лигнин). Она хорошо развивается только в аэробных условиях, при обилии органического вещества, высокой влажности субстрата (30-60 %) и оптимальной температуре (около 25-30 °С). В отличие от бактерий грибы хорошо развиваются и в кислой среде.

Актиномицеты, или лучистые грибы (*Actinomycetes*), занимают промежуточное положение между бактериями и грибами. Эти аэробные гетеротрофные организмы, хорошо развивающиеся в субстрате, содержащем достаточное количество карбонатов (на некислых почвах), и при температуре 32-37 °С. Лучистые грибы активно участвуют в разложении многих органических соединений, в числе и входящих в состав почвенного гумуса (Мишустин, 1972).

Синтез и распад органического вещества зависят от биологической активности почвы – совокупного показателя разнообразной деятельности микроорганизмов, который в большинстве случаев находится в прямой корреляции с плодородием почвы и продуктивностью растений (Заикин, Ивенин, Румянцев, 2004).

Биологическая активность почвы, численность и активность почвенных микроорганизмов тесно связаны с содержанием и составом органического вещества. Применение сидерации способствует повышению биологической активности почвы. При запашке растений в качестве зеленого удобрения в почве усиленно развиваются различные группы микроорганизмов. Зеленая масса является энергетической пищей для бактерий, актиномицетов и грибов, которые способствуют ее минерализации и образованию доступных растениям минеральных соединений азота и фосфора.

В. Г. Лошаковым (1987, 2006) в серии полевых опытов на дерново-подзолистой почве Московской области было изучено использование пожнивной сидерации в сочетании с навозом. Выявлено, что при этом повышается биологическая активность почвы, содержание в ней нитратного и аммиачного азота. В результате наблюдалось увеличение урожайности картофеля и ячменя, а также идущего после них овса. Продуктивность зернопропашного и зернового севооборотных звеньев была значительно выше, чем при отдельном использовании зеленого удобрения и навоза. Особенно эффективно было использование навоза в сочетании с пожвными сидератными смесями, в состав которых входили бобовые культуры.

Химический состав сидератов характеризуется соотношением С : N близким к 10 : 1, тогда как навоза – в среднем 20 : 1. Внесение органики с узким соотношением С : N повышает биологическую активность почвы, усиливает процессы минерализации органического вещества и приводит к накоплению питательных веществ. Удобрение с широким соотношением С : N (солома – 40-50 : 1) вызывает иммобилизацию питательных веществ в почве (Лошаков, 2007; Синих, 2008).

В исследованиях П. Н. Назаренко (1985), проведенных в Кулундинской сельскохозяйственной станции Алтайского края, после использования донника на сидерат в 1 г воздушно сухой почвы (слой 0-40 см) под яровой пшеницей, содержалось 3263

тыс. микроорганизмов, тогда как на контроле, после чистого пара, всего лишь – 2000 тыс. Поступление в почву дополнительного количества органического вещества способствовало повышению интенсивного развития нитрифицирующих бактерий.

По данным А. Ю. Айдиева и В. А. Шумакова (2005) в исследованиях, проведенных на мощном типичном черноземе Курского НИИ, сидераты способствовали увеличению численности почвенных микроорганизмов. Исследования показали, что более высокая целлюлозоразлагающая активность почвы была под озимой пшеницей, возделываемой по биологизированной технологии, включающей в себя внесение навоза 60 т/га, запашку на сидерат клевера 287 ц/га и применение регулятора роста.

Исследованиями Г. А. Михеевой и В. И. Брикман (1989) установлено, что нитрификационная и целлюлозолитическая активность почвы сохраняется в первые два года последствия сидератов.

Прикорневая зона растений – хорошая среда для развития микроорганизмов и бактерий, растворяющих фосфаты кальция. Чистые культуры клубеньковых бактерий обладают способностью расщеплять труднодоступные фосфаты кальция и усваивать входящий в их состав фосфор (Довбан, 1990). Высвобожденный бактериями фосфор активно усваивается растениями.

Результаты комплексной оценки исследований В. Г. Лошакова (1987) свидетельствуют, что уровень биологической активности почвы зависит от предшественника, биологических особенностей и технологии возделывания культуры, под которую запахивается сидерат. Но еще больше влияет на активность почвенной микрофлоры объем запахиваемой зеленой массы.

Повышение биологической активности почвы при использовании зеленых удобрений в 1,5-2,0 раза и более связано также с тем, что микроорганизмы выполняют роль своеобразного катализатора, усиливая разложение растительных остатков в почве (Лошаков, Кузякина, Гусев, 1974; Лошаков, 2006, 2007; Синих, 2008).

Результаты исследований Ю. М. Возняковской и др. (1999) по изучению влияния паровых предшественников озимой ржи на биологические и агрохимические

показатели почвы и продуктивность полевых культур в севообороте, проведенные на дерново-подзолистой почве ВНИПТИОУ, показали, что показатель общей биогенности почвы, отражающий суммарное количество основных групп микроорганизмов, был в сидеральном пару на 71 % выше, чем в контрольном чистом.

При использовании сидерации в почве отмечается увеличение числа бактерий, участвующих в трансформации свежего органического вещества, утилизирующих продукты его деградации и использующих органические и минеральные формы азота. Одновременно при размножении этих бактерий активизируется биосинтетическая активность.

Азотфиксирующие бактерии ассимилируют свободный азот атмосферы и накапливают его в виде сложных белковых соединений своего тела. При разложении отмерших тел этих бактерий азот переводится в минеральную форму, в которой и используется высшими растениями. Фиксацию азота атмосферы осуществляют свободноживущие и клубеньковые симбиотические бактерии.

Применение зеленого удобрения повышает активность азотфиксирующих бактерий почвы. Так, по данным В. Г. Лошакова (2007), использование пожнивной белой горчицы на сидерат способствовало увеличению азотфиксации почвы до 6-8 раз.

Участие микроорганизмов в питании сельскохозяйственных культур не ограничивается превращением органических веществ и других соединений в доступную форму. Микроорганизмы в ризосфере накапливают различные продукты метаболизма - органические кислоты, аминокислоты, витамины, антибиотики, ферменты, которые влияют на развитие растений, и в то же время своей жизнедеятельностью они освобождают растения от вредных выделений, которые накапливаются вокруг корня (Довбан, 1981).

Одним из важнейших показателей, характеризующих направленность протекающих в почве биологических процессов, является активность почвенных ферментов. Разложение органических остатков и синтез новых соединений, входящих в состав перегноя, протекает при воздействии ферментов, выделяемых разными ассоциациями микроорганизмов.

Применение сидерации способствует активизации ферментативной активности почвы. Так, по данным К. И. Довбана (1981), коэффициент биогенности, накопление аминокислот, дыхание и инвертазная активность известкованной дерново-подзолистой почвы при запахивании люпина увеличивается в 1,5 раза, чем при внесении одного только минерального NPK.

По данным исследователей ВНИИСХМ и ВНИПТИОУ (Возняковская и др., 1999) использование сидерации способствует повышению активности дыхательного фермента дегидрогеназы с 0,29 до 0,41-0,52, инвертазы – с 14,0 до 26,6, уреазы – с 1,23 до 2,10 %, что указывает на усиление жизнедеятельности почвенных микроорганизмов.

Использование пожнивной горчицы белой на сидерат на дерново-подзолистой почве, по данным В. Г. Лошакова (2006, 2007) и Ю. Н. Синих (2008), увеличивает ферментативную активность почвы: уреазы – на 52,0 %, протеазы – 45,0, инвертазы – 27,0-50,0, каталазы – 17,0, полифенолоксидазы – на 15,0-33,0 %.

Аналогичные результаты приводит также и А. Ф. Чалдаева (1990). На дерново-подзолистой почве учхоза РГАУ МСХА им. Тимирязева применение пожнивного зеленого удобрения способствовало усилению процессов окисления органического вещества (активность полифенолоксидазы была выше на 7,0-15,0 %), а также увеличению способности почвы разлагать мочевины на 6,0-26,0 %. Совместное применение зеленых удобрений и соломы увеличило активность уреазы на 8,0-34,0, инвертазы – на 7,0-8,0, полифенолоксидазы – на 3,0-11,0 %.

При использовании сидератов отмечается повышение активности фенолоксидаз – ферментов, катализирующих процессы минерализации гумусовых веществ почвы.

По результатам исследований Ю. М. Возняковской и др. (1999) можно отметить, что сидераты, применяемые в паровых полях, вызывают интенсификацию развития микрофлоры, участвующей в минерализации растительных остатков и гумуса почвы, в результате чего высвобождаются элементы питания растений, создаются благоприятные условия для их развития, а органическое вещество, поступаю-

щее в почву с зелеными удобрениями, участвует в формировании гумусовых веществ почвы.

Усиление биологической активности почвы при использовании сидерации отмечено также другими исследователями (Войнова-Райкова, Атанасова-Алтимирска, 1987; Гайнуллина, 2007; Глазова, 2005; Гребенников, 2011; Елешев, 2006; Лебедева и др., 1998; Коржов, 2001; Ласкин, Хантбаев, 2008; Лошаков, Кружков, 1978; Мельникова, 2009; Мишустин, 1972; Попов, Аврова, 2001; Сдобников, Мельцаев, 1998).

Применение сидерации способствует бурному развитию сапрофитной микрофлоры пахотного слоя почвы, среди которых много антагонистов возбудителей болезней сельскохозяйственных культур. Так, по данным В. А. Блинова (2003) актиномицеты синтезируют антибиотические вещества, которые подавляют рост и развитие патогенных бактерий и грибов.

Под влиянием сидерации изменяется состав почвенной микрофлоры – увеличивается в 2-3 раза содержание азотфиксирующих микробов, актиномицетов, цитофагов и других почвенных микроорганизмов – антагонистов возбудителей болезней. При этом показатель общей биогенности почвы, отражающий суммарное количество всех учитываемых групп микроорганизмов, по данным ВНИИСХМ и ВНИПТИОУ (Возняковская и др., 1999), на 71,0 % выше по сравнению с чистым паром и на 26,0 % – с занятым.

Причиной снижения биологической активности почвы в чистом пару является отсутствие поступления органического вещества, служащим энергетическим материалом для микрофлоры. В результате, в почве чистого пара создаются условия для размножения организмов, минерализующих гумусовые вещества, что в свою очередь приводит к потере гумуса и снижению почвенного плодородия.

В окультуренных плодородных почвах бурно развиваются не только микрофлора, но и почвенная фауна. Животные в почве представлены дождевыми червями, личинками различных почвенных насекомых и живущими в почве грызунами. Из числа микроскопической фауны черви являются наиболее активными почвообразователями. Они живут в поверхностных горизонтах почвы и питаются

растительными остатками, пропуская через свой кишечный тракт большое количество органического вещества и минеральной составляющей почвы.

С глубокой древности известно, что в образовании тонкого слоя почвы, покрывающей большую часть суши и обеспечивающей возможность существования всех обитающих в ней живых существ, принимают участие различные виды дождевых червей. Населенность почвы дождевыми червями – один из косвенных показателей почвенного плодородия (Замятин, Замятина, 2008).

Дождевые черви в союзе с микроорганизмами превращают различные органические отходы в высокоэффективные биологические удобрения с хорошей структурой, обогащенные макро- и микроэлементами, ферментами, активной микрофлорой, обеспечивающей пролонгированное (длительное, постепенное) действие на растения.

Сидерация способствует «подсадке» дождевых червей в почву. Так, исследованиями, проведенными учеными Рязанской ГСХА, получены данные об увеличении численности червей. Если на контроле их численность составляла 36 шт./м², то на вариантах с соломой – 84, зеленой массы рапса – 49, а при совместном использовании последних двух – 90 шт./м² (Дудкин и др., 1998).

По данным В. Г. Лошакова (2006) и Ю. Н. Синих (2010) сидерация также ведет к увеличению численности дождевых червей. Длительное использование пожнивной горчицы белой на сидерат в зерновом севообороте способствовало увеличению в пахотном слое почвы количества дождевых червей в 1,5-2,0 раза.

Проблема регулирования фитосанитарного состояния агроценозов при применении интенсивных технологических приемов и средств на современном этапе развития земледелия заключается в разработке новых подходов, обеспечивающих поддержание оптимальных фитосанитарных условий для посевов с минимальным отрицательным влиянием на окружающую среду и повышения продуктивности возделываемых растений (Лавров, 2006; Ласкин, Хантабаев, 2008).

В условиях интенсивного земледелия с целью получения высоких урожаев применяется большой арсенал химических средств – минеральные удобрения, пестициды, регуляторы роста, которые далеко небезвредны для окружающей среды.

Часто приходится размещать зерновые по зерновым, что снижает плодородие почвы, создает условия для возникновения и распространения специфических заболеваний, увеличения заселенности вредителями и сорняками (Воробьев, 1972, 1973; Прокопов, 1973).

Основной вред, причиняемый сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственному производству, заключается в резком снижении урожаев культур с одновременным ухудшением качества продукции. Наносимый культурным растениям вредными организмами ущерб выражается в прямой и скрытой формах. Видимый прямой вред выражается в том, что вредные организмы оказывают непосредственно негативное воздействие на культуру. Так, сорняки перехватывают у культурных растений почвенную влагу, элементы минерального питания, вызывают полегание посевов (вьюнок полевой, подмаренник цепкий и др.). Вредные насекомые (тли, долгоносики, совки, клопы, саранча и др.), используя различные органы растений в качестве источника пищи, повреждают, а нередко полностью уничтожают листья, стебли и корни. Фитопатогенные вредные организмы (вирусы, бактерии, грибы и т. д.) вызывают заболевание всего растения (которое позднее погибает) или его отдельных вегетативных и репродуктивных органов, что резко снижает урожайность культуры.

Косвенный вред выражается в дополнительных экономических затратах, например, на очистку, сушку засоренной бункерной массы зерновых. Кроме того, одни виды вредных организмов способствуют развитию других групп и видов. Например, такие сорняки, как бодяк полевой, марь белая, являются резерваторами свекловичного долгоносика; паслен черный, вьюнок полевой – озимой совки; пырей ползучий – вредной черепашки, а сорняки из семейства капустных привлекают многих вредных насекомых – бабочку-капустницу, земляную блошку, капустную тлю и т. д.

Большое количество сорняков способствуют массовому поражению посевов сельскохозяйственных культур различными болезнями. Например, пырей ползучий, василистник узколистный служат промежуточными растениями-хозяевами стеблевой, желтой и корончатой ржавчины хлебных злаков. Щетинники сизый и

зеленый, марь белая, паслен черный, василек синий, бодяк полевой и др. являются резерваторами корневой гнили яровой пшеницы, мозаики злаковых культур, вирусных заболеваний картофеля. Многие насекомые часто распространяют болезни растений. Так, цикадки, тли, трипсы являются переносчиками столбура пасленовых, вирусных болезней картофеля, табака и других культур.

Вред, причиняемый сорняками, болезнями и вредителями, сказывается не только на количестве урожая, но и в снижении качества выращиваемой продукции. Так, например, зерно хлебных злаков, собранное с засоренных полей, обычно не выполнено и дает плохие хлебопекарные качества. Примесь в нем плодов куколя обыкновенного, клоповника мусорного, полыни горькой и других сорняков резко ухудшает качество выпекаемого хлеба. Зерно пшеницы, поврежденное вредной черепашкой, трипсами жужелицами, имеет низкие хлебопекарные качества, а семена – пониженную всхожесть. При церкоспорозе сахарной свеклы отмечают накопление в корнеплодах веществ, отрицательно влияющих на технологические процессы сахароварения и уменьшающих выход сахара.

По данным исследователей Мордовского НИИСХ даже средняя засоренность посевов снижает урожайность зерновых и зернобобовых на 15-20, посадок картофеля – на 40-50 %. При этом наблюдалось уменьшение содержания белка в зерне и крахмала – в клубнях картофеля (Татаринова, Козлов, Беляев, 1980).

Зеленые удобрения позволяют бороться с сорняками. При густом посеве они создают плотный и жизнестойкий растительный покров, способный заглушить сорняки, лишив их света, влаги и питательных веществ. Даже такие выносливые многолетние сорные растения, как пырей ползучий, не выживает в конкурентной борьбе с культурными зелеными удобрениями (Постников, 2002; Улучшение ..., 1996).

Исследованиями В. Ф. Кормилицына (1994), проведенными на дерново-подзолистой почве Саратовской области, установлено, что использование сидерата снижает засоренность посевов последующих культур, по сравнению с полупаровой обработкой почвы на 46,0-83,0 %.

В опытах М. Н. Новикова (1991) на дерново-подзолистых супесчаных почвах

ВНИПТИОУ, при использовании редьки масличной на зеленое удобрение, засоренность последующих посевов снижалась на 89,0 %.

По данным В. Г. Лошакова (2007) сидерация в звене севооборота способствует уменьшению засоренности посевов зерновых культур на 47,0 % (с 36 до 19 шт./м²).

При использовании пожнивной горчицы белой на сидерат в исследованиях Ю. Н. Синих (2008) засоренность первой культуры плодосменного севооборота – картофеля снижается на 61,0, второй культуры ячменя – на 30,0 %.

На дерново-подзолистой почве Белоруссии применение многолетнего люпина снижало засоренность более чем в два раза, по сравнению с фоном, где вносили навоз (Бузмаков, 1988). Особенно эффективна сидерация была против злостных сорных растений.

В исследованиях Э. Э. Браун (2007) использование озимой ржи на сидерат способствовало снижению засоренности посевов культур звена севооборота до 20,0 %.

Аналогичные результаты приводят еще другие исследователи (Алещенко, Воронова, 1995; Гараев, 1998; Гребенников, 2011; Дмитриева, 1990; Забылов, Ляшко, 2010; Кашбулгаянов, 2006, 2006; Крючков, Потапова, Марочкин, 2010; Лапшинов, Пакуль, 2010; Лошаков, 1987; Марков и др., 1975; Немов, 2005; Плотников, 2007; Саринин, Федорищев, 1990; Синих, 2006, 2010; Сорокин, 2008; Федотова и др., 2007; Чесноков, 2003).

Широкое внедрение сидеральных культур в севообороты будет способствовать экологическому его оздоровлению, эффективной санитарной очистке полей от сорняков, вредителей и возбудителей болезней.

Еще в начале XX века Сэнфорд первый предположил, что ограниченное распространение на картофеле парши обыкновенной при использовании сидератов является результатом биологической борьбы (Завалин, Пасынков, Пономарев, 2002).

При использовании зеленых удобрений усиливается в пахотном слое почвы активация сапрофитной микрофлоры, играющей большую роль в минерализации

органического вещества, повышении биологической активности почвы, гумификации органики. Сапрофитная микрофлора является антагонистами почвенных грибов – возбудителей многих болезней культурных растений.

Зеленое удобрение является не только дешевой высококачественной формой органического удобрения, но и важным элементом чередования культур в специализированных севооборотах с ограниченным набором возделываемых культур (Завалин, Пасынков, Пономарев, 2002).

В несбалансированных севооборотах с высоким насыщением зерновых происходит накопление в почве грибов рода *Fusarium*, вызывающие корневые гнили. В исследованиях В. В. Гончар (2006), проведенных в Кубанском государственном аграрном университете, сидерация (бобово-овсяная смесь) оптимизировала развитие супрессивной микоты в ризосфере озимой пшеницы и активизировала механизм оздоровления почвы. Так, в день посева сидерата в пахотном слое почвы соотношение супрессивной микоты к патогенной было 1,2 : 1. При этом среди супрессивной микоты преобладали виды родов *Trichoderma* и *Actinomyces*, из патогенов – грибы рода *Fusarium*. После заделки сидератов вначале наблюдалось некоторое увеличение патогенов, но концу вегетационного периода (октябрь) соотношение восстанавливалось и составляло 3,4 : 1.

Использование сидерации особенно важно в севооборотах с большой долей зерновых. Так, по данным Ю. Н. Синих (2006), при насыщении полевого севооборота зерновыми культурами с 50,0 до 83,0 % заболеваемость озимой пшеницы и ячменя корневыми гнилями повышается соответственно на 19,0-27,0 и 8,6-11,3 %. Длительное использование пожнивной сидерации в специализированном способствует снижению заболевания растений корневыми гнилями на 22,4 %, а при дополнительном использовании соломы с сидератом – до 28,4 %.

Заделка сидеральной массы способствует увеличению в пахотном слое почвы численности грибов рода *Sucheleana* – антагонистов возбудителей корневых гнилей зерновых культур. По данным Ю. Н. Синих (2008), пожнивная сидерация белой горчицей уменьшает поражаемость ячменя и озимой пшеницы

корневыми гнилями в 1,5-1,6 раза. Сидерация способствует увеличению фунгистазиса почвы на 7,0-14,0 %, снижению инфекционного запаса на 23,0-34,0 % (Егошин и др., 2007).

По данным исследований В. Г. Лошакова (1987, 2006, 2007) применение в звене севооборота пожнивного зеленого удобрения на дерново-подзолистой почве Московской области способствует снижению поражаемости ячменя корневыми гнилями в 1,5-2,0 раза, клубней картофеля паршой обыкновенной – в 2,2-2,4, ризоктониозом – в 1,7-5,3 раза.

В опытах исследователей К. И. Саранина и В. Н. Федорищева (1990), проведенных на дерново-подзолистой почве НПО «Подмосковье», и К. К. Сатубалдина (1989), проведенных в Сибирском НИИСХ, крестоцветные сидераты снижали поражаемость ячменя корневыми гнилями на 20,0, яровой пшеницы – на 50,0-60,0 и озимой пшеницы (Нойт, 1990) – на 42,0 % по сравнению с контролем. По данным Д. С. Давлетшина (2006), корневые выделения крестоцветных культур также уничтожают целый ряд грибковых болезней зерновых хлебов и картофеля.

Исследователями отдела земледелия Калининградского НИИСХ при изучении влияния сидератов на урожайность озимой ржи и ячменя выявлено, что сидерация способствует уменьшению заболевания озимой ржи корневыми гнилями на 3,0-4,0, а ячменя – на 5,0-13,0 %, по сравнению с контролем (Малышев, Семенова, 2007).

Под влиянием сидерации отмечается увеличение численности актиномицетов, цитофагов, целлюлозы и других микроорганизмов – антагонистов возбудителей ризоктониоза и парши картофеля. Поражаемость клубней картофеля паршой обыкновенной при использовании поживной белой горчицы, по данным Ю. Н. Синих (2008), уменьшается в 2,2-2,4, ризоктониозом – в 1,7-5,6 раза.

Результаты исследований по совершенствованию системы удобрений картофеля с использованием сидератов (отава райграса, смесь райграса с сераделлой и редькой масличной, люпины многолетних, горький и желтый), проведенные на дерново-подзолистой почве Черниговской ГОХОС и серой лесной почве Брянской ГСХА, показали, что применение зеленых удобрений способствует уменьшению

заболевания клубней паршой обыкновенной и порошистой, ризоктониозом (Бердников, Косьянчук, 1999).

В исследованиях, проведенных в Западно-Казахстанском АТУ Э. Э. Браун (2007), использование озимой ржи на сидерат также уменьшает поражение клубней картофеля паршой и ризоктониозом.

Аналогичные результаты исследований отмечают также и другие авторы (Гайнуллин, 2007; Иванова, Соколова, 2005; Кашбулгайнов, 2006, 2006; Кирякова, Соснина, 1991; Марьина-Чермных и др. 2007; Немов, 2005; Синих, 2010; Старцева, 2005; Старыгина, Апаева, Замятин, 2008; Тамонов, Лукин, 1990; Quintana и др., 1990).

По данным исследователей ВНИИ картофельного хозяйства применение сидерации не только снижает заболеваемость растений болезнями, но и позволяет бороться с таким вредителем, как картофельной цистообразующей нематодой, являющейся карантинным объектом (Алимбетова, 2006; Федотова, 2007). Так, запашка зеленой массы донника желтого и люпина способствовала снижению численности личинок картофельной нематоды в пахотном слое почвы до 99,0 %.

А. А. Завалин, А. В. Пасынков и М. И. Пономарев (2002) изучив исследования А. И. Гончар, отмечают, что сидеральный многолетний люпин является эффективным средством в борьбе с колорадским жуком. Установлено, что алкалоиды люпина токсичны для данного вредителя, поэтому он на люпиновом поле не зимует. В связи с этим в первые два месяца вегетации картофеля, возделываемого после люпина, колорадского жука на посадках почти нет. И появляется он на картофельном поле несколько позже, не достигая высокой популяции.

Таким образом, управляя микробиологической деятельностью почвы путем внесения зеленого удобрения в картофелеводстве можно отвести пестицидам роль «второй линии обороны» (Алимбетова, 2006).

Сидерация играет весьма важную роль и в охране окружающей среды. Длительное применение зеленого удобрения снижает потери НРК от вымывания за счет его связывания с почвой, т.е. вертикальной миграции в осенне-зимний и ранневесенний периоды.

Во Франции, в серии полевых опытов (Barney, 1988) по изучению влияния использования сидерации на снижение загрязненности грунтовых вод нитратами было выявлено, что при посеве озимого рапса и райграса многоукосного на зеленое удобрение наблюдается уменьшение миграции азота и увеличение урожайности последующей культуры – кукурузы на 11,0-23,0 %.

По К. И. Довбану (1990, 1992) в Белоруссии на оголенных площадях ежегодно вследствие плоскостной эрозии и вертикальной миграции теряется около 70 тыс. т азота, 96 – калия, 150 – оксидов Са и Mg.

Большое количество элементов питания теряется на чистых парах. При длительном применении чистого пара на черноземах Казахстана и Сибири (Довбан, 1990) наблюдалась миграция нитратов на глубину до 3 м и более. При этом потери азота были тем выше, чем больше доля чистых паров в севообороте. В качестве самостоятельных паров или же промежуточных посевов сидераты являются важным звеном почвозащитной системы земледелия. При отсутствии такой системы хозяйствам наносится невосполнимый урон.

По данным Горского государственного аграрного университета, сидераты не только повышают плодородие почв, но и снижают их загрязнение. Так, в посевах амаранта с вязелом, высеянных отдельными полосами, содержание в почве никеля, по сравнению с контрольным вариантом, было ниже на 6,8, свинца – 5,6, меди – 4,6, цинка – 12,8 мг (Бекузарова и др., 2003).

В подавляющем большинстве рекомендуемые и применяемые схемы севооборотов имеют один недостаток: после раноубираемых зерновых культур поля часто пустуют до следующей весны, а при чистых парах – и летом. Отсутствие защитного покрова в течение осенних, весенних и летних месяцев является одной из причин водной и ветровой эрозии почв. И поэтому основным средством защиты полей от эрозии может быть только растительность.

Биомасса сидератов, выращиваемых как на занятом пару, так и пожнивно гасят энергию ливневых потоков дождей и вредное воздействие талых вод в ранневесенний период. Растительный покров зеленых удобрений также значительно предотвращает ветровую эрозию (Целовальников, 2006).

По данным трехлетних исследований Н. И. Зезюкова (1993) в условиях чернозема Воронежской области смыв плодородного слоя почвы в чистом пару в год составляет 33,3 т/га. А применение сидерации способствует снижению смыва почвы до 6,9 т/га.

Сотрудники Уральского НИИСХ в полевых опытах в качестве промежуточной сидеральной культуры использовали озимую рожь. По данным исследователей на сидеральном поле смыв почвы составлял всего 1,75 т/га, тогда как на чистом пару – 14,3 т/га в год (Бегулов, 1998).

Следовательно, применяя сидеральные пары, пожнивные и поукосные посевы сидеральных культур, мы можем довести до минимума вредное воздействие водной и ветровой эрозии, потери элементов питания в результате их миграции и смыва в более глубокие горизонты почвы.

Благоприятное влияние зелёных удобрений на плодородие почвы приводит к повышению урожайности следующих культур севооборота. Так, по данным М. П. Чуб и др. (2002), сидеральные пары с преобладанием бобового компонента по сравнению с черным паром увеличивают урожайность зерна культур севооборота на 10,5-11,2 %.

В. Ф. Кормилицыным (1999) установлено, что уже в год прямого действия зеленое удобрение может повышать урожайность культур на 30,0-70,0 %. Существенное положительное влияние на урожай культур обеспечивается и в последующие годы.

Согласно исследованиям Саратовского СХИ, использование гороха и тригонеллы в качестве зелёного удобрения на дерново-подзолистой почве способствует увеличению урожайности первой культуры севооборота после сидерата на 50,0, второй – 36,3, третьей – 19,8, четвёртой – 12,8 и пятой – 3,8 % (Кормилицын, Смотров, Симонова, 1998).

Р. Ю. Асхабовым (1986) отмечено, что в Центральном районе Нечерноземной зоны возможно насыщение севооборотов зерновыми культурами (озимыми и яровыми) до 83,0 % при условии применения гербицидов, расчетных норм удобрений, а также обязательном применении промежуточных посевов сидератов (на трех из

шести полей). При этом выход зерна с единицы площади севооборота бывает больше на 13,9 %.

По данным исследований А. Ю. Акимова (2005) на глубоковыщелоченном среднесуглинистом черноземе Тульской НИИ сельского хозяйства возделывание озимой пшеницы по сидеральному пару повышает продуктивность культуры на 11-12 % в сравнении с размещением по занятому пару без внесения минерального НРК и на 7 % – с применением удобрений.

В. М. Тужилин и М. Н. Новиков (1990), обобщая опыт хозяйств Белоруссии, Украины, Владимирской и Брянской областей России, отмечают, что использование бобовых сидератов обеспечивает прибавку урожайности озимой ржи на 6,0-9,0, гречихи – 4,0-8,0, картофеля – 60,0-90,0 ц/га, зеленой массы кукурузы и подсолнечника – соответственно на 50,0-110,0 и 80,0-150,0 ц/га. По воздействию на урожай культур севооборота сидераты не уступали подстилочному навозу.

Сидерация, по исследованиям В. В. Бузмакова (1988), устойчиво прибавляет урожайность озимых культур во всех районах Нечерноземной зоны. В среднем она составляет 4,0 ц/га и колеблется в пределах от 2,5 до 10,2 ц/га.

В опытах исследователей Пензенской государственной сельскохозяйственной академии использование сидерации повышало урожайность культур севооборота (Лебедева и др., 1998). Так, урожайность озимой ржи увеличивалась по сравнению с чистым паром (без удобрений) на 3,5-4,7, ячменя – 1,9-2,9 и проса – 2,5-2,6 ц/га.

По исследованиям К. Г. Шульмейстера и др. (1995), применение донника в качестве сидерата на каштановых почвах Нижнего Поволжья позволило получить прибавку урожая озимой ржи на 7,5-8,0 ц/га. Д. А. Кореньковым (1980) отмечено, что прибавка урожая озимой ржи от люпинового зеленого удобрения на песчаных почвах составляет 4,2, супесчаных – 4,7, на суглинистых – 7,7 ц/га.

Высокую эффективность сидерации отметили ученые Пермского СХИ Е. М. Кирякова и И. Д. Соснина (1991). По данным их исследований заплата зелёной массы рапса способствовала увеличению продуктивного стеблестоя озимой ржи и прибавке урожая зерна на 4,5-6,2 ц/га.

Т. М. Салова и И. В. Велюханов (1987) отмечают, что на дерново-подзолистых почвах Калининского СХИ использование на зеленое удобрение масличной редьки и белой горчицы способствует увеличению урожайности озимой ржи на 6,6-7,3 ц/га по сравнению с контролем. В среднем за 5 лет на дерново-подзолистой почве Новозыбковской опытной станции, по данным В. В. Бузмакова (1988), использование сидерации увеличивало урожайность озимой ржи 4,6-8,7 ц/га.

Исследователями Мордовской сельхозопытной станции И. Ф. Каргиным и Т. С. Чекайкиной (1978) отмечено, что на дерново-подзолистой почве сидерация способствует увеличению урожайности озимой ржи на 9,2-16,3 ц/га. Данные ВИУА (Новиков, Тамонов, Кондратьев, 1991) показывают, что бобовые сидераты обеспечивают прибавку урожая озимой ржи на 6,0-9,0, гречихи – 4,0-8,0, зеленой массы кукурузы и подсолнечника – соответственно 50,0-100,0 и 80,0-150,0 ц/га.

Обобщив результаты исследований и опыт хозяйств Белоруссии, Черниговской, Владимирской и других областей, К. И. Довбан (1986) отмечает, что сидераты обеспечивают прибавку урожая озимой ржи на 9,0, зерна гречихи – на 8,0-9,0, зеленой массы кукурузы и подсолнечника – на 50,0-80,0 и 150,0-200,0 и картофеля – на 60,0-90,0 ц/га.

На выщелоченных черноземах Красноярской лесостепи, по данным А. М. Берзина (1986), использование гороха на сидерат увеличивало урожайность озимой пшеницы на 5,9 ц/га по сравнению с неудобренным чистым паром. В опытах М. Ш. Бегулова (1998), проведенными на дерново-подзолистой почве ОПХ «Михайловское» Московской области, пожнивная сидерация обеспечивала повышение урожайности зерна озимой пшеницы на 8,9-13,6 и ячменя – на 8,7 %.

Использование в пару на сидерат кормовых бобов, пелюшки, чины, нута, вики и кукурузы на темно-серой лесной почве Курской ГСХА, по данным В. В. Нескордова и А. М. Куркина (2006), позволяет получать урожайность зерна озимой пшеницы на 0,21-0,36 т/га больше, чем при размещении ее по неудобренному пару.

Исследователями НИИ зернобобовых и крупяных культур А. П. Исаевым и А. М. Платоновым (1996) отмечено, что использование бобовых культур на зеленое

удобрение способствует прибавке урожая озимых на 5,0-7,0, гречихи – на 1,5-3,0 ц/га.

С. А. Усачевым и М. П. Чуб (1997) выявлено, что в условиях Саратовского чернозема применение сидерации также способствует повышению урожайности яровой пшеницы. С. Н. Зудилиным и Н. Н. Ельчаниновой (1997) отмечено, что в Самарском Заволжье применение сидерации на обыкновенных черноземах способствует увеличению урожайности последующей культуры – яровой пшеницы на 2,2-5,6 % по сравнению с черным неудобренным паром. Проведенные К. К. Сатубалдиным (1989) исследования в Сибирском НИИСХ показывают, что применение рапса на зеленое удобрение увеличивает урожайность яровой пшеницы на 2,4 и ячменя – на 5,4 ц/га.

В условиях Башкортостана (Хасанов, 1994), при использовании на обыкновенном черноземе гороха, рапса, донника на сидерат, прибавка урожая яровой пшеницы составила на 9,5-38,9 %, по сравнению с контролем. Причём, более эффективным был донник, который при высоком урожае зелёной массы по всей эффективности был эквивалентен внесению навоза в норме 40 т/га.

По данным исследователей Самарского НИИСХ И. А. Чуданова и О. В. Прокиной (2001) использование сидерации на черноземе засушливых районов лесостепной части Среднего Поволжья способствовало увеличению урожайности яровой пшеницы на 3,7 ц/га.

В полевых опытах Ю. Н. Ускова и В. К. Петрова (1984), проведенных на дерново-подзолистой почве Калининского СХИ, использование пожнивной белой горчицы на зеленое удобрение увеличило урожайность ячменя на 2,0-3,6 ц/га по сравнению с контролем. Проведенные В. Г. Лошаковым и др. (1987) исследования по изучению влияния пожнивной сидерации белой горчицей на урожайность ячменя на дерново-подзолистой почве учхоза РГАУ МСХА им. Тимирязева показали, что прибавка урожая составила в среднем за 6 лет 3,6 ц/га.

По результатам исследований Е. Ш. Дмитриевой (1990) видно, что внедрение в севооборот промежуточных посевов и использование их на зелёное удобрение на

дерново-подзолистой почве ТСХА позволяет увеличивать урожай ячменя в специализированном зерновом севообороте на 13,9 %.

Положительное влияние сидератов на плодородие почвы и урожайность культур может сохраняться в течение 3-6 лет, и зависит от количества запахиваемой растительной массы. Установлено, что уже в год прямого действия зеленое удобрение может повышать урожайность культур на 30,0-70,0 %. Существенное положительное влияние на урожай культур обеспечивается и в последующие годы (Кормилицын, 1999).

В исследованиях Е. Н. Колосовой (2003) сидеральные пары по своей эффективности приближались к унавоженному чистому пару не только на посевах озимой пшеницы, высеваемой непосредственно после них (прибавка урожая зерна составила 4,3-4,6 ц/га против 5,0 ц/га при внесении 40 т/га навоза), но и способствовали повышению урожайности гречихи, идущей после озимой пшеницы, на 1,8-2,0 ц/га против 3,9 ц/га по унавоженному пару. Замена унавоженного чистого пара сидеральным викоовсяным в сочетании с заправкой зеленой массы пожнивных культур обеспечила прибавку урожая гречихи на 0,3-0,8 ц/га.

По данным исследований В. Б. Беляк, И. Н. Зеленина, А. В. Чернышева (2008), проведенными на выщелоченном черноземе Пензенского НИИСХ, использование на сидерат вики яровой, редьки масличной и горчицы белой эквивалентно внесению в почву 27-32 т/га навоза и увеличивает урожайность зерна озимой пшеницы на 2,9-5,1 ц/га.

В севообороте, насыщенном зерновыми культурами до 75-100 %, зелёные удобрения, используемые как в сидеральном пару, так и пожнивно, положительно влияют на развитие культур севооборота и большему выходу зерна с единицы площади. Так, применение зелёного удобрения в севообороте с 83 % насыщением зерновыми культурами на дерново-подзолистых почвах Московской области повысило урожайность ячменя на 4,4-6,7 ц/га (Чалдаева, 1990).

Отделом земледелия Калининградского НИИСХ изучалось влияние сидератов люпина белого, клевера лугового и озимого рапса на урожайность ячменя. Ис-

следователи М. И. Малышев и С. И. Семенова (2007) выявили, что сидерация увеличивает урожайность зерна ячменя на 5,9-28,8 %.

По данным Ю. Н. Синих (2006), длительное использование пожнивной белой горчицы на сидерат в севообороте, насыщенном зерновыми культурами, увеличивает урожайность ячменя на 7,0 ц/га, а в сочетании с соломой позволяет получать 15,9 % прибавку урожая озимой пшеницы и 16,5 % – озимой ржи.

В исследованиях Р. А. Кашбулгаева (2006, 2006, 2006) использование пожнивно на сидерат рапса, сои и овса на лугово-бурой черноземовидной почве Дальневосточного государственного аграрного университета способствовало повышению урожайности зерна сои на 2,0-4,3 ц/га.

Применение на зеленое удобрение редьки масличной и донника желтого на светло-серой лесной почве Пензенской ГСХА позволило Е. Г. Куликовой (2005) получить урожайность зерна проса на 0,09-0,29 т/га выше контроля.

По данным исследователей ВНИИ зернобобовых и крупяных культур З. И. Глазова, В. И. Зотикова и А. Д. Задорина (2005) сидерация (горчица, вика, люпин) способствовала повышению урожайности зерна гречихи на 14,3-29,8, а проса – на 6-12,3 %

В Нижне-Волжском НИИСХ на каштановых почвах Нижнего Поволжья в биологизированном севообороте с донником на сидерат выход зерна в среднем десять лет был на 0,11 т/га больше по сравнению с контролем (Гаврилов, Жидков, Зеленов, 2008).

В исследованиях, проведенных Э. Э. Браун (2007) в Западно-Казахстанском аграрно-техническом университете, применение озимой ржи на зеленое удобрение в звене севооборота увеличивало урожайность картофеля на 28-52, гороха – на 16-18 ц/га.

В промежуточных посевах опыта Северо-Западного НИИСХ на дерново-подзолистой почве применение клевера на сидерат способствовало увеличению урожайности картофеля на 18,0 % (Попов, Аврова, 2001). По данным М. Н. Новикова, А. М. Тамонова и Г. К. Кондратьева (1991) использование сидерации способствует прибавке урожая картофеля на 60,0-90,0 ц/га.

При выращивании картофеля с использованием сидератов на дерново-подзолистой почве Черниговской ГОСХОС и серой лесной почве Брянской ГСХА А. М. Бердниковым и В. П. Косьянчук (1999) отмечено, что урожайность картофеля увеличивается до 1,5-1,7 раза. По сравнению с контролем было отмечено повышение в клубнях содержания крахмала на 55 %, на 2,0-4,0 мг % – витамина С, а товарность клубней увеличилась на 79,0-81,0 %.

А. М. Тамонов (2008), изучив в течение четырех лет влияние сидерата – люпина узколистного на продуктивность картофеля во ВНИИПТИОУ, отмечает, что сидерация способствует увеличению урожайности картофеля в среднем на 50,0 ц/га.

Исследователями М. А. Плиевым и С. А. Бекузаровой (2004) отмечено, что последовательный с интервалами посев трех видов люпина (желтого, белого и узколистного) и последующая их запашка осенью обеспечивает прибавку урожая картофеля на 4,7-7,6 ц/га по сравнению с другими видами и сроками сева люпина.

Использование сидерации (люпин узколистный, фацелия, рапс) в условиях Камчатки Н. И. Ряховской и Н. М. Шалагиной позволило получить урожайность картофеля на 13,0-17,0 ц/га больше, чем при возделывании культуры по чистому пару (2008). В опытах В. Г. Лошакова (2007) использование сидерации способствовало увеличению урожайности картофеля на 49,8 %.

По данным исследователей Ивановского НИИСХ В. А. Алексеева и Н. Н. Майстренко (2008) применение на зеленое удобрение горчицы белой в смеси с редькой масличной и сурепицей озимой обеспечивает прибавку урожая картофеля на 53,0-58,0 %.

Повышение урожайности картофеля при использовании сидерации отмечено также другими исследователями (Алещенко, Воронова, 1995; Бердников, Косьянчук, 1999; Довбан, 1986; Лошаков, Кружков, 1978; Майстренко, 2010; Свист, Марухленко, 2010; Возняковская и др., 1999; Федотова и др., 2007; Хохлов, 1990; Хромова, Замяткин, Буздран, 2009).

В целях увеличения почвенного плодородия и урожайности культур севооб-

орота широко применяют сидеральные культуры и за рубежом: во Франции, Германии, Великобритании, Нидерландах, США, Китае, Индии, Японии и других странах.

В Германии на зеленое удобрение используются около 30 видов различных культур. Это, в основном, клевер, люпин, сераделла, вика, кормовые бобы, пелюшка, масличная редька, рапс, горчица, сурепица, фацелия и др. Так, по данным германских ученых (Kessel, 1991), зеленое удобрение рапса и масличной редьки повышало урожайность озимой пшеницы на 11,0 %.

В Англии используют в основном на сидераты кормовой редис, рапс, белую горчицу и др. При использовании сидерации, по данным исследователей Англии, был собран урожай ячменя, равный тому, который получили при внесении 62,0 кг/га азота, что давало дополнительную прибавку урожая без каких либо затрат на минеральное удобрение (Meyer, 1990).

Во Франции в качестве зеленого удобрения широко применяют также крестоцветные культуры: кормовой редис, рапс, горчицу белую и др. При использовании ярового рапса наблюдалось увеличение зелёной массы кукурузы на 11,0-23,0 % больше по сравнению с контролем (Barney, 1988).

В Канаде запашка в конце октября клевера и люцерны, в среднем за 5 лет, увеличила урожай зерна первой культуры – кукурузы с 65,0-69,0 (контроль) до 77,0-86,0, второй – с 41,0 до 45,0-46,0 ц/га (Entrup, 1989).

Положительное влияние сидерации на урожайность сельскохозяйственных культур отмечают также еще многие зарубежные исследователи (Douchton, 1990; Jon, 1990; Kundler, 1986; Regonold, 1990).

Одновременно с повышением урожайности культур севооборота зеленые удобрения улучшают и его качество. Увеличение содержания белка в зерне озимой ржи отмечают В. Ф. Моисеенко и Н. И. Белоус (1996) – белковость зерна увеличилась на 0,5 %.

В опытах Казанской ГСХА было установлено, что наибольшая масса 1000 семян и содержание сырой клейковины были на фоне совместного использования соломы и сидератов (Хабибрахманов, Ахметзянов, 2004).

По данным М. Ш. Бегулова (1998), применение сидерации на дерново-подзолистой почве Московской области повысило хлебопекарные качества озимой пшеницы (упругость теста, его объемный выход), увеличило содержание белка в зерне ячменя на 0,6 % и выход перловой крупы № 1 на 3,5-4,7 %.

При использовании вики яровой, редьки масличной и горчицы белой на сидерат в звене севооборота, по данным исследователей Пензенского НИИСХ (Беляк, Чернышев, 2008), улучшается качество зерна озимой пшеницы – содержание протеина увеличилось на 0,7-0,8, клейковины – на 1,9-2,1 %.

Использование сидерации (донник желтый), по данным исследований Р. Е. Елешева (2006, 2006), проведенным в Казахском национальном аграрном университете, способствует увеличению содержания клейковины в зерне озимой и яровой пшеницы на 5,0 %, а белка – соответственно на 0,7 и 1,1 %.

В исследованиях М. А. Плиева и С. А. Бекузаровой (2004) отмечено, что при применении сидерации в клубнях картофеля повышалось содержание крахмала при отсутствии вредных доз нитратов и нитритов. Увеличение кулинарных и вкусовых качеств клубней картофеля при использовании зеленого удобрения отмечает также и Э. Э. Браун (2007).

Исследователи ВНИИ картофельного хозяйства Л. С. Федотова и др. (2007) отмечают также, что сидерация (донник, люпин) не только повышает урожайность картофеля, но и увеличивает содержание в клубнях сухого вещества, крахмала, белка, витамина С и улучшает вкусовые качества.

Итак, результаты исследований отечественных и зарубежных ученых показывают, что использование сидерации повышает плодородие почвы, улучшает фитосанитарное состояние агроценоза, способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур и повышению ее качества, что подтверждают еще ряд других исследователей (Айдиев, Шумаков, 2005; Алещенко, Воронова, 1995; Берзин, Чупрова, Волошина, 1994; Берзин, Шпедт, 2001; Богданов, Ахметшин, 1989; Васильев, 1991; Глушков и др., 2009; Гришин, Брысозовский, 2010; Егошин и др., 2007; Еськов, 2008; Зеленев, 2009; Зеленин, Шабурова, Зеленина, 2009; Зеленин, Чернышов, 2011; Зеленский и др., 2007; Лебедева и др., 1998; Каргин, Чекайкина,

1983; Каширин, Плетнева, 1987; Кормилицын, Смотров, Симонова, 1998; Крючков, Потапова, Марочкин, 2010; Лисина, Цветков, Морозов, 2012; Литвинцев, Кобзева, 2014; Лошаков, Кружков, 1978; Лошаков, 2006, 2007; Луганцев и др., 2009; Макаров, 1994; Минченко, Семенов, 2010; Новоселов и др., 2012, 2013; Назаров, Бикбулатов, 1996; Огородникова, 2002; Пискунова, Федорова, Ершова, 2012; Постников, 2010, 2010; Рыбакова, Усова, 1988; Ряховская, Шалагина, 2008; Салихов, 2010; Середа, Хайруллин, Петрова, 2007; Заикин и др., 1997; Синих, 2010; Скорочкин, Брюхова, 2011; Смутнев, 2005; Сорокин, 2008; Сухов, Беленко, Гулин, 1996; Тимонов и др., 2011; Тиранов, Тиранов, 2011; Хлебников, Макаров, Маслова, 1994; Чичкин, 2007).

1.3. Эффективность видов и способов использования зеленых удобрений

В зависимости от климатических условий (количества тепла, осадков, условий года), а также гранулометрического состава почвы, наличия удобрений и семян можно высевать в качестве сидератов разные культуры.

В последние годы научные учреждения рекомендуют для использования на сидерат в самостоятельных и промежуточных посевах широкий набор культур интенсивного типа, которые способны быстро расти и накапливать большое количество органического вещества. Это: из бобовых – многолетний и однолетний люпины, сераделла, донники, озимая и яровая вика, горох посевной и полевой, астрагал, чина, клевер, чечевица, эспарцет, соя; из злаковых – озимая рожь, райграс однолетний и многолетний; из крестоцветных – горчица, озимый и яровой рапс, озимая сурепица, масличная редька, а также растения из других семейств (Довбан, 1992; Лебедева, 2000; Тужилин, 1991; Чуб, 2002).

Сидераты можно использовать, как в одновидовых посевах, так и в виде смесей. Преимущество сидеральных смесей перед первыми проявляется, прежде всего, на величине и качестве биомассы. Чем ниже отношение углерода к азоту в биомассе сидерата, тем интенсивнее она разлагается и обогащает почву питательными веществами. В зеленой массе капустных культур отношение С : N составляет 16 :

19, а у бобовых – 11 : 14, поэтому при добавлении бобового компонента в смесь сидеральная масса становится более ценной и уравновешенной по химическому составу. Бобовый компонент минерализуется быстрее и становится для растений питанием первой очереди.

С другой стороны, достоинство компонентов из семейств Gramíneae и Brassicáceae проявляется не только в том, что растения используют их на более поздних этапах своего развития, но и в том, что при разложении биомассы этих сидератов с широким отношением углерода к азоту почвенная микрофлора поглощает излишне минерализованный азот бобового компонента и этим самым уменьшает его непроизводительные газообразные потери (Алексеев, 2008).

Культуры, используемые на зеленое удобрение, по-разному влияют на свойства почвы. Бобовые культуры, обладая уникальной способностью фиксировать азот атмосферы и приводить его в доступные для растений соединения, в значительной степени удовлетворяют потребность почвы в азоте (Завалин, 2002). Примечательно, что важные представители мотыльковых с их глубокой корневой системой могут также проникать в более тяжелые уплотненные почвы, рыхлить и осваивать их (Почва ..., 2002).

Исследования, проведенные Н. И. Картамышевым и др. (2007) на среднесуглинистой темно-серой лесной почве Курской ГСХА, показали эффективность использования на зеленое удобрение кормовых бобов, чины, нута и вики мохнатой.

Об эффективности применения бобовых культур – люпина, вики, бобов на сидерат отмечал еще древнеримский государственный деятель и писатель Катон Старший (Скорняков, 1979).

Злаковым культурам принадлежит ведущая роль в улучшении водного и воздушного режимов почвы. Злаки улучшают структуру тяжелых почв, разбивая их на мелкие комочки, и увеличивают водоудерживающую способность легких почв, насыщая их органическим веществом.

Растения семейства капустных – рапс, горчица и редька, выращенные как сидерат, не только повышают плодородие почвы, но и служит профилактическим

средством против распространения болезней и вредителей. Их пожнивные корневые остатки в значительной степени сдерживают развитие и накопление грибной инфекции в почве, что особенно важно, например, при выращивании картофеля (Родинова, 2002).

При выборе той или иной сидеральной культуры следует учитывать также и экономические показатели хозяйства. Особое внимание необходимо обращать на семеноводство, поскольку стоимость семян будет играть главную статью расхода при возделывании культур на зелёное удобрение.

Значительный интерес представляют мелкосемянные крестоцветные культуры с коэффициентом размножения от 1 : 50 до 1 : 100. Они менее требовательны к плодородию и водно-физическим свойствам почвы. К таким культурам можно отнести озимый и яровой рапс, белую горчицу, масличную редьку, сурепицу. Они распространены в основном в зоне дерново-подзолистых почв, хотя используются и в лесостепной зоне, удаются также на оподзоленных чернозёмах и серых лесных почвах (Стемальщук, 1989).

Эффективность возделывания крестоцветных культур на зелёное удобрение в условиях Нечерноземья России подтверждают многие исследователи (Бузмаков, 1988; Кондратьев, Новиков, 1990; Лошаков, 1987; Тамонов, Лукин, 1990; Тужилин, Новиков, 1990).

Коэффициент размножения бобовых значительно ниже, чем крестоцветных и, следовательно, стоимость семян выше. Положительной стороной бобовых является то, что под них не нужно вносить азотные удобрения, тогда как под крестоцветные необходимо давать не менее 60,0-90,0 кг/га минерального азота (Довбан, 1990). В результате себестоимость тонны зелёной массы сидератов может выравниваться.

Необходимо учитывать при планировании размещения сидеральных культур и степень увлажнения почв того или иного района, условия требований культур к влаге. Так, например, во многих районах Австралии (Bazan, 1991), где почвы страдают от засоленности и близкого залегания грунтовых вод, применяют в качестве сидерата просо, как наиболее устойчивую культуру к переувлажнению почв.

На зеленое удобрение можно применять смешанные посевы растений нескольких семейств, обычно смесь культур бобовых с небобовыми. При этом, выращивать зеленое удобрение можно по следующим способам:

1. Самостоятельно, если площадь занимают сидеральными растениями с весны, почти весь вегетационный период. Самостоятельные посевы зеленых удобрений рекомендуют применять на неокультуренных низкоплодородных почвах. Для ускорения окультуривания таких почв сидерацию сочетают с применением минеральных удобрений, навоза и различных компостов.

2. Возможно проводить уплотненные посевы сидератов, представляющие собой совместное выращивание на одном поле, в течение периода весна-лето-осень, какой-либо основной полевой культуры и сидерата. В этом случае в зависимости от сроков посева сидерата, до уборки или после уборки основной предшествующей культуры, различают подсевную и пожнивную (поукосную) культуру сидератов.

3. Укосно, когда зеленое удобрение выращивают на одном месте, а запахищают в другом.

4. Отавное, когда первый укос используется на хозяйственные нужды, а на зеленое удобрение – отава. Используют отавное удобрение в основном на почвах подзолистых, легкого механического состава.

5. Сидераты могут занимать не весь участок, а только его часть в виде полос. При этом на участке чередуют полосы различной ширины, занятые основной культурой и сидератами. Причем зеленую массу сидератов используют как удобрение на соседней полосе. Этот способ рекомендуют использовать в садах, чайных и других плантациях.

Нужно принять во внимание при этом и биологические особенности сидеральных культур, продолжительность вегетационного периода. С учетом агроклиматических условий зон нужно более дифференцировано подходить к срокам посева культур, высеваемых промежуточно.

Промежуточные посевы культур на зеленое удобрение особенно эффективны, и отвечают требованиям биологического земледелия по получению экологически безопасного продукта. При планировании промежуточных сидеральных

культур необходимо учитывать условия влагообеспеченности культур, то есть степень увлажнения того или иного района, и биологические особенности культуры, продолжительность вегетационного периода.

Способ применения зелёного удобрения в хозяйстве зависит от его специализации и агроклиматических условий. При окультуривании почв, особенно на отдалённых от животноводческих ферм полях, а также на вновь освоенных землях, после соответствующих мелиоративных работ, необходимо запахивать всю растительную массу сидерата. На более окультуренных почвах и при недостатке кормов применяют двустороннее использование сидератов: надземную массу убирают на корм, а корневые и пожнивные остатки с отросшей отавой запахивают на удобрение.

Немаловажное значение для показателей плодородия почвы и действия сидеральных культур на последующие культуры имеет способ заделки в почву зелёной массы сидерата.

Исследователями Казанского СХИ Х. Х. Хабибрахмановым и М. Р. Лотфулиным (1994) отмечено, что использование рапса на зелёное удобрение, с предварительным измельчением его надземной массы КИР-1,5 и последующей запашкой в дерново-подзолистую почву, повышает урожайность озимой ржи на 1,5-1,8 ц/га, по сравнению с прикатыванием без измельчения с последующей запашкой зелёной массы. Прибавка урожая при мелкой (14-16 см) заделке плугом, по сравнению с глубокой (20-25 см), составила 1,4-1,7 ц/га. Лучшее качество посева озимой ржи, более полные всходы были получены после поверхностной заделки (14-16 см) биомассы сидерата. Сочетание поверхностной заделки с последующим плоскорезным рыхлением способствовало формированию более высокой урожайности озимой ржи, по сравнению с другими способами.

В Пензенском НИИСХ на выщелоченном черноземе, по данным И. Н. Зеленина, Г. В. Шабурова и О. Н. Зелениной (2009), изучали влияние трех способов заделки биомассы сидератов: вспашка на глубину 24-26 см, дискование в два следа на глубину 10-15 см, лущение на глубину 8-10 см. Было установлено, что наиболее эффективно биомассу сидератов запахивать на глубину 24-26 см.

Подобный способ заделки биомассы сидеральных культур рекомендуют также Р. С. Шакиров (1999), А. М. Тамонов (1992), А. М. Берзин и А. А. Шпедт (2001).

Положительное влияние поверхностной заделки сидерата отмечено и исследователями Бельгийского Королевского института свекловодства (Sotakova, 1987). При внесении зелёной массы бобовых в нижнюю часть пахотного слоя они обнаруживали восстановление железа, появление глея и образование токсичных сернистых соединений. Для повышения эффективности зелёных удобрений ими рекомендовано измельчение, подвяливание и внесение зелёной массы в поверхностный слой почвы.

С другой стороны, С. С. Сдобниковым (1988), С. С. Сдобниковым и И. Г. Мельцаевым (1998) отмечено преимущество глубокой заделки органических удобрений ярусным плугом ПЯ-3-35 прослойкой на 22-27 см. Показано, что на дерново-подзолистой почве при глубокой запашке замедляется минерализация органического вещества и при недостатке кислорода усиливается накопление гумуса, обеспечивается улучшение агрохимических и водно-физических свойств почвы. Так, содержание гумуса увеличивалось на 17,0-18,0 % по сравнению с обычной вспашкой, снижалась плотность почвы, повышалась общая пористость и влагообеспеченность, повышалось содержание нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия. Глубокая послойная заделка органических удобрений увеличивала время их действия в два раза по сравнению с традиционной запашкой и в три раза – с дисковой заделкой.

Как считает В. И. Хохлов (1990), преимущество глубокой запашки биомассы сидеральных культур заключается еще и в том, что предупреждается отрастание сидератов.

Очевидно, способ заделки биомассы сидеральных культур в почву зависит от вида последующей культуры звена севооборота и расчета периода действия этого вида удобрения. Так, например, под озимые культуры, идущие по сидеральным парам, целесообразнее запахивать в верхние, хорошо аэрируемые слои почвы, где

процесс минерализации органического вещества идет интенсивнее (Берзин, Чупрова, Волошин, 1994; Тюрин, 1965), чем обеспечивается доступ растениям элементов питания в ранние периоды роста и развития.

Срок заделки в почву биомассы зеленых удобрений перед посевом основной культуры влияют на эффективность самой сидерации. В первые две недели после заделки сидератов в начальный период разложения зеленой массы в почве под действием микрофлоры накапливаются токсические вещества в повышенной концентрации, как продуктов минерализации, так и метаболитов микроорганизмов (Возняковская, Попова, Попова, 1993). И это заметно снижает всхожесть и энергию прорастания семян последующей культуры.

Установлено, что ранняя (июнь, июль) заделка зеленой массы в сидеральном паровом поле вызывает вспышку минерализационных процессов и непродуктивный расход углеродов и азота. С другой стороны, ранняя заделка удобрений обеспечивает большее накопление влаги в паровом поле, что очень важно в зонах с условиями недостаточного увлажнения.

Поздняя (август, сентябрь) сидерация в паровом поле позволяет в значительной мере избежать непродуктивных потерь углерода и азота вносимых удобрений, так как интенсивность минерализационных процессов в конце лета и начале осени заметно снижается. Однако поздняя заделка предполагает длительное возделывание культуры, при этом существует опасность иссушения почвы. Потеря влаги в результате удлинения периода вегетации сидеральной культуры негативно сказывается на урожае следующего года (Берзин, Шпедт, 2001).

В засушливые годы заделка сидератов может быть неэффективной, а иногда даёт отрицательный результат. Это часто наблюдается в сидеральных парах, когда биомассу запахивают с опозданием – незадолго до посева озимых культур.

Поэтому сидераты, выращиваемые как парозанимающие культуры, следует запахивать примерно за 25-30 дней до посева основной культуры, что способствует уменьшению токсичности продуктов разложения биомассы сидеральных культур и, самое главное, накоплению влаги. При этом, даже при засушливом лете, количество влаги в почве занятых паров бывает близким к показателям раннего чистого

пара (Алексеев, 1957; Давлетов, 1991; Заикин и др., 1997).

Под яровые культуры с целью сохранения влаги сидераты лучше запахивать поздно осенью или рано весной. За осенне-зимний и ранневесенний периоды в почве восстанавливается оптимальная влажность, необходимая для нормальных всходов и развития яровых культур и создаются лучшие условия для сохранения и накопления органического вещества, азота (Довбан, 1990; Яговенко, Такунов, Ивашкина, 1997; Fischer, 1991; Groya, Sheaffer, 1986).

Так, при запашке биомассы донника под яровую пшеницу в конце августа – первой половине сентября, по исследованиям А. А. Шпедт (1998), проведенным на черноземах Краснодарского края, эффективность зеленого удобрения была наилучшей. Сидераты увеличили в почве содержание лабильных гумусовых веществ и нитратного азота. А за осенне-зимний и ранневесенний периоды в почве восстанавливалась оптимальная влажность, необходима для нормальных всходов и развития яровых культур.

Во всех случаях заделывать сидераты лучше в период максимального накопления ими биомассы (цветение – начало плодообразования), так как в более поздние сроки растения грубеют и медленно разлагаются в почве. Кроме того, возникает опасность засорения поля семенами сидератов (Анисимова, 2002; Марковский, 1999).

Возможности применения сидерации в нашей стране огромны. Земли, пригодные для сельскохозяйственного использования, занимают 605 млн. га, в том числе более 228 млн. га – пашня (Довбан, 1990; Довбан, Довбан, Бардников, 1992). Однако продуктивность сельскохозяйственных угодий остаётся ещё низкой. Внедрение сидеральных культур в структуру севооборота позволит повысить плодородие почвы и значительно поднять продуктивность сельскохозяйственных культур.

Однако, несмотря на высокую значимость применения сидерации в поддержании и повышении почвенного плодородия, широкого распространения зеленое удобрение в целом по стране и в Республике Марий Эл, в том числе, до настоящего времени не получило. В сложившихся хозяйственно-экономических условиях значение сидерации должно возрастать.

В программу исследований входило изучение влияния сидерации на плодородие почвы, урожайность и агрофитоценоз сельскохозяйственных культур при освоении залежных земель в условиях дерново-подзолистой почвы восточной части Нечерноземной зоны Российской Федерации. Предусмотренные планом исследования подтвердили значимость применения сидератов и позволили достичь цели исследований, результаты которых будут рассмотрены в последующих главах.

2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Почвенные и климатические условия

Волго-Вятский экономический район расположен в умеренном природно-сельскохозяйственном поясе Российской Федерации, протянулся с юго-запада на северо-восток более чем на 900 км, и охватывает лесную и лесостепную почвенно-климатические зоны страны, включает Республики Марий Эл, Мордовия и Чувашия, а также Кировскую и Нижегородскую области. При этом большая часть Кировской и северная часть Нижегородской областей, а также Республики Марий Эл находятся в Среднерусской южно-таежной лесной зоне преимущественно с подзолистыми и дерново-подзолистыми почвами, а территория Республик Мордовия и Чувашия, южная часть Нижегородской области, восточные и юго-восточные районы Республики Марий Эл – в лесостепной зоне с серыми лесными почвами и оподзоленными и выщелоченными черноземами.

Почвенный покров Волго-Вятского района на 67,5 % представлен дерновыми и подзолистыми почвами всех подтипов, на 16,7 % – серыми лесными, на 6,7 % – черноземами, остальные 9,6 % – торфяными, торфяно-болотными, торфяно-глеевыми и аллювиальными почвами. Гранулометрический состав почв сельскохозяйственных угодий на 39,4 % представлен тяжелосуглинистыми и глинистыми почвами, на 46,7 % – суглинистыми и на 13,9 % – супесчаными и песчаными почвами. Более 60 % площади сельскохозяйственных угодий района имеют кислую реакцию почвенной среды и поэтому нуждаются в известковании. Почти пятая часть – 19,1 % площади сельскохозяйственных угодий избыточно увлажнена, 8 % – залесена и закустарена. Около четверти сельскохозяйственных угодий нуждаются в мелиоративном улучшении (Заикин и др., 2004).

Гидрологическая сеть Волго-Вятского района хорошо развита. В нее входят бассейны рек Волги, Вятки и Оки с крупными водохранилищами, озера, болота и другие водоемы. Климат района характеризуется как умеренный, с переходом от ниже среднего обеспечения теплом на севере в южно-таежной лесной зоне (сумма

активных температур 1800-1900 °С) до средней обеспеченности теплом в лесостепной зоне (сумма активных температур 2200-2300 °С) при достаточно хорошем обеспечении влагой – ГТК по Селянинову от 1,0 до 1,6 (Зайкин и др., 2004).

Республика Марий Эл расположена на востоке Европейской части Российской Федерации, в средней части бассейна Волги между 57°20' и 55°51' с. ш. и 50°15' и 45°40' в. д. от Гринвичского меридиана (Агроклиматический ..., 1961). Она находится на стыке двух природных зон: лесной и лесостепной. Левобережная часть республики относится к южной полосе лесной зоны, а правобережная – к северной подзоне лесостепи (Агроклиматические ..., 1972; Смирнов, 1968).

Территория республики вытянута в широтном направлении: расстояние от крайней западной до крайней восточной точки составляет 275 км, а от крайней северной до крайней южной – 150 км. Общая площадь, занимаемая республикой, составляет 23,3 тыс. км² (Агроклиматические ..., 1972). С севера Республика Марий Эл граничит с Кировской областью, с востока – с Кировской областью и Республикой Татарстан, с юга – с Республикой Чувашия и частично с Татарстаном, а с запада – с Нижегородской областью.

Почвенный покров Республики Марий Эл складывается из большого числа видов почв. Наиболее распространенным являются дерново-подзолистые различного механического состава, возникшие в результате сочетания подзолистого и дернового процессов почвообразования. Они составляют основной фон почвенного покрова республики. 88,6 % пашни представлены дерново-подзолистыми почвами (Интенсификация ..., 1990).

Дерново-подзолистые почвы по гранулометрическому составу в западных, центральных и южных районах левобережья – супесчаные и песчаные, в северных, северо-восточных и восточных районах – средне- и легкосуглинистые, в правобережье Волги – легкосуглинистые. По степени оподзоленности почвы – слабо-, средне- и сильноподзолистые. Эти почвы характеризуются в основном невысоким содержанием гумуса (0,97-2,36 %), элементов питания, невысокой емкостью поглощения (4,6-25,4 мг экв./100 г п.) и кислой реакцией ($pH_{\text{кол.}}$ – 4,0-5,6).

Кроме подзолистых почв под влиянием лугово-болотной растительности в

условиях избыточного поверхностного или грунтового увлажнения образовались дерново-глеевые тяжелосуглинистые почвы, что составляет 5,7 % пашни. Значительные их массивы расположены в бассейнах рек Ветлуги и Рутки. Массивы меньших размеров встречаются по всей Марийской низменности. В поймах рек Волги и Ветлуги развиты аллювиальные почвы. Их доля в площади пашни составляет 0,7 %.

В северо-восточных и восточных районах республики, в хребтовой возвышенности Марийско-Вятского вала встречаются дерново-карбонатные почвы, составляющие 2,6 % пашни. По гранулометрическому составу эти почвы в основном тяжелосуглинистые.

На юге правобережья и северо-востоке республики имеются массивы серых лесных почв, являющиеся по природе самыми плодородными в республике. Они занимают 2,4 % пашни. Преобладают светло-серые оподзоленные, средне- и легкосуглинистые по гранулометрическому составу.

Особенностью большинства почв Республики Марий Эл является их бесструктурность и подверженность смыву стекающей дождевой и талой снеговой водой. Особенно сильно смываются и размываются уплотненные глинистые и суглинистые почвы, в меньшей степени – песчаные.

В западной половине и в центральных районах наблюдается несколько меньше водной эрозии. В северо-восточной части, где рельеф местности более пересеченный и где много оврагов и балок, эрозионные процессы развиты значительно сильнее.

Почва опытного участка дерново-подзолистая малогумусная среднесуглинистая на бескарбонатных покровных суглинках. По степени окультуренности относится к среднеокультуренным.

Морфологическое описание почвенного разреза следующее:

$A_{\text{пах}}$	0-25 см	Пахотный (P) горизонт; светло-серый, среднесуглинистый,
	25	пылевато-комковатый, влажный, уплотненный, обильно пронизан корнями трав, новообразований не отмечено, переход к горизонту A_2B ясный;

A ₂ B	<u>25-43</u> см 18	Переходный – элювиально-иллювиальный (BEL) горизонт; светло-бурой пестрой окраски с белесой присыпкой кремнезема, среднесуглинистый, ореховато-плитчатый, слоеватый в скоплениях кремнезема, свежий, плотный, корней значительно меньше, новообразования – присыпка кремнезема по граням структурных отдельностей, переход к горизонту В ₁ постепенный;
В ₁	<u>43-65</u> см 22	Иллювиальный горизонт (BT); серовато-бурый, тяжелосуглинистый, мелко-ореховатый, по граням присыпка кремнезема, свежий, плотный, корней меньше, новообразования – присыпка кремнезема по граням структурных отдельностей, Fe-Mn конкреции, переход постепенный;
В ₂	<u>65-106</u> см 41	Иллювиальный горизонт (BT), бурый, тяжелосуглинистый, ореховатый, присыпки кремнезема по граням меньше, чем в горизонте В ₁ , влажный, очень плотный, единичные корни, переход постепенный;
В ₃	<u>106-164</u> см 58	Иллювиальный горизонт; желто-бурый, среднесуглинистый, ореховато-призматический, влажный, пористый, корней нет, переход постепенный;
С	<u>164-200</u> см 36	Материнская почвообразующая (С) порода; желтоватый, бесструктурный покровный легкий бескарбонатный суглинок, сырой, плотный.

Почвенный покров опытного поля сформировался в результате подзолистого и дернового процессов почвообразования, причем дерновый процесс получил значительное развитие, поэтому на пашне подзолистый горизонт (А₂) не сохранился, а пахотный слой имеет светло-серый цвет и пылевато-комковатую структуру в результате его припашки.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя почв опытных участков в годы исследований представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пахотного слоя почв опытных участков

№ п/п	Показатели	Характеристика
1.	Мощность пахотного горизонта, см	23,0-25,0
2.	Содержание гумуса, %	1,8-2,2
3.	Содержание щелочно-гидролизуемого азота, мг/кг*	73-144
4.	Содержание подвижного фосфора, мг/кг*	181-320
5.	Содержание обменного калия, мг/кг*	112-215
6.	Кислотность (рН _{сол.})	6,0-6,1

* Показатели содержания НРК по годам исследований представлены в приложениях: 18-21.

Формирование и получение высоких, стабильных урожаев сельскохозяйственных культур в определяющей степени зависит от погодных и климатических условий региона (Деревянко, 1989; Каюмов, 1989; Панников, Минеев, 1977; Погода ..., 1990; Трухан, Спивак, 1985). Климат Республики Марий Эл – умеренно-континентальный, характеризуется сравнительно жарким летом и морозной зимой с устойчивым снежным покровом.

По оценке тепла и влагообеспеченности, условиям перезимовки и другим показателям погоды территорию республики подразделяют на четыре агроклиматических района: центральный, северо-восточный, юго-восточный и правобережье реки Волга (Интенсификация ..., 1990). Поскольку полевые опыты закладывались на территории центрального агроклиматического района, рассмотрим его погодные условия.

Центральный агроклиматический район в климатическом отношении можно охарактеризовать как умеренно-теплый. Среднегодовая температура обычно составляет 2,5 °С. Средняя месячная температура воздуха самого теплого месяца (июль) составляет 18,2 °С, а самого холодного месяца (январь) колеблется от -14,0 до -13,7 °С.

Средняя продолжительность теплого периода года (с температурой воздуха выше 0 °С) равна в обычные годы 205 дней, холодного (с температурой ниже 0 °С)

– 160 дней. Устойчивый переход температуры воздуха выше 0 °С начинается весной 5 апреля и ниже осенью – 28 октября.

Основным показателем условий роста и развития растений является сумма температур за период вегетации. Вегетация растений весной начинается с переходом среднесуточной температуры воздуха выше +5 °С, примерно, 20-22 апреля. Вегетационный период в среднем составляет 170 дней. Сумма эффективных температур составляет 2300-2400 °С.

Период с температурой выше 10 °С начинается 7-9 мая и заканчивается 15-17 сентября. Сумма активных температур составляет 2000-2100 °С. Продолжительность периода с температурой воздуха выше 10 °С, по средним многолетним данным, составляет 130-132 дня. Чем раньше весной происходит переход температуры через 10 °С, тем больше ожидается сумма активных температур.

В отдельные годы период вегетации сокращают поздние весенние и ранне-осенние заморозки. Чем позднее отмечаются весенние заморозки, и чем продолжительнее теплый период перед ними, тем губительнее действие заморозков. Продолжительность безморозного периода воздуха (от последнего весеннего – 18 мая до первого осеннего – 18 сентября) составляет по средним многолетним данным 124 дня. На поверхности почвы безморозный период несколько короче и составляет 108 дней.

В распределении осадков по территории республики не проявляется закономерность колебания их количества в зависимости от агроклиматического района. Территория республики относится к зоне неустойчивого увлажнения. Отмечаются годы и сезоны с достаточным, иногда с избыточным, увлажнением, а иногда – засушливые. Большая часть годового количества осадков выпадает в течение теплого периода года (с апреля по октябрь) и составляет в среднем 384 мм. Всего же за год, по средним многолетним данным, составляет 540 мм. Самое большое количество осадков отмечается в июле – до 60-70 мм.

Нередко на территорию республики вторгаются сухие континентальные воздушные массы с юго-востока. Если это бывает весной, то наступают засушливые

условия, а зимой – оттепели. При прохождении циклонов с юга, юго-запада и юго-востока в холодный период наблюдаются сильные метели и снежные бураны.

Представления об условиях увлажнения дает гидротермический коэффициент (ГТК). В основном условия влагообеспеченности сельскохозяйственных культур, судя по ГТК, равный за период со среднесуточной температурой выше 10 °С 1,1-1,2, в республике хорошие и удовлетворительные.

Устойчивый снежный покров образуется во второй декаде ноября. В отдельные годы сроки образования снежного покрова могут отклоняться на 2-3 недели в ту или другую сторону от средних дат. Средняя высота снежного покрова к концу зимы достигает 40-50 см. Снежный покров в среднем залегает 155-158 дней и является основным источником пополнения запасов влаги к началу вегетационного периода растений. Среднемноголетние значения запасов воды составляет 110 мм.

Анализ погодных условий центрального агроклиматического района Республики Марий Эл показывает, что имеются благоприятные условия для возделывания сельскохозяйственных культур.

Весна 1998 года выдалась поздней. Полный сход снега с полей наблюдался лишь в конце третьей декады апреля. Отклонение составило в пределах 7-10 дней. Май был теплым. Среднемесячная температура воздуха составила 12,9 °С, что выше климатической нормы на 1,4 °С. А количество осадков составило 98,9 % – 36,8 мм (табл. 2. 3). Весенне-полевые работы начались в первой декаде мая.

Июнь был засушливым. За первые две декады месяца осадков не было вообще. Они выпали лишь к середине третьей декады. Всего за месяц выпало осадков 46,7 % от нормы. Июль и август по температурным режимам воздуха и условиям влагообеспеченности благоприятствовали росту и развитию сельскохозяйственных культур, и отличались от средних многолетних незначительно.

Температурный режим и количество осадков осени примерно соответствовали климатическим нормам. Так, среднемесячная температура воздуха в сентябре составила 9,2 °С (-0,9 °С), а осадков выпало 56,6 мм, что составляет 111,8 % от среднемноголетнего значения.

Таблица – 2 Динамика осадков вегетационных периодов, мм
(по данным метеостанции г. Йошкар-Ола)

Месяцы	Средне- много- летнее значе- ние	Годы исследований														
		1998	2000	2002	2003	2004	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Апрель	27,7	35,1	14,7	9,3	11,0	34,0		13,1	3,3	22,0	44,0	14,9	16,6	46,9	41,1	50,3
Май	37,2	36,8	40,3	14,0	31,0	19,0	41,7	41,0	10,7	22,8	31,0	41,2	21,0	63,4	11,7	30,7
Июнь	53,1	24,8	155,7	17,3	132,0	103,0	78,1	35,2	61,9	109,6	72,0	37,9	57,0	28,2	58,7	61,6
Июль	70,3	82,2	21,7	35,1	97,0	60,0	116,5	34,6	1,5	131,9	114,0	146,6	39,0	125,8	52,5	207,6
Август	59,9	60,2	105,0	29,7	87,0	53,0	74,0	33,3	57,5	1,2	98,0	68,0	77,0	58,0	51,8	33,4
Сентябрь	50,6	56,6	56,2	64,2	39,0	66,4	54,0	14,6	42,9	70,0	41,2	94,8	27,2	36,5	87,1	52,2

Таблица – 3 Динамика температуры воздуха вегетационных периодов, °С
(по данным метеостанции г. Йошкар-Ола)

Месяцы	Средне- много- летнее значе- ние	Годы исследований														
		1998	2000	2002	2003	2004	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Апрель	3,4	1,3	7,8	5,5	4,8	1,7		1,4	5,5	2,1	8,2	3,6	2,2	2,9	5,6	4,3
Май	11,5	12,9	8,1	10,9	13,1	13,1	10,7	12,5	15,7	11,8	14,6	11,6	15,9	14,3	12,9	10,0
Июнь	16,7	20,1	17,2	17,3	16,2	16,0	15,4	18,7	18,6	16,4	18,1	18,6	16,5	19,2	16,2	14,7
Июль	18,1	19,5	21,0	23,1	20,0	20,0	18,9	19,5	24,6	21,3	20,2	19,4	18,3	16,5	20,7	18,5
Август	16,2	15,7	16,0	15,4	18,1	17,6	17,0	17,8	20,4	19,6	17,6	18,1	18,8	13,9	21,9	18,0
Сентябрь	10,1	9,2	9,3	12,0	10,7	11,6	8,0	14,1	11,0	10,6	10,5	11,1	10,6	13,6	10,3	11,2

Весна 2000 года выдалась ранней, но затяжной. Полный сход снега с полей наблюдался в начале второй декады апреля. Весенне-полевые работы начались в третьей декаде апреля. В мае отмечался недостаток тепла. Количество осадков составило 108,3 % от среднемноголетней нормы.

Июнь был обилен осадками. Всего за месяц выпало 293,3 % от среднемноголетнего количества осадков. В том числе только за вторую декаду июня выпало 92,5 мм осадков, что составляет 402,2 % от нормы. А температурный режим был близок к среднемноголетнему. Июль выдался жарким и засушливым. Среднемесячная температура воздуха составила 21,0 °С, осадков выпало всего 30,8 % от нормы. Август охарактеризовался обильными осадками. Всего за месяц выпало 175,3 % осадков от среднемноголетнего количества, в том числе только за первую декаду – 334,4 % от нормы. Температура воздуха была близка к среднемноголетней.

Температурный режим и количество осадков осени соответствовали климатическим нормам. Так, среднемесячная температура воздуха в сентябре составила 9,3 °С – отклонение от нормы -0,8 °С, а осадков выпало 56,2 мм – 111,1 %.

Весна 2002 года была ранней. Снежный покров на полях полностью сошел уже в середине апреля. Весенне-полевые работы начались в третьей декаде месяца. Май, при среднемесячной температуре воздуха близкой к среднемноголетнему, был засушливым. Всего за месяц выпало 14,0 мм осадков, что составляет 37,6 % от климатической нормы.

Первый летний месяц по температурному режиму был теплее и засушливее среднемноголетних данных. Среднемесячная температура воздуха составила 17,3 °С, а осадков за месяц выпало 32,6 % от нормы. Июль также был еще жарче и засушливее. Среднемесячная температура воздуха составила 23,1 °С, что на 4,5 °С выше нормы, а осадков выпало всего 49,9 % от климатической нормы. Температурный режим августа примерно соответствовал среднемноголетним данным – 15,4 °С. Осадков же выпало только 49,6 % от нормы.

Погодные данные осени несколько отличались от среднемноголетних значений, как по температурному режиму воздуха, так и по количеству осадков. В среднем за сентябрь среднесуточная температура воздуха составила 12 °С, что на 1,9

градусов выше климатической нормы. Дожди разной интенсивности наблюдались, в основном, во второй половине месяца. В сумме за месяц выпало осадков 126,8 % от нормы.

Весна 2003 года наступила несколько раньше климатического срока. Апрель в среднем оказался теплее обычного на 1,4 °С и более засушливым. Осадков выпало почти втрое меньше нормы – 39,7 %. Основная их часть выпала в третьей декаде. Весенне-полевые работы начались в третьей декаде месяца. Май по температурному режиму воздуха был близок к норме – 13,1 °С. Для первой декады месяца было характерно большое выпадение осадков (более 2-х норм). Но в целом за месяц выпало всего 83,3 % от среднемноголетнего количества за данный период.

Июнь по температурному режиму выдался равным к среднемноголетнему – 16,2 °С, но избыточно увлажненным. Осадков выпало более чем в 2 раза выше нормы – 248,6 %. Температура воздуха июля была выше нормы на 1,4 °С, причем на протяжении всех декад. Для первой декады июля было характерно избыточное выпадение осадков (более 2-х норм). Вторая декада была близка к норме. В третьей декаде осадки отсутствовали. Всего же за месяц выпало 137,9 % от нормы осадков. Первая декада августа была теплее обычного на 1,9 °С. А среднемесячная температура воздуха составила 18,1 °С. Осадков выпало почти в 1,5 раза выше нормы – 87,0 мм.

Сентябрь по температурному режиму воздуха был близок к климатической норме. Среднесуточная температура воздуха составляла 10,7 °С, что на 0,6 °С выше среднемноголетнего значения. Для первой декады было характерно большое выпадение осадков – 32 мм. Две последующие декады характеризовались их явным недобором. В сумме за месяц выпало осадков всего лишь 77,1 % от нормы.

Весна 2004 года была ранней, но затяжной. Апрель оказался холоднее климатической нормы на 1,7 °С, а осадков выпало 122,7 % от среднемноголетнего количества – 34 мм. Весенне-полевые работы начались в первой декаде мая. В мае преобладала теплая погода – в течение 20 дней среднесуточная температура воздуха на 2-4 °С превышала средние многолетние значения. В среднем за месяц температура воздуха составила 13,1 °С, что на 1,6 °С выше климатической нормы. Осадков

выпало вдвое меньше нормы – всего 19,0 мм. Основная их часть выпала во второй декаде месяца.

В июне преобладала прохладная, для этого периода лета, дождливая погода. Теплой была лишь третья декада. Но в среднем за месяц температура воздуха оказалась в пределах климатической нормы и составила 16,0 °С. Дожди разной интенсивности наблюдались, в основном, в первой и второй декадах месяца. Осадков за месяц выпало много – 193,9 % от нормы. Июль по температурному режиму был выше климатической нормы на 1,4 °С. Первая декада месяца характеризовалась избыточным выпадением осадков – 130 % от среднееголетнего значения. Вторая декада была близка к норме, а в третьей – осадки отсутствовали. В целом за месяц осадков выпало меньше нормы – всего 85,3 %. В августе наблюдалась неустойчивая по температурному режиму погода. Периоды теплой погоды сменялись похолоданиями. Но в среднем за месяц температура воздуха составила 17,6 °С, что на 1,4 °С выше климатической нормы. Осадков выпало 53 мм – 88,5 % от среднееголетнего значения.

Сентябрь по режиму температуры воздуха был несколько выше нормы. Среднесуточная температура воздуха составляла 11,6 °С, что на 1,5 °С выше среднееголетнего значения. Две первые декады месяца характеризовались недобором осадков, а в третьей выпало 39,8 мм. В сумме за месяц осадков составило 66,4 мм – 131,2 % от нормы.

Весна 2008 года выдалась ранней, полный сход снежного покрова произошел в начале первой декады апреля. К весенним полевым работам приступили уже в третью декаду апреля. В мае месяце среднесуточная температура воздуха составила в среднем +10,7 °С, и была ниже на 0,8 °С среднего многолетнего значения. Осадков в этом месяце составило 41,7 мм, 112,1 % от нормы/

В июне наблюдалась устойчивая по температурному режиму погода. В среднем за месяц температура воздуха составила 15,4 °С, что ниже среднего многолетнего значения на 1,3 °С. Дожди разной интенсивности в среднем наблюдались в течение 13-16 дней. В сумме за месяц выпало 78,1 мм осадков или 147,1 % к норме. В июле преобладала теплая с повышенным количеством осадков погода. Средняя

температура воздуха составила 18,9 °С, что выше среднемесячного значения на 0,8 °С, а осадков выпало больше от нормы на 65,7 % – 116,5 мм. Температурный режим августа был близок к средним многолетним значениям. Средняя температура за месяц составила 17,0 °С, что выше среднемноголетнего значения на 0,8 °С. Количество осадков составило 74,0 мм, выше нормы на 23,5 %.

Сентябрь по режиму температуры воздуха был несколько холоднее нормы. Среднесуточная температура воздуха составляла 8,0 °С, что на 2,1 °С ниже среднемноголетнего значения. Осадков выпало за месяц близко к среднемноголетним данным – 54,0 мм, 106,7 % от нормы.

Весна 2009 года наступила в средние многолетние сроки. Полный сход снежного покрова произошел в первой декаде апреля. К весенним полевым работам приступили в начале мая. Май месяц по температурному режиму и количеству осадков был близок к среднемноголетнему значению. Среднемесячная температура воздуха составила +12,5 °С, а осадков выпало 41,0 мм/

Июнь характеризовался устойчивой по температурному режиму погодой. В среднем за месяц температура составила 18,7 °С, что выше среднемноголетней на 2,0 °С. Месяц был засушливым – выпало 35,2 мм осадков, 66,3 % от нормы. Июль был тёплым, а в отдельные периоды жарким. Абсолютный максимум достигал +32,5 °С. Среднемесячная температура воздуха составила 19,5 °С. Осадков же выпало всего 34,6 мм, почти в два раза меньше среднемноголетнего значения. В августе преобладала тёплая погода. В среднем за месяц температура воздуха была близкой к среднемноголетней и составила 17,8 °С. Осадков же выпало 33,3 мм, что ниже нормы на 44,6 %.

Сентябрь по режиму температуры воздуха был теплым и сухим. Среднесуточная температура воздуха составляла 14,1 °С, что на 4,0 °С выше среднемноголетнего значения. Осадков же выпало всего 14,6 мм, что составляет 28,8 % от нормы.

Весна 2010 года выдалась ранней. Апрель был теплее климатической нормы на 2,1 °С, а осадков выпало всего 11,9 % от среднемноголетнего количества – 3,3 мм. Весенне-полевые работы начались в конце апреля. Май при среднемесячной температуре воздуха 15,7 °С превышал среднемноголетнее значение на 4,2 °С. При

этом осадков выпало почти в 3 раза меньше чем от нормы.

Июнь по температурному режиму и количеству выпавших осадков был близок к среднемноголетним значениям. Среднемесячная температура воздуха составила +18,6 °С, а осадков выпало мало 61,9 мм. Июль был жарким и засушливым. Среднесуточная температура не опускалась меньше 22,0 °С, а осадки выпали лишь в первой декаде месяца, в количестве 3,4 мм, что составляет всего 2,1 % от нормы за данный период. Температурный режим августа так же превысил среднемноголетнее значение на 4,2 °С. Первая декада месяца была очень засушлива. Осадки были лишь во второй половине месяца и количество их составило 95,5 % от нормы – 57,5 мм.

Сентябрь по температурному режиму воздуха охарактеризовался близким к климатической норме. Среднесуточная температура воздуха составляла 11,0 °С, что на 0,9 °С выше среднемноголетнего значения. За месяц выпало осадков 84,8 % от нормы – 42,9 мм.

Характеризуя погодные условия вегетационного периода 2010 года можно отметить, что они носили остро засушливый характер, и в целом были неудовлетворительными для роста и развития сельскохозяйственных культур.

В 2011 году весна выдалась ранней, полный сход снежного покрова произошел в начале третьей декады апреля. К весенним полевым работам приступили в начале мая. В мае преобладала теплая погода. В среднем за месяц температура воздуха составила 11,8 °С, что на 0,9 °С ниже среднемноголетнего значения. Осадков выпало мало – 22,8 мм.

В июне наблюдалась устойчивая по температурному режиму погода. В среднем за месяц температура воздуха составила 16,4 °С. Дожди разной интенсивности наблюдались в течение 9-11 дней, носили в основном характер кратковременных ливней. В сумме за месяц осадков выпало много – 109 мм, 175,6 % нормы. В июле преобладала теплая и дождливая погода, температура воздуха незначительно была выше среднемноголетнего значения и составила 21,3 °С. За месяц выпало 131,9 мм, что составляет 215,2 % от среднемноголетнего значения. Температурный режим

августа был выше среднемноголетнего значения на 3,0 °С и составил 19,6 °С. Осадков же выпало мало – всего 2,1 % от климатической нормы данного периода.

Сентябрь месяц по погодным условиям был близок к среднемноголетним. Среднемесячная температура воздуха составила 10,6 °С, а осадков выпало 70 мм, что на 15 мм выше нормы.

Весна 2012 года наступила несколько раньше климатического срока. Апрель в среднем оказался теплее среднемноголетнего значения на 4,8 °С, но более дождливым – осадков выпало 158,8 % от нормы за данный период. Весенне-полевые работы начались в первой декаде мая месяца. Среднемесячная температура мая составила 14,6 °С, что выше нормы на 3,1 °С. Для первой декады месяца было характерно большое выпадение осадков, в 1,5 раза выше среднемноголетнего значения. Но в целом за месяц выпало всего 83,3 % от среднемноголетнего количества за данный период.

Июнь по температурному режиму был равен к среднемноголетнему – 18,1 °С, но несколько избыточно увлажненным. Осадков выпало выше нормы на 35,6 % и составило 72,0 мм. Температура воздуха июля была выше нормы на 2,1 °С, причем более жаркой была вторая декада месяца. Осадков за месяц выпало 114,0 мм, или 162,1 % от нормы. Если первая декада охарактеризовалась полным отсутствием осадков, то во второй – выпало 450 % от среднемноголетнего значения за данный период. В августе преобладала тёплая погода. В среднем за месяц температура воздуха сложилась близкой к среднемноголетней и составила 17,6 °С. Осадков же выпало 98,0 мм, что выше нормы на 63,6 %.

Сентябрь месяц по температурным условиям был близок к среднемноголетним. Среднемесячная температура воздуха составила 10,5 °С, а осадков выпало мало – 41,2 мм, что на 9,4 мм ниже нормы

Весна 2013 года наступила в средние многолетние сроки. Апрель месяц характеризовался преимущественно умеренно тёплой погодой. В среднем за месяц температура воздуха составила 3,6 °С, осадков же выпало – 14,9 мм. Весенне-полевые работы начались в первой декаде мая месяца. Май месяц был теплым. Среднемесячная температура воздуха была близка к климатической норме и составила

11,6 °С. Осадков выпало 108,4 % от среднемноголетнего значения.

Погодные условия июня были засушливыми. В среднем за месяц температура воздуха составила 18,6 °С, осадков выпало всего 37,9 мм, что составляет 60,9 % средних многолетних данных. В июле наблюдалась тёплая, в отдельные дни жаркая, с ливневыми осадками погода. Осадков выпало выше многолетней нормы – 146,6 мм, что составляет 223,8 % от среднемноголетнего значения. А температура воздуха составила 19,4 °С, что на 0,2 °С меньше многолетних данных. Август месяц по температуре воздуха примерно соответствовал среднемноголетним данным – 18,1 °С, а осадков выпало – 68 мм.

Сентябрь месяц по температурному режиму был на 1,0 °С теплее среднемноголетнего значения – 11,1 °С, но дождливым. Осадков выпало 94,8 мм, что на 44,2 мм выше нормы.

Весна 2014 год наступила в средние многолетние сроки. Апрель месяц охарактеризовался несколько прохладной погодой. В среднем за месяц температура воздуха составила 2,2 °С, что было на 1,2 °С ниже нормы. Весенне-полевые работы начались в первой декаде мая месяца. Май месяц охарактеризовался теплой погодой. Среднемесячная температура воздуха составила 15,9 °С, что на 4,4 °С было выше среднемноголетнего значения. Осадков выпало 56,4 % от нормы.

Июнь по среднемесячной температура воздуха и количеству осадков примерно соответствовал среднемноголетним значениям. Осадков выпало 57,0 мм, а среднесуточная температура воздуха составила 16,5 °С. Погодные условия июля по температурному режиму соответствовали среднемноголетнему значению, а осадков было мало – 39,0 мм, что на 40,4 мм ниже нормы. Август месяц был теплым. Среднемесячная температура воздуха составила 18,8 °С, что на 2,6 °С выше нормы. Осадков же выпало за месяц на 17,1 мм выше среднемноголетнего значения – 77,0 мм.

Сентябрь, при температурном режиме воздуха близкой к среднемноголетнему значению, выдался засушливым. Среднемесячная температура воздуха составила 10,6 °С, а осадков выпало 27,2 мм, что составляет 53,7 % от нормы.

Весна 2015 года наступила рано, но выдалась затяжной. В апреле наблюдалась неустойчивая по температурному режиму погода с осадками в первой и второй декадах. В среднем за месяц температура воздуха оказалась ниже на $0,5^{\circ}\text{C}$ средних многолетних значений. Осадки наблюдались в виде мокрого снега и дождя – 46,9 мм. В сумме за месяц выпало 169,3 % нормы. Весенне-полевые работы начались в первой декаде мая месяца. В мае наблюдалась преимущественно теплая, но дождливая погода. В среднем за месяц температура воздуха оказалась выше на $2,8^{\circ}\text{C}$ средних многолетних значений. Осадков за месяц выпало 63,4 мм, что составляет 170,4 % от нормы.

В июне наблюдалась жаркая, с недобором осадков погода. В среднем за месяц температура воздуха была на $2,5^{\circ}\text{C}$ выше средних многолетних значений, а осадков выпало лишь 53,1 % от нормы. Июль охарактеризовался несколько прохладной и дождливой погодой. В среднем за месяц температура воздуха оказалась на $1,6^{\circ}\text{C}$ ниже средних многолетних значений. Дожди в июле были ливневыми, разными по интенсивности, и всего за месяц выпало 125,8 мм осадков, или 178,9 % месячной нормы. В августе наблюдалась несколько прохладная погода, с температурой воздуха ниже климатической нормы на $2,3^{\circ}\text{C}$ и с осадками близкими к средним многолетним значениям – 58,0 мм.

Сентябрь месяц по температурному режиму был на $3,5^{\circ}\text{C}$ теплее среднемноголетнего значения – $13,9^{\circ}\text{C}$, и охарактеризовался недобором осадков. Осадков выпало 36,5 мм, что на 14,1 мм ниже нормы.

Весна 2016 года выдалась ранней. Апрель месяц охарактеризовался преимущественно тёплой и повышенным количеством осадков погодой. В среднем за месяц температура воздуха была на $2,2^{\circ}\text{C}$ выше климатической нормы и составила $3,6^{\circ}\text{C}$, осадков же выпало – 148,3% от среднемноголетнего значения. Весенне-полевые работы начались в первой декаде мая месяца. Май месяц был теплым и засушливым. Среднемесячная температура воздуха составила $12,9^{\circ}\text{C}$, что на $1,4^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Осадков выпало мало – 11,7 мм, или 31,4 % от среднемноголетнего значения.

Погодные условия первого летнего месяца были близки к среднемноголетним значениям. Среднемесячная температура воздуха составила 16,2 °С, а осадков за месяц выпало 58,7 мм. Июль охарактеризовался жаркой и несколько засушливой погодой. Среднемесячная температура воздуха составила 20,7 °С, что на 2,6 °С выше нормы, а осадков выпало 74,6 % от климатической нормы. Температурный режим августа был также выше климатической нормы, количество осадков примерно соответствовало среднемноголетним данным. Среднемесячная температура воздуха составила 21,9 °С, а осадков выпало 51,8 мм.

Погодные данные осени несколько отличались от среднемноголетних значений, как по температурному режиму воздуха, так и по количеству осадков. Так, сентябрь при температурном режиме воздуха близкой к среднемноголетнему значению выдался дождливым. Среднемесячная температура воздуха составила 10,3 °С, а осадков выпало 87,1 мм, что составляет 172,1 % от нормы.

Весна 2017 года была ранней, но затяжной. Среднемесячная температура воздуха апреля была близкой к климатической норме и составила 4,3 °С, а осадков выпало много – 50,3 мм, или 181,6 % от среднемноголетнего количества. Весенне-полевые работы начались во второй декаде мая. Май охарактеризовался прохладной погодой. В среднем за месяц температура воздуха составила 10,0 °С, что на 1,5°С ниже климатической нормы. Количество осадков было близко к норме – 30,7 мм.

Погодные условия июня были прохладными. В среднем за месяц температура воздуха была на 2,0 °С ниже среднемноголетних данных и составила 14,7 °С. Осадков же в июне выпало 61,1 мм, что составляет 116,1 % средних многолетних данных. Июль месяц при среднемесячной температуре воздуха близкой к климатической норме – 18,5 °С был дождливым. Всего за месяц выпала тройная (295,3 %) норма осадков – 207,6 мм. Август месяц был теплее среднемноголетних значений на 1,8 °С, а осадков выпало мало – 33,4 мм, или 55,7 % от нормы за данный период.

Сентябрь месяц по температурному режиму и сумме осадков был близким к среднемноголетним значениям – среднемесячная температура воздуха составила 11,2 °С, а осадков выпало 52,2 мм.

Таким образом, оценивая погодные условия вегетационных периодов годов исследований, можно отметить, что в целом они для возделывания сельскохозяйственных культур были удовлетворительными.

2.2. Методика исследований

Экспериментальная работа проведена в 1998-2017 гг. на опытном поле Марийского государственного университета.

Были заложены следующие полевые опыты:

Опыт I. Влияние сидеральных паров на микробиологическую активность почвы, фитосанитарное состояние посевов и формирование урожая озимой ржи (2002-2004 гг.):

1. Чистый пар (без удобрений);
2. Чистый пар (навоз 40 т/га);
3. Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га);
4. Сидеральный пар (горох);
5. Сидеральный пар (вика/овес).

Опыт II. Сравнительная оценка сидеральных культур (1997-2000 гг.):

1. Рапс;
2. Вика;
3. Горох;
4. Вика/рапс;
5. Вика/овес;
6. Горох/овес;
7. Горох/рапс.

Опыт III. Влияние норм высева вики и овса в смеси на урожайность и качество биологической массы (2008-2010 гг.):

1. – вика : овес – 1 : 5;
2. – вика : овес – 1 : 3;
3. – вика : овес – 1 : 1;
4. – вика : овес – 2 : 1;

5. – вика : овес – 3 : 1.

Опыт IV. Влияние паровых предшественников на фитосанитарное состояние агроценоза и урожайность озимой ржи (2010-2012 гг.):

1. Чистый пар;
2. Перелог;
3. Сидеральный пар;
4. Занятый пар.

Опыт V. Продуктивность полевых севооборотов в зависимости от вида пара и системы основной обработки почвы в севообороте (2010-2017 гг.):

Фактор А – система основной обработки почвы в севообороте:

A₁ – комбинированная;

A₂ – отвальная;

Фактор В – вид пара в севообороте:

B₁. – севооборот с чистым паром

(чистый пар → озимая рожь → картофель → ячмень);

B₂. – севооборот с занятым паром

(занятый пар → озимая рожь → картофель → ячмень);

B₃. – севооборот с сидеральным паром

(сидеральный пар → озимая рожь → картофель → ячмень);

Фактор С – минеральные удобрения:

C₁ – без удобрений;

C₂ – расчетные дозы удобрений.

Повторность опытов трехкратная. Размещение делянок в повторностях систематическое. Общая площадь делянки на опытах №№ 1-4 составляет 50, а учетной – 45 м², на опыте № 5 – соответственно 105 и 50 м².

Технологии возделывания культур в опытах были общепринятыми для зоны (приложения 113-126). Биомассу сидератов после предварительного двукратного дискования (БДТ-7) запахивали в почву на глубину 23-25 см (ПЛН-4-35) за месяц до посева озимой ржи. Обработка чистого пара велась по типу черного.

В опыте № 1 Навоз 40 т/га вносили при паровании поля под весеннюю перепахку зяби. С сидеральной массой гороха и викоовсяной смеси в почву в среднем

поступало 152,5 и 149,8 кг/га NPK соответственно. Минеральные удобрения внесены из расчета на получение 3 т/га зерна озимой ржи (приложение 37). Использовали озимую рожь сорта Татьяна. Норма высева составила 6,0 млн. шт./га.

В опыте № 2 использовали рапс сорта Липецкий, вику – Льговская 28, горох – Труженик, овес – Сельма, озимую рожь в 1998 г. – Татарская 1, в 2000 г – Волхова. Норма высева рапса составила 2,4, вики – 2,2, гороха – 1,2, викорапсовой смеси – 2,3 (1,1/1,2), викоовсяной – 5,5 (1,1/4,4), горохоовсяной – 5,0 (0,6/4,4), горохорапсовой – 1,8 (0,6/1,2) и озимой ржи 6,0 млн. шт./га.

В опыте № 3 посевной материал викоовсяных смесей готовили в соответствии со схемой опыта. Норма высева викоовсяной смеси с соотношением семян 1 : 5 составила соответственно 0,7 и 3,4 млн. всх. сем./га; 1 : 3 – 1 и 3 млн. всх. сем./га; 1 : 1 – 2 и 2 млн. всх. сем./га; 2 : 1 – 2,6 : 1,3 млн. всх. сем./га; 3 : 1 – 3 и 1 млн. всх. сем./га. Использовали вику сорта Льговская 28, а овса – Сельма.

В опыте № 4 Перелог собой представлял задернелую пахотную землю, не обрабатываемой в течение 10-12 лет и заросшей сорно-полевой растительностью. В качестве парозанимающей и сидеральной культуры высевали викоовсяную смесь. С биологической массой зеленого удобрения и растительностью перелога в почву в среднем запахивалось соответственно 186,7 и 48,8 кг/га NPK. Использовали озимую рожь сорта Татьяна. Норма высева составила 6,0 млн. шт./га.

В опыте № 5 основная (зяблевая) обработка почвы под культуры севооборотов выполнялась согласно схемы опыта. Комбинированная система основной обработки почвы включала мелкую обработку (БДТ-7) на глубину 10-12 см под зерновые культуры и отвальную вспашку (ПЛН-3-35) на глубину 24-25 см – под картофель, а отвальная система – ежегодную отвальную вспашку под все культуры севооборота. В качестве парозанимающей и сидеральной культуры высевали викоовсяную смесь. В первой ротации севооборота с надземной массой сидерата в почву поступало 144,0 кг/га NPK, в том числе N – 54,0, P – 27,0 и K – 63,0 кг/га, а во второй – 207,0 кг/га NPK, в том числе N – 54,0, P – 27,0 и K – 63,0 кг/га. Минеральные удобрения под озимую рожь вносили с нормой из расчета на получение 4,0 т/га зерна (N₆₀P₃₀K₉₀), картофель – на получение 20,0 т/га клубней (N₈₀P₀K₁₄₀) и ячмень

– на получение 3,0 т/га зерна ($N_{30}P_0K_{25}$). Использовали в опыте озимую рожь сорта Татьяна, ячменя – Владимир и картофеля – Удача. Норма высева озимой ржи составила 6,0, ячменя – 5,5 млн. шт./га, посадки картофеля – 55 тыс. шт./га.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений проводили согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1961).

Динамику формирования листовой поверхности, фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза озимой ржи определяли по А. А. Ничипоровичу (Никитенко, 1982).

Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом (Васильев, 2004).

Плотность сложения почвы определяли объемно-весовым методом. Для этого почву в ненарушенном сложении отбирали с пахотного слоя цилиндр-буром, с последующим определением в лабораторных условиях объема цилиндра, влажности, абсолютно-сухой массы почвы и соответствующими расчетами.

Структурно-агрегатный состав и водопрочные агрегаты почвы определяли методом сухого и мокрого просеивания по Н. И. Саввинову (Вадюнина, Корчагина, 1986).

Контроль за реакцией почвенного раствора и обеспеченностью почв элементами питания осуществляли отбирая почвенные образцы с пахотного слоя с последующим химическим анализом в лабораторных условиях: $pH_{\text{сол}}$ почвы определяли потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85); содержание щелочно-гидролизующего азота – по Корнфилду, подвижного фосфора – по Кирсанову на ФЭК и обменного калия – с помощью пламенного фотометра, используя вытяжку, приготовленную по Кирсанову (ГОСТ 26207-91) (Аринушкина, 1970).

Микробиологическую активность почвы определяли по Е. М. Мишустину методом аппликации, по степени разложения льняной ткани. Экспозиция – 60 дней (Емцев, 1993).

Выделение и учет микромицетов 0-20 см слоя почвы проводили методом почвенных разведений. Почвенную суспензию высевали на питательную среду Чапека

в чашках Петри.

Химический анализ запахиваемой биомассы сидеральных культур и урожая озимой ржи, картофеля и ячменя проводили в лабораторных условиях. Содержание общего азота определяли с помощью реактива Несслера, фосфора – используя метод с аскорбиновой кислотой, калия – на пламенном фотометре, используя во всех трех видах анализа рабочий раствор озоленного растительного материала, приготовленного по Гинзбург и Щегловой. Количество сырого белка в зерне определяли перемножив содержание общего азота на коэффициент 5,7.

Засоренность посевов культур определяли количественно-весовым методом. При этом сорняки подсчитывали на пяти учетных площадках площадью 0,25 м² каждой делянки. Одновременно определяли видовой состав и биологические группы сорных растений. При учете засоренности почвы семенами сорняков пробы отбирали по Б. А. Доспехову, а выделение – по И. Н. Шевелеву (Васильев, 2004).

Диагностику и учет заболеваемости озимой ржи вели методом маршрутных обследований. Распространение и степень развития листовых болезней проводили по А. Е. Чумакову и Т. И. Захаровой (1990). Анализ растений на пораженность корневыми гнилями проводили по методике В. А. Чулкиной, Е. Ю. Тороповой и Г. Я. Стецова (2009).

Структуру урожая культур определяли по пробным снопам, взятым с постоянных площадок каждой делянки площадью 0,25 м², массу 1000 семян – по ГОСТ 28636-90.

Уборку и учет урожая культур на делянках проводили сплошным комбайнированием с последующим перерасчетом полученной продукции в т/га. При этом придерживались рекомендаций Б. А. Доспехова (1985).

Математическую обработку результатов исследований проводили по Б. А. Доспехову (1985) на ПЭВМ с применением пакета программ прикладной статистики «Stat» (версия 2.6, ИВЦ МарГУ, 1993).

Энергетическую оценку результатов исследований проводили по методике ВАСХНИЛ под редакцией Е. И. Базарова и Е. В. Глинки (1983).

Экономическую эффективность возделывания культур рассчитывали на основании нормативных затрат (Справочник инженера ..., 1984; Справочник по скоростной ..., 1983; Справочник по эксплуатации ..., 1975) и технологических карт, составленных с учетом цен на материально-технические ресурсы в годы проведения исследований (приложения 113-126).

Глава III. СОСТОЯНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ В ВОЛГО-ВЯТСКОМ РЕГИОНЕ И РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

Волго-Вятский регион является одним из двенадцати экономических районов Российской Федерации и состоит из пяти субъектов Федерации: Республики Марий Эл, Республики Мордовия, Чувашской Республики, Кировской и Нижегородской областей. Территория региона имеет площадь 265,4 тыс. км² (1,5 % площади РФ), вытянута с юго-запада на северо-восток на 1000 км и находится в различных природных зонах: северная часть – в лесной таежной, а южная – в лесостепной. Волго-Вятский регион расположен в Центральной России, в бассейнах рек Волги, Ока и Вятки, граничит и находится в тесной экономической связи с Центральным, Поволжским, Уральским и Северным районами.

Экономические трудности, сложившиеся в аграрном секторе Российской Федерации в период реформирования в 1990-х – начале 2000-х гг., вынудили земледельцев Волго-Вятского региона пересмотреть структуру сельскохозяйственных угодий и также перевести часть используемой пашни в залежь.

По состоянию на 1 января 2002 года площадь сельскохозяйственных угодий земель сельскохозяйственного назначения в Волго-Вятском регионе составляла 9902,5 тыс. га (табл. 4). Из них на пашню приходилось 7167,6 тыс. га, на сенокосы и пастбища – 2461,2, на многолетние насаждения – 93,7 и залежь – 180,0 тыс. га. При этом доля пашни в общей площади земель сельскохозяйственных угодий сельскохозяйственного назначения в среднем по региону составила 72,3 %, а залежи – 1,8 % (табл. 5).

За полтора десятилетия площадь сельскохозяйственных угодий Волго-Вятского региона уменьшилась на 11,1 %. По состоянию на 1 января 2016 года она составила 8801,8 тыс. га, в том числе пашни 6382,3 тыс. га, сенокосов и пастбищ – 2032,9, многолетних насаждений – 51,0 и залежных земель – 335,6 тыс. га. Если доля пашни в общей площади земель сельскохозяйственных угодий сельскохозяйственного назначения в среднем по региону осталась почти на прежнем уровне – 72,5 %, то доля залежи увеличилась до 3,8 %.

Таблица 4 – Структура сельскохозяйственных угодий земель сельскохозяйственного назначения
Волго-Вятского региона*

№ п/п	Субъект региона	Площадь земель сельскохозяйственных угодий, тыс. га		Структура земель сельскохозяйственных угодий по видам использования (площадь), тыс. га							
		01.01. 2002 г.	01.01. 2016 г.	пашня		сенокосы и пастбища		многолетние насаждения		залежь	
				01.01. 2002 г.	01.01. 2016 г.	01.01. 2002 г.	01.01. 2016 г.	01.01. 2002 г.	01.01. 2016 г.	01.01. 2002 г.	01.01. 2016 г.
1	Республика Марий Эл	783,1	703,2	595,3	435,5	150,0	139,3	8,7	4,9	29,1	123,5
2	Республика Мордовия	1659,6	1534,3	1126,1	1008,2	488,4	463,4	15,0	8,9	30,1	53,8
3	Чувашская Республика	1037,2	936,6	817,1	745,4	200,1	174,9	20,0	10,1	-	6,2
4	Кировская область	3297,1	2914,5	2467,2	2296,2	757,4	565,1	15,7	10,6	56,8	42,6
5	Нижегородская область	3125,5	2713,2	2161,9	1897,0	865,3	690,2	34,3	16,5	64,0	109,5
	Итого по региону	9902,5	8801,8	7167,6	6382,3	2461,2	2032,9	93,7	51,0	180,0	335,6

*по данным:

1. Доклада о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2015 году (2017);
2. Государственного (национального) доклада о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2005 году (2006).

Таблица 5 – Доля пашни и залежи в общей площади земель сельскохозяйственных угодий сельскохозяйственного назначения Волго-Вятского региона, %

Субъект региона	Пашня		Залежь	
	на 01.01. 2002 г.	на 01.01. 2016 г.	на 01.01. 2002 г.	на 01.01. 2016 г.
Республика Марий Эл	76,0	61,9	3,7	17,5
Республика Мордовия	67,8	65,7	1,8	3,5
Чувашская Республика	78,8	79,5	0	0,7
Кировская область	74,8	78,8	1,7	1,5
Нижегородская область	69,1	69,9	2,0	4,0
В среднем по региону	72,3	72,5	1,8	3,8

Площади пашни в регионе уменьшились на 785,3 тыс. га, а залежных земель – увеличилась на 155,6 тыс. га. При этом наибольшее увеличение залежи было в Республике Марий Эл – на 94,4 тыс. га. В Нижегородской области площади залежных земель повысились на 45,5, а Республике Мордовия – на 23,7 тыс. га. В Чувашской Республике, при отсутствии залежей в 2012 году, земель выведенных из сельскохозяйственного оборота и переведенных разряд залежных составило 6,2 тыс. га. Лишь по Кировской области выявлена отрицательная динамика залежей – площади уменьшились на 14,2 тыс. га.

Следует отметить, что по состоянию на 1 января 2016 года доля залежи в общей площади земель сельскохозяйственных угодий сельскохозяйственного назначения по субъектам Волго-Вятского региона составила от 0,7 – в Чувашской Республике до 17,5 % – в Республике Марий Эл.

Сельскохозяйственных угодий сельскохозяйственного назначения в Республике Марий Эл, по состоянию на 01.01.2016 года составляет 703,2 тыс. га. Наибольшее количество сельскохозяйственных угодий имеется в северо-восточных муниципальных образованиях республики – Мари-Турекском, Сернурском, Новоторьяльском муниципальных районах. На долю пашни приходится 435,5 тыс. га, сенокосов и пастбищ – 193,3, многолетних насаждений – 4,9 и залежи – 123,5 тыс. га (Доклад ..., 2017).

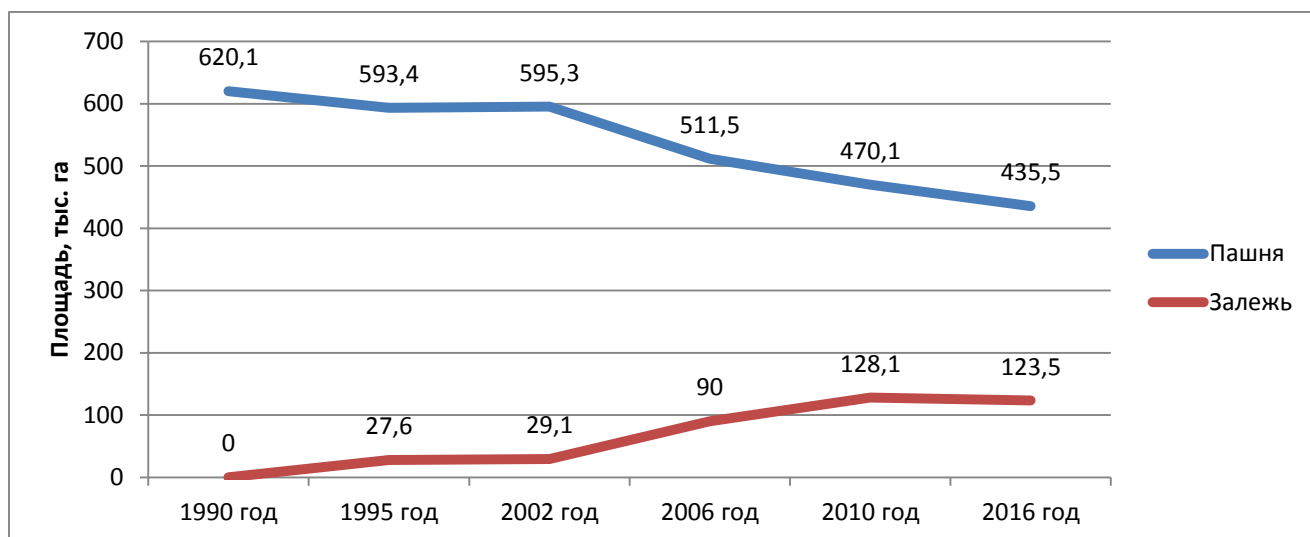


Рис. 1 – Динамика площади пашни и залежных земель в Республике Марий Эл

Негативные последствия реформирования сельского хозяйства 90-ых годов прошлого и первого десятилетия нового века среди субъектов Волго-Вятского региона особенно сказались на Республике Марий Эл. Так, если площадь пашни в республике в 1990 году составляла 620,1 тыс. га, то по состоянию на 01.01.2016 года она уменьшилась на 184,6 тыс. га (на 29,8 %) (рис. 1). А залежных земель стало 123,5 тыс. га, что составляет 17,5 % от общей площади сельскохозяйственных угодий сельскохозяйственного назначения. В настоящее время наибольшее количество залежи имеется в Новоторъяльском районе – 34 тыс. га, Моркинском – 23,4, Сернурском – 20,6, Советском – 12,7 и Оршанском муниципальных районах – 12,1 тыс. га (Доклад ..., 2017).

Почвенный покров Республики Марий Эл складывается из большого числа типов почв. Наиболее распространенными являются дерново-подзолистые различного гранулометрического состава почвы, характеризующиеся низким естественным плодородием, на долю которых приходится 93,7 % от общей площади земель сельскохозяйственных угодий.

По данным В.Г. Сычева и др. (2009), в 1990 году 19,3 % пашни республики (119,8 тыс. га) были кислыми, а содержание гумуса в почве составило 1,88 %. Благодаря проведению в 1980-х годах в республике работ по фосфоритованию почв и внесению калийных удобрений большая часть почв: 61,1 % – характеризовалась

повышенным и высоким содержанием фосфора, 68,9 % – средним и повышенным содержанием обменного калия.

Анализ результатов агрохимического обследования почв пахотных земель Республики Марий Эл в 2016 году специалистами ФГБУ «САС «Марийская» выявил, что за последние 26 лет доля кислых почв увеличилась и составляет в настоящее время 177,9 тыс. га, или 32,3 % от общей площади. Это связано с тем, что прекратились работы по химической мелиорации кислых почв. При этом, наиболее низкий средневзвешенный показатель кислотности почвы, с рН 5,37 до 5,48, отмечен в некоторых хозяйствах Оршанского, Новоторъяльского и Килемарского муниципальных районов.

Содержание гумуса в пахотном слое почвы, как одного из основных показателей плодородия, за данный период существенно не изменилось и в среднем по республике составляет 1,9 %. По содержанию подвижного фосфора большая часть почвы республики характеризуются повышенным и высоким его содержанием, а обменного калия – средним уровнем обеспеченности. И это только благодаря тому, что хозяйства республики в последние годы начали внедрять элементы биологизации земледелия – увеличили площади посевов бобовых трав, применяют сидерацию и слому в качестве удобрения, а также за счет выведения из сельскохозяйственного оборота пашни с наиболее низким плодородием (Отчеты ФГБУ «САС «Марийская» ..., 1991, 1996, 2001, 2006, 2011).

В последние годы в аграрном секторе Республики Марий Эл, да и в целом в Волго-Вятского региона, наметилась положительная тенденция сохранения почвенного плодородия используемых пахотных земель, а также вовлечения в оборот ранее заброшенных сельскохозяйственных угодий, что требует комплексного подхода к решению проблем рационального землепользования, рекультивации залежей и перелогов, расширенного воспроизводства плодородия почв, а также совершенствования агротехнологий.

Глава IV. ВЛИЯНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ ПАРОВ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ
АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ, ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ
И ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ РЖИ

4.1. Рост и развитие озимой ржи

Рост и развитие являются неотъемлемым свойством любого живого организма. Растение в своем онтогенезе всегда растет и развивается, изменяясь как количественно, так и качественно.

Исследования по изучению влияния чистого и сидерального паров на формирование урожая озимой ржи выявили, что использование сидератов повлияло на полевую всхожесть культуры и перезимовку растений (табл. 6).

Таблица 6 – Полевая всхожесть и перезимовка озимой ржи
(среднее за 2002-2004 гг.)

Паровой предшественник	Полевая всхожесть		Перезимовка	
	шт./м ²	%	шт./м ²	%
Чистый пар (без уд.- контроль)	515,0	85,8	276,0	53,5
Чистый пар (навоз 40 т/га)	530,0	88,3	316,0	59,8
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	531,0	88,5	319,0	60,1
Сидеральный пар (горох)	527,0	87,8	322,0	61,1
Сидеральный пар (вика/овес)	531,0	88,5	326,0	61,4
НСР ₀₅		1,3		2,6

Так, полевая всхожесть озимой ржи на опыте в зависимости от варианта составила от 85,8 до 88,5 %, а процент перезимовавших растений – 53,5-61,4 %. При этом, полевая всхожесть и количество перезимовавших растений озимой ржи по сидеральному пару были существенно выше контрольного чистого пара. Корреляционные связи между полевой всхожестью, перезимовкой и поступлением в почву элементов питания были средними ($r = 0,46$ и $r = 0,37$).

Был изучен нами характер формирования листовой поверхности озимой ржи. Наибольшее количество листовой поверхности озимая рожь формировала в фазе

колошения – от 34,9 до 52,7 тыс. м²/га в зависимости от варианта (табл. 7).

Таблица 7 – Площадь листовой поверхности озимой ржи, тыс. м²/га (среднее за 2002-2004 гг.)

Паровой предшественник	Весен. отрастание	Фенологическая фаза			
		выход в трубку	колошение	цветение	молочная спелость
Чистый пар (без уд. - контроль)	2,7	19,9	34,9	15,5	1,3
Чистый пар (навоз 40 т/га)	4,9	37,5	52,7	33,3	5,1
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	4,2	31,9	47,8	26,2	3,4
Сидеральный пар (горох)	4,5	35,7	52,4	30,5	5,3
Сидеральный пар (вика/овес)	4,9	36,8	49,5	30,1	5,6

Площадь листьев озимой ржи, возделываемой по чистому пару с внесением навоза и при использовании гороха на сидерат в данный период была самой высокой и составила соответственно 52,7 и 52,4 тыс. м²/га. На вариантах с применением викоовсяной смеси на зеленое удобрение и по чистому пару с внесением минерального NPK она была на 5,6-9,3 % меньше.

Таблица 8 – Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза озимой ржи (весеннее отрастание-полная спелость, среднее за 2002-2004 гг.)

Паровой предшественник	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² /га×сут.	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² ×сут.
Чистый пар (без уд. - контроль)	1293,1	2,73
Чистый пар (навоз 40 т/га)	2325,6	2,25
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	1969,9	2,42
Сидеральный пар (горох)	2225,6	1,94
Сидеральный пар (вика/овес)	2215,8	2,01
НСР ₀₅		0,15

Исследования выявили, что в течение вегетации более высокую листовую по-

верхность озимая рожь формировала при возделывании по сидеральному и чистому с внесением навоза парам. Фотосинтетический потенциал на данных вариантах составил от 2215,8 до 2325,6 тыс. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{сут.}$, что выше контроля на 41,7-44,4 % (табл. 8). Наименьшая площадь листьев сформирована озимой рожью на контрольном варианте. Корреляционная связь между фотосинтетическим потенциалом и поступлением в почву с удобрениями элементов питания была средней ($r = 0,67$).

Чистая продуктивность фотосинтеза озимой ржи в зависимости от варианта составила от 1,94 до 2,73 $\text{г}/\text{м}^2 \times \text{сут.}$. Более высокая чистая продуктивность фотосинтеза при этом была на контроле.

Таким образом, по результатам исследований можно отметить, что при использовании на зеленое удобрение гороха и викоовсяной смеси создаются более благоприятные условия для роста и развития последующей за ней культуры – озимой ржи. Возделывание озимой ржи по сидеральному пару, в сравнении с размещением по контрольному чистому пару, способствует существенному улучшению перезимовки и формированию более высокого фотосинтетического потенциала культуры. Так, процент перезимовавших растений озимой ржи в среднем за годы исследований составил от 61,1 до 61,4 %, тогда как по чистому контрольному варианту – на 7,6-7,9 % меньше, а фотосинтетический потенциал – от 2215,8 до 2225,6 тыс. $\text{м}^2/\text{га} \times \text{сут.}$, что выше контроля на 71,3-72,1 %.

4.2. Водный и пищевой режимы почвы

Водный и пищевой режимы почвы в Нечерноземной зоне России являются важными факторами получения высокой урожайности сельскохозяйственных культур. В условиях Республики Марий Эл влагообеспеченность почвы относительно удовлетворительная и хорошая (ГТК 1,1-1,2). По среднесуточным данным за июнь-август выпадает достаточное количество осадков – 183,3 мм.

Результаты проведенных в 2002-2004 гг. исследований показали, что перед посевом озимой ржи в метровом слое почвы содержалось достаточное количество продуктивной влаги – 150,5-195,0 мм, в зависимости от варианта (табл. 9).

В период весеннего отрастания озимой ржи количество влаги на вариантах

опыта отличалось незначительно и составило от 220,2 до 231,2 мм. В течение вегетации озимой ржи обеспеченность почвы продуктивной влагой была также хорошей.

Таблица 9 – Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм, (среднее за 2002-2004 гг.)

Паровой предшественник	Перед посевом	Весен - нее отрас- тание	Фенологические фазы			Перед уборкой
			выход в трубку	колоше- ние	цвете- ние	
Чистый пар (без уд. - контроль)	185,3	221,9	209,6	194,5	180,8	166,4
Чистый пар (навоз 40 т/га)	195,0	231,2	183,6	179,3	166,8	145,8
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	185,3	220,2	190,5	180,2	167,3	148,2
Сидеральный пар (горох)	152,7	230,7	199,8	188,4	175,2	150,1
Сидеральный пар (вика/овес)	150,5	229,5	185,2	178,7	165,0	148,9

Наибольшее потребление озимой рожью почвенной влаги отмечалось при внесении удобрений. При этом разница в содержании продуктивной влаги между изучаемыми вариантами по фазам роста и развития озимой ржи была в целом незначительной.

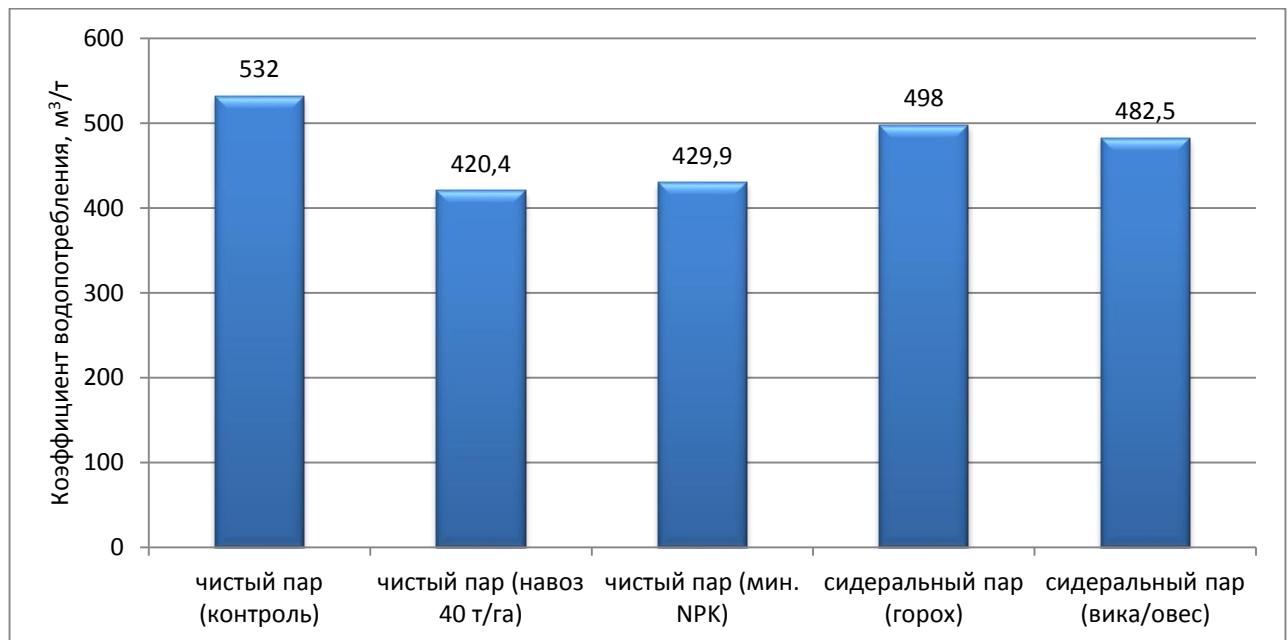


Рис. 2 – Коэффициент водопотребления озимой ржи, м³/т абсолютно-сухого вещества надземной биомассы (среднее за 2002-2004 гг.)

Коэффициент водопотребления озимой ржи в зависимости от варианта составил 420,4-532,0 м³/т абсолютно-сухого вещества надземной биомассы (рис. 2). При этом более низким он был на вариантах озимой ржи по чистому пару с внесением навоза и минерального NPK, и составил соответственно 420,4 и 429,9 м³/т. А самым высоким на контрольном варианте – 532,0 м³/т. При возделывании озимой ржи по сидеральным парам коэффициент водопотребления составил 482,5-498 м³/т абсолютно-сухого вещества.

Важное значение в жизни растений играет пищевой режим. Растения в течение вегетации потребляют из почвенного раствора макро- и микроэлементы. Среди макроэлементов особую роль играет азот, так как он входит в состав белков и нуклеиновых кислот. Велико значение также фосфора и калия. Фосфор участвует в построении молекул сложных белков (нуклеопротеидов), нуклеиновых кислот, фосфатидов, ферментов и других важных соединений. Калий тесно связан с жизнедеятельностью протоплазмы: повышает обводненность её коллоидов; уменьшает транспирацию и поддерживает тургор растительных клеток.

В течение вегетации озимой ржи за условиями обеспеченности пахотного слоя почвы элементами питания осуществляли контроль их содержания (табл. 10).

Почвы опытных участков характеризовались повышенным содержанием азота и калия, и высоким – фосфора. Так, перед посевом озимой ржи в зависимости от варианта количество азота составило 7,3-8,6; фосфора – 18,9-21,8 и калия – 15,2-17,5 мг/100 г.п.

В период весеннего отрастания на вариантах с внесением удобрений (органических и минеральных) в почве наблюдается некоторое увеличение содержания NPK. В последующие фазы роста и развития озимой ржи на всех вариантах опыта количество элементов питания уменьшается и перед уборкой в зависимости от варианта содержание азота составило 7,2-8,1; фосфора – 19,2-21,0 и калия – 15,1-16,3 мг/100 г.п.

В целом, для роста и формирования урожая озимой ржи в пахотном слое почвы на всех вариантах опыта имелось достаточное количество элементов минерального питания.

Таблица 10 – Динамика содержания элементов питания в пахотном слое почвы, мг/100 г п.
(среднее за 2002-2004 гг.)

Паровой предшественник	Перед посевом			Весеннее отрастание			Фенологическая фаза						Перед уборкой		
							выход в трубку			цветение					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Чистый пар (без уд. - контроль)	7,8	20,3	16,4	7,7	19,9	16,2	7,5	19,9	15,8	7,2	19,5	15,3	7,2	19,2	15,1
Чистый пар (навоз 40 т/га)	8,6	21,8	17,5	8,7	21,9	17,4	8,4	20,7	17,1	8,0	20,3	16,3	7,8	20,0	16,1
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	8,2	21,1	16,9	8,3	22,0	17,3	8,4	21,9	17,1	8,1	21,3	16,6	7,8	21,0	16,3
Сидеральный пар (горох)	7,6	18,9	16,5	8,9	20,7	17,1	8,7	20,5	16,2	8,3	20,1	16,0	8,0	19,9	15,7
Сидеральный пар (вика/овес)	7,3	19,9	15,2	8,7	20,8	16,9	8,7	20,8	16,1	8,4	20,3	15,7	8,1	19,9	15,4

4.3. Микробиологическая активность почвы

Протекающие в почве биологические процессы, интенсивность которых зависит, главным образом, от количества и качества поступающего в нее органического вещества, являются важным показателем почвенного плодородия (Бегулов, 1998; Довбан, 1990).

Исследования, проведенные в 2002-2004 гг. выявили, что при возделывании озимой ржи весенние навоза в чистом пару и применение сидерации способствуют существенному повышению биологической активности почвы (табл. 11). Так, доля разложившейся ткани на этих вариантах была на 53,3-61,3 % выше по сравнению с контрольным чистым паром. При возделывании озимой ржи по чистому пару с внесением минерального NPK степень активности почвенных микроорганизмов была средней.

Таблица 11 – Микробиологическая активность 0-20 см слоя почвы на озимой ржи (среднее за 2002-2004 гг.)

Паровой предшественник	Доля разложившейся ткани, %	Степень активности (по Е.Н. Мишустину)
Чистый пар (без уд. - контроль)	22,1	слабая
Чистый пар (навоз 40 т/га)	83,4	очень сильная
Чистый пар (мин. NPK на 3 /га)	35,9	средняя
Сидеральный пар (горох)	79,3	сильная
Сидеральный пар (вика/овес)	75,4	сильная
НСР ₀₅	4,2	

Исследования показали, что применение зеленого удобрения существенно повышает микробиологическую активность почвы. В сравнении с контрольным чистым паром, в среднем за годы исследований, сидерация увеличивала степень разложения льнополотна в 1,5-3,5 раза.

Корреляционная связь между содержанием микробиологической активностью почвы и поступлением органического сухого вещества в почву была сильно прямо зависимой ($r = 0,73$), уравнение регрессии имело вид: $y = 0,06x + 53,5$.

Таким образом, по результатам исследований можно заключить, что биологическая масса сидератов является пищевым и энергетическим материалом для почвенной микрофлоры. Запахиваемая органическая масса гороха и викоовсяной смеси на зеленое удобрение способствует существенному увеличению активности почвенной биоты.

4.4. Фитосанитарное состояние посевов

Фитосанитарное состояние посевов является одним из основных факторов, влияющих на продуктивность агроценозов. Негативное влияние сорных растений, вредителей и болезней приводит как к недобору урожая сельскохозяйственных культур, так и к снижению качества производимой продукции.

С целью изучения фитосанитарного состояния посевов озимой ржи, возделываемой по чистому и сидеральному парам, нами был проведен учет засоренности посевов культуры.

Таблица 12 – Засоренность посевов озимой ржи, шт./м²
(среднее за 2002-2004 гг.)

Паровой предшественник	Весеннее отрастание			Перед уборкой		
	все го	в том числе		все го	в том числе	
		мало лет них	много лет них		мало лет них	много лет них
Чистый пар (контроль)	38	32	6	24	20	4
Чистый пар (навоз 40 т/га)	56	49	7	31	28	3
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	40	34	6	21	17	4
Сидеральный пар (горох)	43	39	4	23	21	2
Сидеральный пар (вика/овес)	41	36	5	19	16	3
НСР ₀₅	2,8			2,7		

Результаты исследований показали, что посевы озимой ржи в годы исследований в целом были засорены средне, и в основном малолетними сорняками. Так, в период весеннего отрастания озимой ржи количество сорных растений на 1 м² было от 38 до 56 шт., в зависимости от варианта. При этом менее засоренным был

посев ржи, возделываемой по контрольному чистому пару – 38 шт./м² (табл. 12). Несколько выше была засорена озимая рожь по чистому с применением минерального NPK и сидеральному парам – соответственно 40 и 43 шт./м².

При возделывании сельскохозяйственных культур с применением навоза в качестве основного удобрения обычно наблюдается повышенная засоренность посевов, особенно если данное органическое удобрение было свежим, неперепревшим, что вызывает необходимость дополнительных затрат на борьбу с сорняками. В наших исследованиях посевы озимой ржи по чистому пару с внесением навоза также были засорены сильно – 56 шт./м². Основную долю сорных растений – 87 % при этом составляли малолетние сорняки.

К моменту уборки озимой ржи засоренность посевов уменьшилась на 37-44 %, и в зависимости от варианта составила 19-31 шт./м². При этом более засоренным оставались посевы озимой ржи по чистому пару с внесением навоза, а менее – по сидеральному викоовсяному пару.

В среднем за годы исследований в посевах озимой ржи, по данным учета засоренности, преобладала группа малолетних сорняков. В структуре сорной растительности из яровых встречались марь белая (*Chenopodium album*), дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis*), пикульники (*Caleopsis spesiosa, tetrahit*), из зимующих – василек синий (*Centaurea cyanus*), ромашка непахучая (*Matricaria perforata merat*), ярутка полевая (*Thlaspi arvense*), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*), метлица обыкновенная (*Apera spica-venti*). Доля многолетних сорняков была небольшой. Из них наибольшее распространение имели осот полевой (*Sonchus arvensis*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*) и вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*).

Таким образом, по результатам исследований можно отметить, что сидерация позволяет бороться с сорняками. Растительный покров сидеральных культур заглушают сорняки, лишая их света, влаги и питательных веществ. Так, например, в среднем годы исследований засоренность посевов озимой ржи по сидеральному гороховому и викоовсяному парам в сравнении с возделыванием по чистому пару с внесением навоза была на 24,2-31,1 % ниже, в том числе в период весеннего отрастания – на 23,3-26,8 % и перед уборкой – на 25,9-38,8 %. При этом посевы озимой

ржи по сидеральному викоовсяному пару перед уборкой были достоверно ниже засорены и в сравнении с возделыванием по чистому контрольному пару.

4.5. Урожайность и качество зерна озимой ржи

Эффективность любого агротехнического приема определяется, прежде всего, уровнем урожая сельскохозяйственной культуры, дающим объективную оценку ее агротехнологии.

Исследования выявили, что возделывание озимой ржи по чистому с применением удобрений и сидеральному парам позволяет получать достоверное увеличение урожайности зерна (табл. 13).

Таблица 13 – Урожайность озимой ржи

Паровой предшественник	Годы			Средняя	+, - к контролю, кг/га
	2002	2003	2004		
Чистый пар (без уд.- контроль)	1,63	1,59	1,40	1,54	
Чистый пар (навоз 40 т/га)	2,37	2,56	1,91	2,28	+ 740
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	2,00	2,34	1,90	2,08	+ 540
Сидеральный пар (горох)	1,80	2,03	1,81	1,88	+ 340
Сидеральный пар (вика/овес)	1,84	2,13	1,85	1,94	+ 400
НСР ₀₅	0,19	0,14	0,11		

Более высокая урожайность зерна озимой ржи во все годы исследований была получена при возделывании по чистому пару с внесением навоза: 2,37 т/га – в 2002 году, 2,56 – в 2003 году и 1,91 т/га – в 2004 году, что существенно выше контрольного варианта. Причем в 2002 и 2003 годах исследований достоверная разница в урожайности прослеживалась в сравнении со всеми остальными вариантами.

Урожайность озимой ржи по сидеральному пару в годы исследований также обеспечила существенную, в сравнении с контрольным чистым паром, прибавку зерна. Так, в 2002 году урожайность озимой ржи при использовании викоовсяной смеси на сидерат составила 1,84 т/га, гороха – 1,80 т/га, в 2003 г. – соответственно

2,13 и 2,03 т/га, в 2004 г. – 1,85 и 1,81 т/га. Следует отметить, что при использовании викоовсяной смеси на зеленое удобрение урожайность зерна озимой ржи несколько выше, чем при возделывании по гороховому сидеральному пару, хотя в целом разница между вариантами не существенная.

В среднем за годы исследований, урожайность зерна озимой ржи при возделывании по чистому пару с внесением навоза составила 2,28 т/га, что выше контроля на 41,6 %. На вариантах с внесением минерального NPK и применением сидерации урожайность была ниже на 0,2-0,4 т/га. Возделывание озимой ржи с использованием зеленого удобрения по сравнению с контрольным чистым паром способствовало прибавке урожайности зерна на 340-400 кг/га.

Корреляционная связь между урожайностью зерна озимой ржи и поступлением в почву с удобрениями элементов минерального питания была сильной ($r = 0,77$), а уравнение имело вид: $y = 1,9 + 0,0006x$.

Также выявлены сильная связь между урожайностью зерна озимой ржи и ее фотосинтетическим потенциалом: $y = 0,87 + 0,0005x$ ($r = 0,81$), и средняя корреляция – с микробиологической активностью почвы: $y = 2,05 - 0,0001x$ ($r = 0,60$).

Таблица 14 – Структура урожая озимой ржи
(среднее за 2002-2004 гг.)

Паровой предшественник	Продуктивных стеблей, шт./м ²	Продуктивная кустистость	Длина колоса, см	Кол-во зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г
Чистый пар (без уд.-контроль)	244	2,6	7,5	32,6	0,90
Чистый пар (навоз 40 т/га)	266	3,4	9,6	45,7	1,48
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	258	3,2	8,9	44,8	1,44
Сидеральный пар (горох)	238	2,9	8,8	40,8	1,26
Сидеральный пар (вика/овес)	247	2,9	8,8	39,6	1,21

Анализ структуры урожая показал, что более высокая урожайность зерна озимой ржи, размещенной по чистому пару с внесением навоза, обусловлена такими элементами структуры, как количеством продуктивных стеблей – 266 шт./м², зерен

в колосе – 45,7 шт. и массой зерна с одного колоса – 1,48 г (табл. 14).

На варианте с внесением минерального NPK показатели структуры урожая были несколько ниже. Так, продуктивных стеблей было 258 шт./м², количество зерен в колосе – 44,8 шт. и масса зерна с одного колоса – 1,44 г. При размещении озимой ржи по сидеральным парам количество продуктивных стеблей составило 238-247 шт./м², зерен в колосе – 2,9-3,0 шт. и масса зерна с одного колоса – 1,21-1,26 г.

При возделывании сельскохозяйственных культур очень важно, чтобы продукция характеризовалась высоким качеством. В современных рыночных условиях хозяйствования качеству производимого продовольственного зерна должно уделяться особое значение. Лишь качественная продукция является одним из важнейших средств конкурентной борьбы, завоевания и удерживания позиций на рынке продовольствия.

Таблица 15 – Качество зерна озимой ржи
(среднее за 2002-2004 гг.)

Паровой предшественник	Содержание белка, %	Натура зерна, г/л	Масса 1000 семян, г
Чистый пар (без уд. - контроль)	10,2	658	27,6
Чистый пар (навоз 40 т/га)	12,8	670	32,5
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	12,1	676	32,2
Сидеральный пар (горох)	12,0	668	31,0
Сидеральный пар (вика/овес)	11,9	670	30,7
НСР ₀₅	0,4		

Проведенный анализ качества зерна показал, что более высокое количество белка было при возделывании озимой ржи по чистому пару с внесением навоза – 12,8 % (табл. 15). На остальных вариантах в зерне содержалось существенно ниже белка. Так, при размещении озимой ржи по чистому пару с внесением минерального NPK и сидеральным парам количество белка в зерне составило от 11,9 до 12,1 %, а на контроле – 10,2 %. Между содержанием белка в зерне озимой ржи и поступ-

лением в почву с удобрениями элементов питания выявлена сильная корреляционная связь ($r = 0,74$), а уравнение линейной регрессии имело следующий вид: $y = 11,7 + 0,002x$.

Натура зерна озимой ржи в зависимости от варианта составила от 658 до 676 г/л. При этом более высокая объемная масса зерна была при возделывании озимой ржи по чистому пару с внесением минерального NPK – 676 г/л. На вариантах с применением зеленых удобрений и навоза натура зерна озимой ржи была несколько ниже и составила от 668 до 670 г/л, что выше контроля на 1,5-1,8 %.

Масса 1000 семян озимой ржи при возделывании по чистому пару с внесением удобрений была самой высокой и составила 32,5 г – на варианте с внесением навоза и 32,2 г – при использовании расчетных доз минеральных удобрений. Использование же сидерации обеспечило получение зерна озимой ржи с массой 1000 шт. от 30,7 до 31,0 г, что также больше контрольного варианта на 10,1-11,0 %.

Таким образом, результаты исследований показали, что использование гороха и викоовсяной смеси на зеленое удобрение, благоприятно влияя на плодородие почвы, улучшает структуру урожая и существенно увеличивает урожайность и улучшает качество зерна озимой ржи. Так, в среднем за годы исследований урожайность зерна озимой ржи, возделываемой по сидеральному парам, была на 22,1-43,9 % выше в сравнении с размещением по чистому контрольному пару. Увеличение содержания белка в зерне озимой ржи в сравнении с возделыванием по чистому контрольному пару составило на 1,4-1,8 %, натуры – на 1,5-1,8 % и массы 1000 семян – на 10,1-11,0 %.

Глава V. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СИДЕРАЛЬНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ

5.1. Рост и развитие сидеральных культур

При выращивании сидеральных культур в занятом пару очень важно чтобы растения смогли набрать максимальное количество биомассы за короткий период времени (2-2,5 месяца) по причине необходимости своевременной заделки их в почву. При благоприятных погодных условиях биологическая масса большинства сельскохозяйственных растений максимальна обычно в период цветения-колошение (образование плодов). С целью изучения особенностей формирования урожая сидеральных культур нами был изучен характер роста и развития растений.

Рост и развитие растений – важнейшие жизненные процессы, лежащие в основе формирования растительного организма, его онтогенеза. Рост растений – необратимое увеличение размеров, связанное с новообразованием клеток, тканей и органов; развитие растений – последовательные качественные, изменения структуры и функций, возникающие в процессе онтогенеза и ведущие, в конечном счете, к воспроизведению себя в потомстве.

Посев сидеральных культур в 1998 году был проведен в поздние сроки – 25 мая, сказывалось отрицательное влияние затяжной и холодной весны. Всходы овса появились первыми – 3 июня, а вики и гороха позже – два дня спустя (табл. 16). Рапс взошел лишь через две недели после посева.

Сравнительно высокая температура воздуха и отсутствие достаточного количества влаги в июне подействовали отрицательно и на дальнейшее развитие рапса. Ветвление наступило лишь в третьей декаде июня, через две недели после всходов. Кущение овса наблюдалось через 12 дней после появления всходов, а ветвление бобовых – через 13 дней.

При более благоприятных погодных условиях третьей декады июня овес перешел в фазу выхода в трубку через 13 дней после кущения, горох и вика перешли в стеблевание соответственно через 8 и 10 дней после ветвления. Стеблевание рапса наблюдалось лишь через 20 дней после фазы ветвления.

Таблица 16 – Даты наступления фаз развития сидеральных культур и межфазные периоды

Фенологическая фаза	Рапс			Горох			Вика			Овес		
	1998 г.	1999 г.	2001 г.	1998 г.	1999 г.	2001 г.	1998 г.	1999 г.	2001 г.	1998 г.	1999 г.	2001 г.
Дата наступления фенологической фазы												
1. Всходы	10.06	29.05	2.06	5.06	26.05	4.06	5.06	26.05	4.06	3.06	26.05	4.06
2. Кущение (ветвление)	25.06	12.06	20.06	18.06	4.06	18.06	18.06	4.06	18.06	15.06	14.06	18.06
3. Выход в трубку (стеблевание)	15.07	21.06	1.07	26.06	17.06	28.06	28.06	17.06	28.06	28.06	17.06	28.06
4. Колошение (бутонизация)	24.07	29.06	10.07	1.07	23.06	6.07	10.07	23.06	6.07	12.07	5.07	16.07
5. Цветение		5.07	16.07	7.07	29.06	16.07	18.07	29.06	16.07			
6. Созревание			23.07	20.07	1.07	23.07	24.07	1.07	23.07			
Межфазный период, дн.												
Всходы - кущение (ветвлен.)	15	14	18	13	9	14	13	9	14	12	19	14
Кущение – трубк. (ветвлен.)–(стебл.)	23	9	10	8	13	10	10	13	10	13	3	10
Трубк.- колошен. (стебл.)–(бутаниз.)	9	7	9	4	6	8	12	6	8	14	18	18
Колошен.- цветен. (бутаниз.)		6	6	6	6	10	8	6	10			
Цветен.- созрев.			7	13	2	7	6	2	7			

В начале второй декады июля овес перешел в фазу выметывание. Бутонизация гороха началась в начале первой декады июля – через 4 дня после стеблевания, а вики – через 12 дней. Бутонизация рапса наблюдалась в середине третьей декады июля, через 8 дней после начала стеблевания. Через 6 дней после начала бутонизации горох перешел в фазу цветения, а вика – через 8 дней. И в начале третьей декады июля бобовые были в фазе образования бобов.

Сидеральные культуры при запашке (28 июля) находились в следующих фенологических фазах развития и роста: рапс – в бутонизации, овес – выметывание, а бобовые – образовании бобов. Период от посева до запашки составил 60 дней.

Посев сидеральных культур в 1999 году был проведен в ранние сроки (6 мая). Но из-за неблагоприятных погодных условий (относительно низкая температура и повышенное количество осадков в первых двух декадах мая) всходы появились лишь через 20-23 дня. Через 9 дней после всходов вика с горохом начали ветвиться, рапс – через две недели. Овес перешел в фазу кущения через 19 дней, а еще через 3 дня – в фазу выхода в трубку.

Высокая температура воздуха и отсутствие достаточного количества осадков первых полутора летних месяцев сократили межфазные периоды развития сидеральных культур. Уже в первой декаде июля вика с горохом были в фазе бобообразования. Рапс находился в фазе цветения, а овес – в фазе выметывание.

При запашке (27 июля) сидеральные культуры находились в следующих фенологических фазах: рапс – в цветении, овес – выметывании, а бобовые – бобообразовании. Период от посева до запашки составил 82 дня.

В 2001 году посев сидеральных культур был проведен 24 мая. Более поздний срок сева объясняется тем, что первая половина этого месяца была дождливой. Осадков за месяц выпало 178,4 % от средней многолетней нормы и их количество составило 80,3 мм.

Всходы сидеральных культур появились через 8-10 дней после посева. Первый летний месяц был дождливым и прохладным, что замедлило развитие растений. Рапс начал ветвиться лишь через 18 дней после всходов. Кущение овса, ветвление гороха и вики наблюдалось через две недели. К концу июня, через 10 дней

после начала кущения и ветвления, растения сидеральных культур перешли в фазу выхода в трубку и стеблевание.

Погодные условия июля благоприятствовали дальнейшему росту и развитию сидеральных культур. Бутонизация гороха наблюдалась 4, вики – 6, а рапса – 10 июля. Овес перешел в фазу выметывание 16 июля. Через 6-7 дней рапс и горох перешли в цветение, а вика зацвела через 10 дней после бутонизации.

Сидеральные культуры при запашке (26 июля) находились в следующих фенологических фазах: овес – в выметывании, рапс, вика и горох – образовании плодов. Период от посева до запашки составил 61 дней.

Характер нарастания абсолютно сухой биомассы сидеральных культур в среднем за годы исследований представлен в таблице 17. В годы исследований нарастание биомассы сидеральных культур, как по вариантам, так и по годам было неодинаковым. Это связано с биологическими особенностями культур и погодными условиями периода вегетации.

Более быстрый рост биологической массы наблюдался у гороха, который к моменту запашки сформировал 6,5 т/га надземной части и 0,18 т/га сухого вещества пожнивно-корневых остатков.

На остальных вариантах рост биомассы сидеральных культур шел несколько медленнее. Так, в варианте с чистым посевом вики к моменту запашки было наращено сухого вещества надземной части 5,1, а пожнивно-корневых остатков – 0,22 т/га. Несколько ниже биомассы сформировано в вариантах со смесью вики с овсом, гороха с рапсом и гороха с овсом. Сухое вещество надземной части викоовсяной смеси при запашке составило 4,9, а пожнивно-корневых остатков – 0,75 т/га, гороха в смеси с рапсом соответственно 4,7 и 0,22, гороха в смеси с овсом – 4,4 и 0,75 т/га.

Более медленным темпом формирования биомассы характеризовался рапс. К запашке сидератов было наращено этой культурой минимальное количество сухого вещества: 3,1 – надземной части и 0,28 т/га – пожнивно-корневых остатков.

На основе изложенного можно отметить, что горох и вика в смеси с овсом

Таблица 17 – Нарастание абсолютно-сухой биомассы сидеральных культур, т/га
(среднее за 1998, 1999 и 2001 гг.)

Вариант	Фенологическая фаза											
	всходы		всходы – ветвление		ветвление (кущение)		стеблевание (труб- кование) - бутони- зация		цветение, колошение		бобообразование, колошение	
	надз. часть	пожн. и корн. остат.	надз. часть	пожн. и корн. остат.	надз. часть	пожн. и корн. остат.	надз. часть	пожн. и корн. остат.	надз. часть	пожн. и корн. остат.	надз. часть	пожн. и корн. остат.
Рапс	0,05	0,01	0,20	0,04	0,45	0,09	0,95	0,11	2,28	0,26	3,1	0,28
Вика	0,07	0,02	0,40	0,06	0,95	0,10	1,93	0,12	4,05	0,22	5,1	0,22
Горох	0,09	0,02	0,61	0,06	1,49	0,09	2,79	0,14	5,36	0,17	6,5	0,18
Вика/рапс	0,06	0,01	0,35	0,06	0,73	0,10	1,55	0,16	2,67	0,22	3,5	0,23
Вика/овес	0,09	0,03	0,50	0,11	1,58	0,34	2,30	0,39	4,08	0,68	4,9	0,75
Горох/овес	0,13	0,03	0,48	0,09	1,40	0,24	2,91	0,45	3,78	0,69	4,4	0,75
Горох/рапс	0,08	0,01	0,41	0,04	1,13	0,09	1,97	0,11	3,93	0,20	4,7	0,22

сравнительно за короткий период времени способны быстро формировать больше биологической массы.

Еще около 2000 лет назад было замечено, что возделывание бобовых культур возвращает плодородие истощенной почве. Поэтому основным преимуществом использования бобовых в качестве зеленого удобрения является еще и то, что клубеньковые бактерии в симбиозе с ними способствуют накоплению атмосферного азота, тем самым увеличивая плодородие почвы и уменьшая затраты на внесение минеральных удобрений (Jensen, 1990).

В нашей стране доля биологического азота в азотном балансе растениеводства еще очень мала и составляет около 5 %. При создании для симбиоза благоприятных условий, она может возрасти до 35 %, или 12-15 млн. т аммиачной селитры (Мишустин, Шильникова, 1973; Посыпанов, 1991; Турчин, 1972).

В полевых опытах иногда необходимо знать массу клубеньков в расчете на 1 га. По данным В. Т. Емцева (1989) горох и вика в обычных полевых условиях за вегетационный период фиксируют приблизительно 80 и 89 кг/га атмосферного азота. На формирование клубеньков в решающей степени влияют основные факторы внешней среды: кислотность, влагообеспеченность и температура почвы.

Результаты исследований показали, что после появления всходов клубеньки у гороха и вики при благоприятных условиях начинали появляться на 3-4 день. Формирование клубеньков клубеньковых бактерий по вариантам и относительно фаз развития бобовых культур было разным.

В фазе стеблевания, в среднем за годы исследований, наибольшее количество клубеньков клубеньковых бактерий было на варианте с чистым посевом вики – 13,9 кг/га в весовом выражении, в количественном – 5,55 млн. шт./га (табл. 18). На остальных вариантах содержалось меньше клубеньков. Так, на варианте смеси вики с овсом количество клубеньков было 9,03, чистым посевом гороха – 8,63 и гороха в смеси с овсом – 7,56 кг/га, что составило соответственно 3,26, 1,71 и 1,53 млн. шт./га.

Наибольшее количество клубеньков, как при весовом учете, так и количе-

ственном накапливалось у гороха и вики к фазе цветения. Максимальное количество клубеньков было на варианте вики в смеси с овсом – 21,96 кг/га (8,76 млн. шт./га). Несколько меньше формировалось клубеньков на варианте вики в смеси с рапсом – 19,4 кг/га (7,73 млн. шт./га).

Таблица 18 – Формирование клубеньков клубеньковых бактерий (среднее за 1998, 1999 и 2001 гг.)

Вариант	Фенологическая фаза					
	стеблевание		цветение		бобообразование	
	кг/га	млн. шт./га	кг/га	млн. шт./га	кг/га	млн. шт./га
Вика	13,90	5,55	14,10	5,65	4,90	1,95
Горох	8,63	1,71	10,40	2,10	4,33	0,88
Вика/рапс	6,76	2,70	19,40	7,73	13,00	5,17
Вика/овес	9,03	3,26	21,96	8,76	19,06	7,57
Горох/овес	7,56	1,53	10,20	2,06	4,43	0,91
Горох/рапс	4,43	0,88	11,23	2,24	3,60	0,75

К запашке биомассы сидератов (фаза бобообразования бобовых) наблюдается уменьшение количества клубеньков. При этом больше клубеньков клубеньковых бактерий сохранилось на варианте викоовсяной и викорапсовой смесей – 19,06 и 13,00 кг/га (7,57 и 5,17 млн. шт./га). На остальных вариантах содержалось значительно меньше клубеньков.

Итак, на рост и развитие сидеральных культур большое влияние оказывают погодные условия. В годы с засушливым летом происходит сокращение межфазных периодов сидеральных культур, меньше накапливается биологическая масса. При более благоприятных условиях погоды биомассы сидеральных культур наращивается больше. Более интенсивное формирование сухого вещества было у гороха. Несколько ниже – у вики в смеси с овсом и вики. Более благоприятные условия для формирования клубеньков клубеньковых бактерий складывались у вики, высеянной в смеси с овсом.

5.2. Водный и пищевой режимы почвы на посевах сидеральных культур

Большое значение в формировании урожая сельскохозяйственных культур играет условие влагообеспеченности почв. В Республике Марий Эл влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в целом хорошая и удовлетворительная. Поэтому в годы с нормальным увлажнением, количество влаги в почве достаточно для нормального роста и развития растений.

Однако в отдельные годы культуры Нечерноземья могут страдать от недостатка влаги, в связи с засухой или неравномерным выпадением осадков в период вегетации растений (Алексеев, 1957; Давлетов, 1991; Заикин и др., 1997).

Нами был изучен водный режим почвы на посевах сидеральных культур. Запас продуктивной влаги определяли в метровом слое почвы. В среднем за годы исследований обеспеченность сидеральных культур продуктивной влагой была хорошей (табл. 19).

Таблица 19 – Динамика содержания продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм (среднее за 1998, 1999 и 2001 гг.)

Вариант	Перед посевом	В середине вегетации	Перед заправкой
Рапс	235,6	184,5	178,6
Вика	235,6	178,4	172,9
Горох	235,6	171,5	148,8
Вика/рапс	235,6	181,9	174,2
Вика/овес	235,6	168,8	160,0
Горох/овес	235,6	184,0	166,9
Горох/рапс	235,6	178,0	164,3

Так, перед посевом сидеральных культур в метровом слое почвы продуктивной влаги составило 235,6 мм. К заправке биомассы сидератов запас влаги в почве уменьшился. Наибольшее снижение было в варианте с горохом – на 86,8 мм и со-

держалось перед запашкой 148,8 мм продуктивной влаги. А минимальное уменьшение было в варианте с рапсом – на 57 мм. Запас продуктивной влаги в метровом слое почвы в данном варианте составил 178,6 мм. На остальных вариантах перед запашкой сидератов содержалось от 160,0 до 174,2 мм продуктивной влаги.

На формирование единицы сухого вещества растения вики в смеси с овсом, гороха и гороха в смеси с овсом потребляли в сравнении с другими вариантами влаги меньше – соответственно 27,9, 28,5 и 29,7 мм на 1 т сухого вещества (табл. 20). В варианте с рапсом коэффициент водопотребления был более высокий – 46,4 мм/т.

Таблица 20 – Коэффициент водопотребления сидеральных культур, мм/т сухого вещества

Вариант	Год			Среднее
	1998	1999	2001	
Рапс	54,0	65,2	20,0	46,4
Вика	13,8	72,4	21,1	35,7
Горох	17,6	51,5	16,5	28,5
Вика/рапс	36,4	78,2	20,1	44,9
Вика/овес	16,6	46,3	20,9	27,9
Горох/овес	15,5	51,5	22,3	29,7
Горох/рапс	18,3	69,8	22,6	36,9

Таким образом, за годы исследований условия влагообеспеченности почв продуктивной влагой были хорошими. На формирование единицы сухого вещества вика в смеси с овсом, горох и горох в смеси с овсом потребляли в сравнении с другими вариантами меньше продуктивной влаги.

В течение вегетации культур осуществляли контроль за обеспеченностью пахотного слоя почвы элементами питания. Почвы опытных участков характеризовались средним, повышенным и высоким содержанием элементов питания (табл. 21).

Так, в зависимости от варианта перед посевом азота содержалось от 10,5 до 11,3, фосфора – 33,4-33,6 и калия – 16,8-17,2 мг/100 г п.

Таблица 21 – Содержание элементов питания в пахотном слое почвы, мг/100 г п.

(среднее за 1998, 1999 и 2001 гг.)

Вариант	Перед посевом			В середине вегетации			Перед запашкой		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Рапс	10,5	33,5	16,8	9,3	32,5	15,8	8,8	31,3	15,0
Вика	10,8	33,4	17,1	9,8	32,2	15,5	8,6	28,6	14,7
Горох	10,8	33,5	17,1	9,8	32,5	15,8	8,7	28,2	14,5
Вика/рапс	11,0	33,4	17,0	10,1	31,5	15,8	9,3	28,0	14,9
Вика/овес	11,2	33,4	17,0	9,9	29,8	15,9	9,1	27,0	15,3
Горох/овес	11,1	33,6	17,2	10,8	31,0	15,9	9,0	28,1	14,6
Горох/рапс	11,3	33,4	17,0	10,6	31,1	16,5	9,4	27,3	15,0

К моменту заделки биомассы по каждому варианту сидеральной культуры наблюдается снижение содержания в почве элементов питания. Почти на всех вариантах большее снижение содержания азота и фосфора наблюдалось во второй половине вегетации (фаза стеблевания - цветение), в период интенсивного наращивания сидеральными культурами биологической массы. Калий использовался примерно одинаково.

В целом можно отметить, что в пахотном слое почвы содержалось достаточное количество элементов питания для формирования биомассы сидеральных культур.

5.3. Урожайность сидеральных культур

Урожайность биологической массы сидеральных культур является одним из основных показателей их качественной оценки. Перед скашиванием и заделкой биомассы сидеральных культур в почву была определена урожайность.

В 1998 году максимальную урожайность сырой биомассы сформировали горох и вика – 33,4 и 34,4 т/га, в том числе надземной зеленой массы – 33,0 и 33,8, и пожнивно-корневых остатков – 0,40 и 0,56 т/га, соответственно (табл. 22). Несколько ниже урожайность зеленой массы была на вариантах с викоовсяной смесью – 27,6, смеси гороха с рапсом – 28,1 и смеси гороха с овсом – 30,6 т/га.

Наибольшая масса сухого вещества получена в варианте с горохом – 7,66 т/га (табл.23). Несколько ниже была урожайность на вариантах с викой и викоовсяной смесью – 7,34 и 7,35 т/га, в том числе надземной – 7,00 и 6,36, а пожнивно-корневых остатков – 0,35 и 0,99 т/га. Также высокой урожайностью сухого вещества была на вариантах со смесью гороха с рапсом – 6,40 и гороха с овсом – 6,21 т/га.

Урожайность биомассы рапса была сравнительно ниже по сравнению с другими вариантами и составила 8,4 т/га – сырой и 1,84 – абсолютно сухой.

В 1999 году на формирование урожая биомассы сидеральных культур сильное влияние оказали отрицательные погодные условия. Первые два летних месяца были жаркими и засушливыми. И поэтому урожайность биомассы сидератов этого года сравнительно ниже урожайности предыдущего.

Наибольшая урожайность сырой биомассы получена на варианте с горохом – 2,3 т/га, в том числе надземной массы – 12,0 и пожнивно-корневых остатков – 0,31 т/га. Несколько ниже была урожайность на вариантах смеси вики с овсом и гороха с овсом – 11,0 10,0 т/га, в том числе надземной части растений – 9,4 и 9,2, а пожнивно-корневых остатков – 1,57 и 0,78 т/га.

Максимальная масса сухого вещества была на вариантах с горохом – 3,07 и викоовсяной смесью – 3,06 т/га, в том числе соответственно надземной части – 2,98 и 2,62, а пожнивно-корневых остатков – 0,09 и 0,44 т/га. Несколько ниже урожайность была на варианте с горохоовсяной смесью – 2,56 т/га, в том числе надземной части – 2,33 и пожнивно-корневых остатков – 0,23 т/га. На остальных вариантах урожайность была ниже на 5,2-6,0 т/га – сырой массы, и 1,56-1,78 – абсолютно-сухой. Урожайность биомассы рапса как сырой, так и сухой была минимальной.

В 2001 году максимальная урожайность биомассы получена при выращивании гороха. Урожайность сырой массы составила 39,1 т/га, в том числе надземной массы – 38,0 и пожнивно-корневых остатков – 1,09 т/га. Урожайность абсолютно-сухого вещества составила 9,29 т/га, в том числе 8,97 – надземной массы и

Таблица 22 – Урожайность зеленой массы сидеральных культур, т/га

Вариант	Надземная масса				Пожнивные и корневые остатки				Всего			
	1998 г.	1999 г.	2001 г.	сред- няя	1998 г.	1999 г.	2001 г.	сред- няя	1998 г.	1999 г.	2001 г.	сред- няя
Рапс	8,4	5,3	24,0	12,6	0,55	0,67	1,57	0,93	8,9	6,0	25,6	13,5
Вика	33,8	4,8	29,2	22,6	0,56	0,38	0,89	0,61	34,4	5,2	30,1	23,2
Горох	33,0	12,0	38,0	27,7	0,40	0,31	1,09	0,60	33,4	12,3	39,1	28,3
Вика/рапс	15,2	5,2	27,2	15,9	0,65	0,54	1,17	0,78	15,9	5,7	28,4	16,7
Вика/овес	24,6	9,4	27,6	20,5	3,03	1,57	2,56	2,38	27,6	11,0	30,1	22,9
Горох/овес	27,6	9,2	28,4	21,7	3,04	0,78	2,94	2,25	30,6	10,0	31,3	24,0
Горох/рапс	27,6	5,7	28,0	20,4	0,46	0,31	1,27	0,68	28,1	6,0	29,3	21,1
НСР ₀₅									1,6	0,8	1,3	0,5

Таблица 23 – Урожайность абсолютно-сухой массы сидеральных культур, т/га

Вариант	Надземная масса				Пожнивные и корневые остатки				Всего			
	1998 г.	1999 г.	2001 г.	сред- няя	1998 г.	1999 г.	2001 г.	сред- няя	1998 г.	1999 г.	2001 г.	сред- няя
Рапс	1,72	1,53	6,05	3,1	0,12	0,25	0,49	0,28	1,84	1,78	6,54	3,4
Вика	7,00	1,44	6,83	5,1	0,34	0,12	0,22	0,22	7,34	1,56	7,05	5,3
Горох	7,53	2,98	8,97	6,5	0,13	0,09	0,32	0,18	7,66	3,07	9,29	6,7
Вика/рапс	2,65	1,40	6,33	3,5	0,17	0,16	0,37	0,23	2,82	1,56	6,70	3,7
Вика/овес	6,36	2,62	5,79	4,9	0,99	0,44	0,83	0,75	7,35	3,06	6,62	5,7
Горох/овес	5,06	2,33	5,96	4,4	1,15	0,23	0,89	0,75	6,21	2,56	6,85	5,2
Горох/рапс	6,24	1,63	6,30	4,7	0,16	0,09	0,41	0,22	6,40	1,72	6,71	4,9
НСР ₀₅									0,36	0,24	0,28	0,14

0,32 т/га – пожнивно-корневых остатков.

Урожайность биомассы сидеральных культур на остальных вариантах была ниже. На варианте гороха в смеси с овсом урожайность сырой биомассы составила 31,3, вики с овсом – 30,1, вики – 30,1 т/га, а абсолютно-сухой – соответственно 6,85, 6,68 и 7,05 т/га. На варианте с рапсом урожайность биомассы была минимальной: 25,6 т/га – сырой и 6,54 – абсолютно-сухой.

В среднем за годы исследований более высокая урожайность биологической сидеральной массы была получена на варианте с горохом. Урожайность сырой биомассы составила 28,3 т/га, в том числе надземной части – 27,7 и пожнивно-корневых остатков – 0,60 т/га. Урожайность абсолютно-сухой массы составила 6,7 т/га, в том числе надземной части – 6,5 и пожнивно-корневых остатков – 0,18 т/га.

Примерно одинаковая урожайность биомассы сидератов получена на вариантах смеси гороха с овсом, вики и вики в смеси с овсом – соответственно 24,0; 23,2; 2,90 т/га – сырой массы и 5,7; 5,3; 5,7 – абсолютно-сухой. На вариантах со смесью гороха с рапсом и вики в смеси с рапсом урожайность была еще ниже: 21,1 и 16,7 т/га – сырой биомассы, 4,9 и 3,7 – абсолютно-сухой. Урожайность биологической массы рапса была самой низкой: 13,5 т/га – сырой биомассы и 3,4 – абсолютно-сухой.

По итогам исследований можно отметить, что к моменту заделки сидератов максимальное количество биологической массы формирует горох. Несколько меньше – вика в смеси с овсом и вика, а минимальное – рапс.

5.4. Поступление элементов питания в почву с биомассой сидеральных культур

Более полное представление об эффективности выращивания сидеральных культур можно получить лишь при учете поступления в почву питательных элементов с биологическим урожаем растений, включающим надземную массу и пожнивно-корневые остатки.

Поступление элементов минерального питания в почву с биомассой сиде-

ральных культур является производным показателем ее химического состава и урожайности. Для этого был проведен химический анализ запахиваемой надземной части и пожнивно-корневых остатков зеленых удобрений.

В среднем за годы исследований наибольшее количество азота было в сухом веществе гороха: 2,79 % – в надземной части и 1,88 % – в пожнивно-корневых остатках (табл.24). В биомассе остальных вариантов содержалось несколько меньше азота. В зависимости от варианта в надземной части растений его было 2,24-2,67 % и в пожнивно-корневых остатках – 1,30-1,85 %.

Так, в биомассе вики и гороха в смеси с рапсом содержалось азота, соответственно 2,67 и 2,57 % – в надземной части, 1,85 и 1,67 % – в пожнивно-корневых остатках. Минимальное количество азота в надземной части растений было в биомассе рапса – 2,24 %, а в пожнивно-корневых остатках – в сухом веществе гороха в смеси с овсом 1,30 %.

Максимальное количество фосфора в среднем за годы исследований содержалось в сухом веществе рапса: 0,79 – в надземной части и 0,60 % – в пожнивно-корневых остатках. В сухом веществе сидеральных культур остальных вариантов содержалось несколько меньше фосфора. В зависимости от варианта в надземной части растений фосфора было 0,64-0,77 %, а в пожнивно-корневых остатках – 0,44-0,54 %. Так, в биомассе вики в смеси с рапсом и вики содержалось фосфора соответственно 0,77 и 0,72 % – в надземной части, 0,54 и 0,53 % – в пожнивно-корневых остатках. Минимальное содержание фосфора в надземной части растений было в сухом веществе гороха и гороха в смеси с овсом – 0,64 %. В пожнивно-корневых остатках было мало фосфора также в сухом веществе биомассы гороха в смеси с овсом – 0,44 %.

Более высокое содержание калия было в сухом веществе надземной части рапса – 1,77 %, а в пожнивно-корневых остатках у гороха и вики в смеси с рапсом – 1,57 %. В биомассе остальных вариантов содержание калия было ниже. В зависимости от варианта в надземной части растений составило 1,32-1,68 % и в пожнивно-корневых остатках – 1,27-1,51 %. Так, на варианте вики в смеси с рапсом и вики в надземной части содержалось примерно одинаковое количество калия – 1,68 и 1,67

% В пожнивно-корневых остатках гороха в смеси с рапсом было 1,51 %

Таблица 24 – Химический состав биомассы сидеральных культур, %
(среднее за 1998, 1999 и 2001 гг.)

Вариант	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	надземная часть	пожнивные и корневые остатки	надземная часть	пожнивные и корневые остатки	надземная часть	пожнивные и корневые остатки
Рапс	2,24	1,50	0,79	0,60	1,77	1,38
Вика	2,67	1,85	0,72	0,53	1,67	1,37
Горох	2,79	1,88	0,64	0,46	1,37	1,57
Вика/рапс	2,31	1,80	0,77	0,54	1,68	1,57
Вика/овес	2,25	1,39	0,66	0,50	1,52	1,27
Горох/овес	2,42	1,30	0,64	0,44	1,33	1,27
Горох/рапс	2,57	1,67	0,68	0,46	1,32	1,51

калия. Минимально калия содержалось в надземной части гороха в смеси с рапсом – 1,32 %, а в пожнивно-корневых остатках в биомассе вики в смеси с овсом и гороха в смеси с овсом – 1,27 %.

Проведя учет урожайности биомассы сидеральных культур и определив химический их состав, нами был проведен расчет валового поступления элементов минерального питания в почву с сидератами. Так, наибольшее количество азота, фосфора и калия в сумме было в биологической массе урожая гороха (табл. 25). При общей урожайности сухого вещества надземной части и пожнивно-корневых остатков 6,7 т/га запахано в почву 318,5 кг/га элементов минерального питания, в том числе азота – 184,5, фосфора – 42,3 и калия – 91,7 кг/га.

С биомассой сидеральных культур остальных вариантов запахивалось меньше питательных элементов. С биологической массой вики и вики в смеси с овсом поступало в почву, соответственно 265,7 и 241,6 кг/га NPK, в том числе азота – 140,0 и 121,1, фосфора – 37,7 и 36,2, калия – 88,0 и 84,3 кг/га.

Биологическая масса гороха в смеси с рапсом и гороха в смеси с овсом обеспечили еще меньшее количество элементов минерального питания. Так, в варианте со смесью гороха с рапсом оно составило 223,5 кг/га, в том числе N – 124,8, P₂O₅ – 33,1 и K₂O – 65,6 кг/га, а гороха с овсом – 217,9 кг/га, соответственно N – 117,4, P₂O₅ – 31,8 и K₂O – 68,7 кг/га. С биомассой вики в смеси с рапсом запахано 173,5 кг/га NPK, в том числе азота – 84,0, фосфора – 27,8 и калия – 61,7 кг/га. Минимальное количество элементов минерального питания поступало в почву с биомассой рапса – 158,3 кг/га, в том числе азота – 73,6, фосфора – 25,9 и калия – 58,8 кг/га.

Исследования показали, что среди одновидовых посевов – горох, а из смешанных – вика в смеси с овсом, выращиваемые на зеленое удобрение, сравнительно за короткий период времени способны быстро наращивать биологическую массу, давать более высокую урожайность зеленого удобрения и обеспечивать большее поступление элементов минерального питания растений в почву.

В среднем за годы исследований урожайность абсолютно-сухой массы гороха перед запашкой сидератов составила 6,7 т/га, в том числе надземной части – 6,5 и пожнивно-корневых остатков – 0,18 т/га, а викоовсяной смеси – 5,7 т/га,

Таблица 25 – Поступление элементов питания в почву с биомассой сидеральных культур, кг/га
(среднее за 1998, 1999 и 2001 гг.)

Вариант	С надземной массой			С пожнивными и корневыми остатками			Всего			Сумма NPK
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Рапс	69,4	24,2	54,9	4,2	1,7	3,9	73,6	25,9	58,8	158,3
Вика	135,9	36,6	85,0	4,1	1,1	3,0	140,0	37,7	88,0	265,7
Горох	181,1	41,5	88,9	3,4	0,8	2,8	184,5	42,3	91,7	318,5
Вика/рапс	79,9	26,6	58,1	4,1	1,2	3,6	84,0	27,8	61,7	173,5
Вика/овес	110,7	32,5	74,8	10,4	3,7	9,5	121,1	36,2	84,3	241,6
Горох/овес	107,7	28,5	59,2	9,7	3,3	9,5	117,4	31,8	68,7	217,9
Горох/рапс	121,3	32,1	62,3	3,5	1,0	3,3	124,8	33,0	65,6	223,5

в том числе надземной части – 4,9 и пожнивно-корневых остатков – 0,8 т/га. И с биологической массой гороха в почву запахивалось 318,5, а викоовсяной смеси – 241,6 кг/га азота, фосфора и калия.

5.5. Рост и развитие озимой ржи

При выборе культуры для использования на сидерат важно знать, какое влияние окажет данный прием агротехники на последующую культуру. Сравнительную оценку сидеральных культур вели и по их влиянию на характер формирования урожая, микробиологическую активность почвы и урожайность следующей культуры звена севооборота – озимой ржи.

Нами было изучено влияние сидеральных культур – рапса, гороха и викоовсяной смеси на рост и развитие озимой ржи. Для этого провели учет полевой всхожести, характер перезимовки, формирования листовой поверхности, фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза озимой ржи.

Таблица 26 – Полевая всхожесть и перезимовка озимой ржи, % (среднее за 1998 и 2000 гг.)

Сидеральная культура	Полевая всхожесть		Перезимовка	
	шт./м ²	%	шт./м ²	%
Рапс	422,0	76,7	268,5	63,6
Горох	456,0	82,9	311,3	68,2
Вика/овес	448,0	81,5	302,1	67,4
НСР ₀₅	12,1		7,6	

Исследования, показали, что полевая всхожесть и процент перезимовки озимой ржи были выше на варианте при использовании на сидерат гороха (табл. 26). Полевая всхожесть семян при этом составила – 82,9 %. А на варианте с применением на зеленое удобрение вики в смеси с овсом возшло 81,5 %, рапса – 76,7 % семян.

Перезимовало озимой ржи на вариантах при использовании на сидерат гороха и вики в смеси с овсом примерно одинаковое количество, и составило соот-

ветственно 68,2 и 67,4 %. А на варианте по рапсовому сидеральному пару существенно меньше – 63,6 %.

Корреляционные связи между полевой всхожестью, перезимовкой озимой ржи и поступлением элементов питания с биомассой сидератов имели сильную прямую зависимость ($r = 0,99$ и $r = 0,99$).

Значение солнечного света исключительно велико для растений. Зеленые растения, поглощая энергию солнечного луча, переводят ее в энергию растительной массы. Ежегодно на Земле в процессе фотосинтеза образуется около 80 млрд. т сухого органического вещества.

Учет динамики площади листьев озимой ржи показал, что наибольшее количество листовой поверхности озимая рожь формировала в фазе колошения – от 43,7 до 53,7 тыс. м²/га, в зависимости от варианта (табл. 27).

Таблица 27 – Формирование листовой поверхности озимой ржи, тыс. м²/га (среднее за 1998 и 2000 гг.)

Сидеральная культура	Фенологическая фаза				
	осеннее кушение	выход в трубку	колошение	цветение	молочная спелость
Рапс	3,8	26,4	43,7	16,6	1,9
Горох	4,5	35,5	53,7	25,6	5,6
Вика/овес	4,4	36,2	50,6	24,1	4,9

В среднем за годы исследований более высокая площадь листовой поверхности озимой ржи была сформирована при использовании на сидерат гороха и викоовсяной смеси. В фазе колошения она составила 53,7 и 50,6 тыс. м²/га, соответственно. Минимальная же площадь листьев была при применении на зеленое удобрение рапса – 43,7 тыс. м²/га.

Озимая рожь, возделываемая по гороховому и викоовсяному сидеральному парам, сохраняла дольше зеленой фотосинтезирующей листовой поверхности. В фазе молочной спелости площадь листьев составила соответственно 5,6 и 4,9 тыс. м²/га, тогда как после рапса – всего 1,9 тыс. м²/га.

Наибольший фотосинтетический потенциал за период от весеннего отрастания до полного созревания озимой ржи, в среднем за годы исследований, был на варианте при возделывании культуры по гороховому сидеральному пару – 1948,4 тыс. м²/га × сут. (табл. 28).

Таблица 28 – Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза озимой ржи (весеннее отрастание-полная спелость, среднее за 1998 и 2000 гг.)

Сидеральная культура	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² /га×сут.	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² ×сут.
Рапс	1507,0	4,44
Горох	1948,4	4,29
Вика/овес	1880,7	4,04
НСР ₀₅		0,22

При применении же вики в смеси овсом и рапса на зеленое удобрение фотосинтетический потенциал был меньше и составил соответственно 1880,7 и 1507,0 тыс. м²/га × сут. Корреляционная связь между фотосинтетическим потенциалом озимой ржи и поступлением элементов питания с биомассой сидератов имела сильную прямую зависимость ($r = 0,99$).

Чистая продуктивность фотосинтеза характеризует продуктивность работы каждой единицы листовой поверхности культуры. Результаты расчетов показали, что чистая продуктивность фотосинтеза озимой ржи в зависимости от варианта составила от 4,04 до 4,44 г/м² × сут. При этом более высокая чистая продуктивность фотосинтеза озимой ржи была при использовании на сидерат рапса.

Таким образом, озимая рожь, возделываемая по гороховому и викоовсяному сидеральному парам, больше формировали листовой поверхности и обеспечивали более высокий фотосинтетический потенциал.

5.6. Водный и пищевой режимы почвы на посевах озимой ржи

Одним из недостатков сидеральных паров является иссушение почвы, так как парозанимающие культуры потребляют большое количество влаги. Особенно это

наблюдается в засушливые годы.

В условиях Республики Марий Эл по среднемноголетним данным выпадает за июль-август достаточное количество осадков – 143 мм. Поэтому в годы с нормальным увлажнением и своевременной запашке биомассы сидератов, даже при засушливом лете, количество влаги в почве занятых паров бывает близким к показателям раннего чистого пара (Алексеев, 1957, Давлетов, 1991, Заикин, 1997).

Результаты опытов показали, что в среднем за годы исследований перед посевом озимой ржи по сидеральному парам содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы было в достаточном количестве – 164,1-172,1 мм, в том числе в пахотном слое почвы – 31,9-33,5 мм, в зависимости от варианта (табл. 29).

Таблица 29 – Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм, (среднее за 1998 и 2000 гг.)

Сидеральная культура	Перед посевом	Весеннее отрастание	Фенологические фазы			Перед уборкой
			выход в трубку	колошение	цветение	
Рапс	172,1	238,7	197,4	159,8	142,9	134,1
Горох	164,1	246,0	192,2	151,5	137,3	124,5
Вика/овес	165,5	242,1	193,3	155,1	136,8	127,2

Весной, в период массового отрастания озимой ржи, в метровом слое почвы в зависимости от варианта имелось 238,7-246,0 мм продуктивной влаги. В последующие фазы развития по всем вариантам наблюдается снижение ее количества. Наибольший расход продуктивной влаги был на вариантах озимой ржи, размещенной после гороха и викоовсяной смеси. И перед уборкой ее содержание составило соответственно 124,5 и 127,2 мм. На варианте озимой ржи по рапсовому сидеральному пару имелось несколько больше продуктивной влаги – 134,1 мм.

Коэффициент водопотребления озимой ржи, возделываемой по гороховому сидеральному пару был самым низким и составил 319,8 м³/т абсолютно-сухого вещества (рис. 3). Несколько выше он был на варианте с использованием на сидерат вику в смеси с овсом – 342,2 м³/т, а на варианте после рапса на зеленое удобрение

коэффициент водопотребления был самым высоким и составил 373,7 м³/т абсолютно-сухого вещества надземной биомассы.

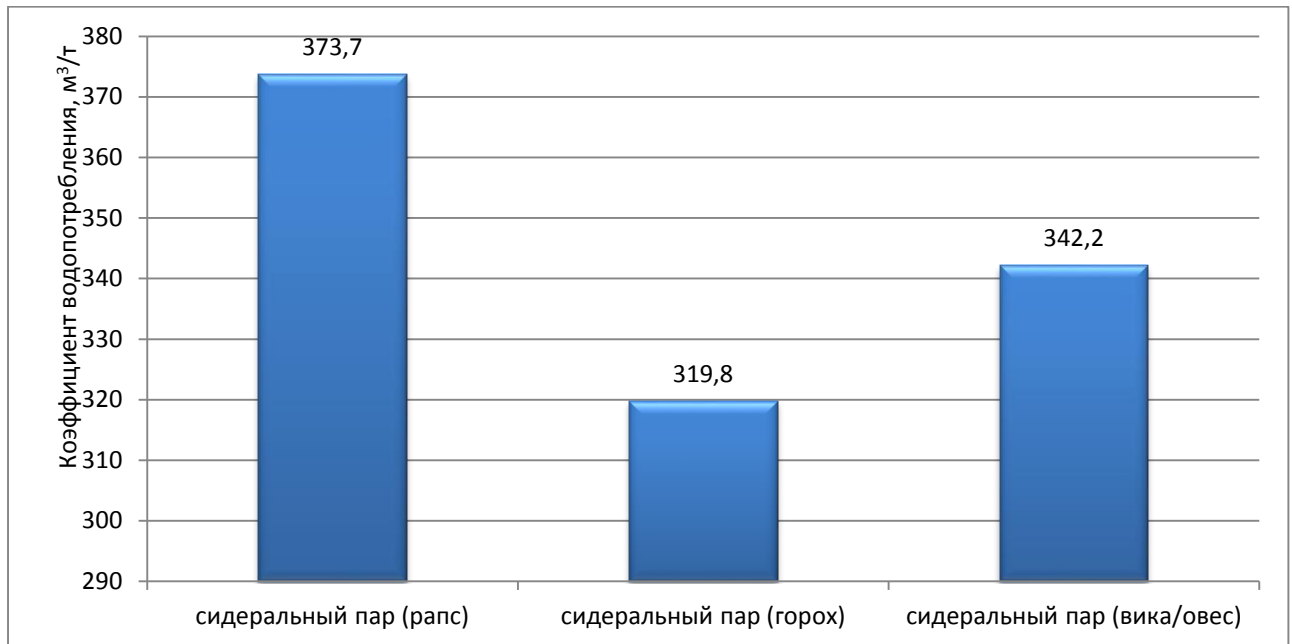


Рис. 3 – Коэффициент водопотребления озимой ржи, м³/т абсолютно-сухого вещества надземной биомассы (среднее за 1998 и 2000 гг.)

Пищевой режим почвы является одним из основных факторов определяющих характер роста и развития, урожайность растений. В среднем за годы исследований почвы опытных участков характеризовались высоким содержанием азота и калия, и очень высоким – фосфора. Так, перед посевом озимой ржи в зависимости от варианта содержание азота составляло 12,5-14,4, фосфора – 31,8-32,8 и калия – 18,1-18,6 мг/100 г п. (табл. 30).

В период весеннего отрастания озимой ржи, вследствие минерализации органического вещества сидератов, наблюдается некоторое увеличение содержания в почве элементов питания. В зависимости от вида сидеральной культуры увеличение азота составило на 0,4-0,7, фосфора – 0,3-0,6 и калия – 0,7 мг/100 г п.

К моменту уборки во всех вариантах содержание элементов питания уменьшилось. В зависимости от варианта снижение содержания в пахотном слое почвы азота составило на 0,5-1,2, фосфора – на 1,5-2,4 и калия – на 5,5-6,4 мг/100 г п.

В целом, для роста и формирования урожая озимой ржи в пахотном слое почвы на всех вариантах имелось достаточное количество элементов питания.

Таблица 30 – Динамика содержания элементов питания в пахотном слое почвы, мг/100 г п.
(среднее за 1998 и 2000 гг.)

Сидеральная культура	Перед посевом			Весеннее отрастание			Фенологическая фаза						Перед уборкой		
							выход в трубку			цветение					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Рапс	12,5	31,4	18,1	13,2	31,8	18,8	12,8	32,6	16,7	12,7	31,1	13,9	12,0	29,0	12,6
Горох	14,4	32,8	18,6	14,8	33,4	18,4	14,6	33,4	17,3	13,5	33,3	14,3	13,2	31,3	12,5
Вика/овес	13,1	31,8	18,6	13,5	32,1	17,5	13,4	32,0	16,9	13,0	31,6	14,9	12,6	30,0	12,2

5.7. Микробиологическая активность почвы

Ряд исследователей (Вавуло, 1972, Кулаковская, 1982, Миронова, 1988, Тюрин, 1965) отмечают, что для жизнедеятельности микроорганизмов необходимы те же факторы внешней среды, что и для формирования урожая сельскохозяйственным культурам. И в первую очередь активность почвенной биоты зависит от наличия в почве энергетической пищи – органического вещества, влаго- и теплообеспеченности почвы.

Одним из показателей общей биологической активности почвенных микроорганизмов является целлюлозоразлагающая способность почвы. Для оценки влияния разных видов сидеральных культур на биологическую активность почвы последующей культуры звена севооборота – озимой ржи закладывали льняную ткань в 0-20 см слой почвы. По степени разложения ткани была определена микробиологическая активность почвы.

Результаты исследований показали, что микробиологическая активность почвы в целом была средней (табл. 31).

Таблица 31 – Микробиологическая активность 0-20 см слоя почвы на озимой ржи (среднее за 1998 и 2000 гг.)

Сидеральная культура	Доля разложившейся ткани, %	Степень активности (по Е. Н. Мишустину)
Рапс	30,8	средняя
Горох	49,3	средняя
Вика/овес	42,2	средняя
НСР ₀₅	3,1	

В среднем за годы исследований, при этом, более высокая доля разложившейся ткани была на варианте с использованием на сидерат гороха – 49,3 %. На остальных вариантах активность микробиологических процессов была существенно ниже. При применении вики в смеси с овсом на зеленое удобрение разложилось 42,2, а рапса – 30,8 % ткани.

Корреляционная связь между микробиологической активностью почвы и поступлением с зеленым удобрением сухого органического вещества имела сильную

прямую зависимость ($r = 0,99$), а уравнение регрессии следующий вид: $y = 19,1 + 4,8x$.

5.8. Урожайность и качество зерна озимой ржи

Одной из главных задач земледельца является получение высоких стабильных урожаев сельскохозяйственных культур хорошего качества. Уровень урожайности даёт самую объективную оценку выбранной технологии и экономической целесообразности выращивания сельскохозяйственной культуры. Все исследования направлены на поиск путей повышения урожайности культур и снижения затрат на их производство.

Результаты проведенных исследований показали, что более высокая урожайность зерна озимой ржи обеспечивается при использовании на сидерат гороха (табл. 32).

Таблица 32 – Урожайность зерна озимой ржи, т/га

Сидеральная культура	Годы		Средняя	+, - к контролю, кг/га
	1998	2000		
Рапс (контроль)	2,34	3,47	2,91	-
Горох	3,11	4,17	3,64	+730
Вика/овес	2,65	3,96	3,31	+400
НСР ₀₅	0,44	0,12		

Так, в 1998 году она составила 3,11 т/га. На вариантах с использованием викоовсяной смеси и рапса на зеленое удобрение урожайность была соответственно на 14,8 и 24,8 % ниже. В 2000 году урожайность озимой ржи по гороховому сидеральному пару составила 4,17 т/га, а при возделывании по викоовсяному и рапсовому – ниже соответственно на 5,1 и 16,8 %.

В среднем за два года исследований урожайность зерна озимой ржи при использовании на сидерат гороха составила 3,64 т/га. Несколько меньшей она была при применении на зеленое удобрение викоовсяной смеси – 3,31 т/га. Прибавка к контролю составила соответственно 730 и 400 кг/га. Минимальная же урожайность

зерна озимой ржи получена при возделывании по рапсовому сидеральному пару – 2,91 т/га.

Исследования показали, что урожайность зерна озимой ржи имела сильную прямую степень зависимости от количества поступления в почву с биомассой сидерата абсолютно-сухого органического вещества, элементов минерального питания, микробиологической активности почвы и фотосинтетического потенциала культуры (табл. 33).

Таблица 33 – Корреляционные связи урожайности озимой ржи

Фактор	r	Степень зависимости	Уравнение регрессии
1. Поступление абсолютно-сухого органического вещества с биомассой сидерата	0,99	сильная прямая	$y = 2,23 + 0,22x$
2. Поступление элементов минерального питания с биомассой сидерата	0,97	сильная прямая	$y = 1,41 + 0,004x$
3. Микробиологическая активность почвы озимой ржи	0,99	сильная прямая	$y = 1,34 + 0,04x$
4. Фотосинтетический потенциал озимой ржи	0,95	сильная прямая	$y = 0,004x - 5,35$

Анализ структуры урожая озимой ржи выявил, что более высокая урожайность озимой ржи, размещенной после гороха на сидерат, обусловлена в основном такими более высокими элементами структуры урожая, как количеством продуктивных стеблей на квадратном метре и зерна в колосе, массой зерна с одного колоса (табл. 34).

Таблица 34 – Структура урожая озимой ржи (среднее за 1998 и 2000 гг.)

Сидеральная культура	Продуктивных стеблей, шт./м ²	Продуктивная кустистость	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г
Рапс	395,7	2,69	8,4	36,3	1,17
Горох	460,9	3,44	9,4	49,4	1,59
Вика/овес	352,0	2,75	9,3	48,0	1,51

В среднем за годы исследований продуктивных стеблей на варианте озимой ржи по гороховому сидеральному пару было 460,9 шт./м², при продуктивной кустистости 3,44. В варианте при использовании рапса на сидерат продуктивных стеблей было 395,7, а викоовсяной смеси – 352,0 шт./м². Продуктивная кустистость в этих вариантах составила соответственно 2,69 и 2,75.

Количество зерен в колосе на варианте озимой ржи, идущей по гороху на сидерат, было 49,4 шт. Несколько меньше зерен содержалось в колосьях ржи, посеянной при применении на зеленое удобрение викоовсяной смеси – 48,0, а после рапса оно составило 36,3 шт.

Масса зерен с одного колоса в варианте озимой ржи, высеваемой по гороху на сидерат, составила 1,59 г. В варианте после вики в смеси с овсом и рапса выход зерна с одного колоса составил соответственно 1,51 и 1,17 г.

Качество зерна озимой ржи оценивали по содержанию белка, натуре и массе 1000 зерен. Результаты проведенных исследований показали, что содержание белка в зерне составило от 10,9 до 11,2 %, в зависимости от варианта (табл. 35).

Таблица 35 – Качество зерна озимой ржи
(среднее за 1998 и 2000 гг.)

Сидеральная культура	Содержание белка, %	Натура зерна, г/л	Масса 1000 семян, г
Рапс	10,9	701,5	32,4
Горох	11,2	706,0	32,2
Вика/овес	11,1	705,2	31,5
НСР ₀₅	0,1		

Так, в варианте с использованием гороха и викоовсяной смеси на сидерат количество белка в зерне озимой ржи составило 11,2 и 11,1 %, а рапса несколько меньше – 10,9 %.

Корреляционная связь между содержанием белка в зерне озимой ржи и поступлением элементов питания в почву с биологической массой сидеральных культур имела сильную прямую зависимость ($r = 0,99$), а уравнение регрессии вид: $y = 10,5 + 0,001x$.

Сидеральные культуры повлияли на физические свойства зерна озимой ржи. Натура зерна озимой ржи, возделываемой с применением гороха и викоовсяной смеси на зеленое удобрение, была выше в сравнении с использованием рапса на сидерат и составила соответственно 706,0 и 705,2 г/л. При возделывании же озимой ржи по рапсу на зеленое удобрение объемная масса зерна была на 0,6-0,7 % меньше и составила 701,5 г/л.

Масса 1000 семян озимой ржи на вариантах с использованием гороха и рапса на сидерат отличалась не значительно и составила соответственно 32,2 и 32,4 г, а после вики в смеси с овсом – 31,5 г.

Таким образом, результаты проведенных исследований по сравнительной оценке сидеральных агроценозов позволяют заключить, что среди одновидовых посевов – горох, а поливидовых – викоовсяная смесь обеспечивают более высокую урожайность сидеральной биологической массы, большее валовое накопление и поступление в почву элементов минерального питания растений, и более высокую урожайность озимой ржи.

Глава VI. ВЛИЯНИЕ НОРМ ВЫСЕВА ВИКИ И ОВСА В СМЕСИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО БИОЛОГИЧЕСКОЙ МАССЫ

6.1. Рост и развитие растений

Рост и развитие растений являются важнейшими жизненными процессами, лежащими в основе формирования растительного организма, его онтогенеза. Рост растений – это необратимое увеличение размеров, связанное с новообразованием клеток, тканей и органов; а развитие растений – это последовательные качественные, изменения структуры и функций, возникающие в процессе онтогенеза и ведущие, в конечном счете, к воспроизведению себя в потомстве.

Нами было изучено влияние норм высева вики и овса в смеси на урожайность и качество надземной биологической сидеральной массы. Наблюдения за характером роста и развития, а также структурный анализ растений показали, что в фазу всходов количество растений на 1 м² составило 246-270 шт., в зависимости от варианта (табл. 36). При этом высота растений вики и овса в среднем составляла 7,4-8,8 см. Абсолютно сухой массы вики было 0,05-0,08, а овса – 0,04-0,07 т/га, в зависимости от варианта.

В фазу стеблевания вики и выхода в трубку овса наибольшее количество растений на одном квадратном метре – 241 шт./м² было на варианте с соотношением викоовсяной смеси при посеве 1 : 1, в том числе вики 101 и овса – 140 шт./м², а на варианте с соотношением 1 : 3 было самое наименьшее количество растений – 229 шт./м². Высота растений в этот период развития в зависимости от варианта составила: 53,1-56,2 см – вики и 43,7-44,6 см – овса. Абсолютно сухой массы было 2,6-2,9 т/га, в зависимости от варианта.

К фазе бобообразования вики и выметывания овса количество растений в зависимости от варианта составило от 208 до 227 шт./м². Наибольшее его значение наблюдалось на варианте с соотношением викоовсяной смеси при посеве 1 : 1, в том числе вики 98 и овса 129 шт./м², а наименьшее на варианте 2 : 1. Высота растений составила: 86,0-95,7 см – вики, 79,3-85,2 см – овса. Более высокую абсолютно-сухую массу сформировала викоовсяная смесь, высеянная с соотношением семян 1 : 1 – 3,6 т/га, в том числе вики – 1,7 и овса – 1,9 т/га.

Таблица 36 – Структура биомассы викоовсяных смесей
(среднее за 2008-2010 гг.)

Вариант	Фенологическая фаза																		
	всходы						стеблевание вики / выход в трубку овса						бобообразование вики / выметывание овса						
	количество растений, шт./м ²		высота растений, см		абсолютно сухая масса, т/га		количество растений, шт./м ²		высота растений, см		абсолютно сухая масса, т/га		количество растений, шт./м ²		высота растений, см		абсолютно сухая масса, т/га		
	вика	овес	вика	овес	вика	овес	вика	овес	вика	овес	вика	овес	вика	овес	вика	овес	вика	овес	вика
1 : 5	30	240	8,2	8,7	0,06	0,07	24	206	53,1	44,5	1,03	1,4	22	200	94,1	79,9	1,6	1,8	
1 : 3	54	198	8,1	8,3	0,05	0,06	48	181	56,2	44,6	1,32	1,3	48	178	95,3	80,6	1,6	1,7	
1 : 1	106	140	8,0	8,8	0,05	0,06	101	140	53,7	44,6	1,33	1,4	98	129	95,7	85,2	1,7	1,9	
2 : 1	154	94	7,6	8,1	0,07	0,04	148	86	53,8	43,8	1,51	1,3	130	78	86,0	79,3	1,8	1,7	
3 : 1	178	72	7,4	8,6	0,08	0,04	160	73	56,0	43,7	1,56	1,4	162	62	95,4	82,8	1,8	1,5	

6.2. Водный и пищевой режимы почвы

Вода – один из незаменимых факторов, определяющих жизнедеятельность организмов. Исключительно велика роль воды в плодородии почвы и жизни растений. Нормальное развитие растений и почвенных микроорганизмов невозможно без достаточного количества влаги. Вода, как терморегулирующий фактор, определяет расход тепла из почвы и растений вследствие испарения и транспирации. С влажностью почвы тесно связаны и физико-механические свойства.

Данные динамики содержания продуктивной влаги в метровом слое почвы посевов викоозлаковых агроценозов в среднем за годы исследований представлены в таблице 37.

Таблица 37 – Динамика содержания продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм (среднее за 2008-2010 гг.)

Вариант	Перед посевом	Фенологическая фаза	
		стеблевание вики / выход в трубку овса	бобообразование вики / выметывание овса
1 : 5	204,9	168,4	128,2
1 : 3	204,9	170,1	126,3
1 : 1	204,9	169,3	124,8
2 : 1	204,9	171,4	125,8
3 : 1	204,9	169,9	129,9

Перед посевом содержание продуктивной влаги было одинаковым и составляло 204,9 мм. В середине вегетации, в период стеблевания вики и выхода в трубку овса, его количество в почве составило от 168,4 до 171,4 мм. К периоду заправки викоовсяных смесей на сидерат, когда вика находилась в фазе бобообразования, а овес – выметывание, продуктивной влаги в метровом слое почвы уменьшилось в зависимости от варианта на 26,7-39,1 % в сравнении с наличием ее перед посевом викоовсяных смесей и на 23,6-27,2 % – с фазой стеблевания вики и выхода в трубку овса, и составило от 124,8 до 129,9 мм.

Динамика содержания элементов питания викоовсяной смеси в пахотном

слое почвы в среднем за годы исследований представлена в таблице 38.

Таблица 38 – Содержание элементов питания в пахотном слое почвы, мг/100 г п. (среднее за 2008-2010 гг.)

Вариант	Перед посевом			Фенологическая фаза					
				стеблевание вики / выход в трубку овса			бобообразование вики / выметывание овса		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1 : 5	7,9	29,7	17,8	7,4	29,5	17,7	7,2	29,0	17,3
1 : 3	7,9	29,7	17,8	7,8	29,4	17,6	7,3	29,0	17,1
1 : 1	7,9	29,7	17,8	7,6	28,9	17,4	7,0	28,0	17,0
2 : 1	7,9	29,7	17,8	7,5	29,1	17,4	7,5	28,7	17,0
3 : 1	7,9	29,7	17,8	7,6	29,4	17,7	7,3	29,0	17,7

Перед посевом викозлаковых смесей содержание азота в пахотном слое почвы на вариантах опыта было одинаковым и составило 7,9, фосфора – 29,7 и калия – 17,8 мг/100 г п. По мере роста и развития растения потребляли элементы питания из почвы. И при запашке сидерата, в фазу бобообразования вики и выметывания овса, в почве содержалось в зависимости от варианта от 7,0 до 7,5 мг/100 г п. азота, 28,0-1,9 мг/100 г п. – фосфора и 17,0-17,3 мг/100 г п. – калия. Следует отметить, что наибольшее потребление элементов питания выявлено на варианте викоовсяной смеси, высеянной с соотношением 1 : 1.

В целом, для роста и формирования урожая сидеральной викоовсяной смеси в пахотном слое почвы на всех вариантах имелось достаточное количество элементов питания.

6.3. Урожайность зеленой массы

Проведенные исследования показали, что более высокая урожайность как зеленой, так и абсолютно-сухой массы викоовсяной смеси была получена при высеве ее с соотношением 1 : 1. Так, урожайность зеленой массы составила 13,1 т/га, в том числе в структуре массы вики – 5,6 и овса – 7,5 т/га, а абсолютно-сухой массы – 3,6

т/га, в том числе вики и овса соответственно 1,7 и 1,9 т/га (табл. 39).

Таблица 39 – Урожайность зеленой массы викоовсяных смесей, т/га (среднее за 2008-2010 гг.)

Вариант	Зеленая масса	Абсолютно-сухая масса	Вика		Овес	
			зеленая масса	абсолютно-сухая	зеленая масса	абсолютно-сухая
1 : 5	12,5	3,4	5,1	1,6	7,4	1,8
1 : 3	12,0	3,3	5,2	1,6	6,8	1,7
1 : 1	13,1	3,6	5,6	1,7	7,5	1,9
2 : 1	12,7	3,5	6,2	1,8	6,5	1,7
3 : 1	12,2	3,3	6,1	1,8	6,1	1,5
НСР ₀₅	0,3	0,1				

Несколько меньшей была продуктивность викоовсяной смеси, высеянной с соотношением 2 : 1. Урожайность зеленой массы составила 12,7, а абсолютно-сухой – 3,5 т/га.

На остальных вариантах урожайность как зеленой, так и абсолютно-сухой массы викоовсяных смесей была существенно ниже и составила в зависимости от варианта соответственно от 12,0 до 12,5 т/га – сырой, 3,3-3,4 т/га – абсолютно-сухой.

Более высокая урожайность вики в смесях была при высеве ее в смеси с соотношением вики к овсу 2 : 1 и составила 6,2 т/га – сырой массы и 1,8 т/га – абсолютно-сухой, а овса в смеси – на варианте с соотношением вики к овсу 1 : 1.

По результатам проведенных исследований можно отметить, что к моменту заделки сидератов викоовсяная смесь, высеянная с соотношением семян 1 : 1, наращивают больше биологической надземной массы.

6.4. Качество надземной биомассы

Химический анализ надземной биологической массы викоовсяных смесей показал, что в зависимости от варианта содержание азота составило от 2,32 до 2,83

%, фосфора – 0,65-0,72% и калия – 1,76-1,79 % (табл. 40). Выявлено, что содержание азота в биомассе зависело от доли участия в смесях бобового компонента – вики. Так, максимальное его содержание было на варианте с соотношением вики к овсу при посеве 3 : 1 и составило 2,83 %. На остальных вариантах, по мере уменьшения доли вики в смеси, наблюдается снижение содержания азота.

Таблица 40 – Химический состав надземной биологической массы викоовсяных смесей (среднее за 2008-2010 гг.)

Вариант	Содержание, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1 : 5	2,32	0,72	1,79
1 : 3	2,41	0,70	1,78
1 : 1	2,52	0,66	1,79
2 : 1	2,65	0,71	1,76
3 : 1	2,83	0,65	1,77

По содержанию фосфора и калия в биомассе викоовсяных смесей явных закономерностей в зависимости от соотношения норм высева не обнаружено. Фосфора содержалось от 0,65 до 0,72 %, а калия – 1,76-1,79 %. И при этом разница между вариантами, как по наличию фосфора, так и калия были незначительными.

Таблица 41 – Содержание NPK в урожае биологической массы викоовсяных смесей (среднее за 2008-2010 гг.)

Вариант	Количество NPK в урожае, кг/га			
	N	P	K	всего
1 : 5	78,9	24,5	60,8	164,2
1 : 3	79,5	23,1	58,7	161,3
1 : 1	90,7	23,8	64,4	178,9
2 : 1	92,7	24,8	61,6	179,1
3 : 1	93,3	21,4	58,4	173,1

Результаты исследований выявили, что более высокое количество элементов минерального питания к моменту запашки на зеленое удобрение накапливает надземная биологическая масса викоовсяной смеси высеянные с соотношениями 1

: 1 и 2 : 1. Их количество составило соответственно 178,9 и 179,1 кг/га, в том числе азота в урожае было соответственно 90,7 и 92,7 кг/га, фосфора – 23,8 и 24,8 кг/га, калия – 64,4 и 61,6 кг/га (табл. 41).

Несколько меньше NPK было в урожае викоовсяной смеси, высеянной с соотношением 3 : 1, и составило 173,1 кг/га, в том числе азота 93,3, фосфора – 21,4 и калия – 58,4 кг/га. На вариантах 1 : 5 и 1 : 3 количество элементов минерального питания растений было значительно ниже.

Таким образом, по итогам исследований можно отметить, что к моменту за-пашки сидератов викоовсяная смесь, высеянная с соотношениями семян 1 : 1, наращивает больше биологической массы и обеспечивают более высокое поступление элементов минерального питания в почву.

Глава VII. ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЦЕНОЗА ОЗИМОЙ РЖИ ПРИ ОСВОЕНИИ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ

7.1. Засоренность посевов

Засоренность посевов является одной из причин, существенно снижающих урожайность сельскохозяйственных культур. Сорные растения тратят влагу, извлекают из почвы питательные вещества, которые необходимы для культурных растений. Расхищая влагу и перехватывая питательные вещества, сорные растения еще и заглушают посевы и посадки культурных растений (Груздев, 1980; Татарина, Козлов, Беляев, 1980).

Сильная засоренность не только существенно снижает урожай, но и ухудшает качество сельскохозяйственных культур как продуктов питания. Также некоторые виды сорняков при широком распространении их на полях создают благоприятные условия для развития болезней и вредителей (Гуренев, 1970; Марьин, 1996).

Результаты исследований по изучению влияния паровых предшественников на фитосанитарное состояние агроценоза озимой ржи выявили, что количество сорных растений на посевах было в целом средним, и в основном встречались мало-летние сорняки (табл. 42).

Таблица 42 – Засоренность посевов озимой ржи, шт./м²
(среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	Весеннее отрастание			Перед уборкой		
	всего	в том числе		всего	в том числе	
		мало летних	много летних		мало летних	много летних
Чистый пар	32	22	10	25	15	10
Перелог	41	25	16	36	22	14
Сидеральный пар	36	23	13	32	19	13
Занятый пар	45	26	19	39	23	16
НСР ₀₅	3,0			2,4		

Менее засоренной были посевы озимой ржи, возделываемой по чистому

пару. Так, в период весеннего отрастания количество сорных растений на данном варианте составило 32 шт./м², в том числе 22 малолетних и 10 шт./м² многолетних сорняков.

Существенно высокая засоренность отмечена на посевах озимой ржи, возделываемой по занятому пару – 45 шт./м² и перелогу – 40-41 шт./м².

А количество сорных растений на посевах озимой ржи по сидеральному пару составило 36 шт./м², и в целом засоренность на данном варианте была достоверно ниже в сравнении с возделыванием по перелогу и занятому пару.

К уборке озимой ржи количество сорных растений на посевах в зависимости от варианта уменьшилось на 11,1-25,5 %, а характер засоренности в целом был аналогичен весеннему учету. При этом менее засоренными были посевы озимой ржи по чистому пару, а более – на вариантах по занятому пару.

Анализ структуры сорной растительности показал, что из яровых встречались такие сорняки, как дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis*), пикульник обыкновенный (*Caleopsis tetrahit*), крестовник обыкновенный (*Senecio vulgaris*), полевка продырявленная (*Myagrum perfoliatum*), просо куриное (*Echinochloa crus-galli*), горец перечный (*Polygonum hidropiper*), из зимующих – василек синий (*Centaurea cyanus*), ромашка непахучая (*Matricaria perforata merat*), ярутка полевая (*Thlaspi arvense*), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*).

Многолетних сорняков было немного. Из них наибольшее распространение имели осот полевой (*Sonchus arvensis*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*), льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*) и хвощ полевой (*Eguisetum arvense*).

Таким образом, по результатам исследований можно отметить, что сидерация позволяет бороться с сорняками. Растительный покров сидеральных культур заглушают сорняки, лишая их света, влаги и питательных веществ. Исследования показали, что при освоении перелога использование сидерального пара уменьшает засоренность посевов озимой ржи на 18,0-20,0 % в сравнении с возделыванием культуры по занятому пару и на 10,0-12,2 % – непосредственно по перелогу.

7.2. Развитие и распространение болезней

В решении проблемы получения высоких, стабильных по годам урожаев сельскохозяйственных культур важное место принадлежит защите их от болезней, которые не только значительно понижают сбор растениеводческой продукции, но и способны ухудшать ее качество, а иногда приводить и к гибели посевов.

Результаты проведенных исследований выявили, что посевы озимой ржи поражались такими болезнями, как снежной плесенью, корневой гнилью, гельминтоспориозной и септориозной листовыми пятнистостями и спорыньей.

Снежная плесень озимой ржи вызывается патогенным грибом *Fusarium nivale* Ces., относящийся к классу дейтеромицетов. Источником инфекции являются в основном прорастающие семена, в которые споры гриба проникли в предыдущем году. А также возможна передача инфекции по поверхности почвы через остатки зараженных растений.

Результаты весенней инвентаризации посевов озимой ржи показали, что болезнь, вызываемая *Fusarium nivale* Ces., имела не очажный характер, а равномерно-рассеянный, чему способствовали благоприятные условия перезимовки. Так, развитие инфекции в зависимости от варианта составило от 1,2 до 2,7 % (табл. 43).

Таблица 43 – Поражение озимой ржи снежной плесенью, %, (весеннее отрастание, среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	Снежная плесень	
	R	P
Чистый пар	2,7	10,1
Перелог	1,2	10,0
Сидеральный пар	2,0	9,3
Занятый пар	2,5	9,9
НСР ₀₅		0,8

Примечание: **R** – развитие болезни, **P** – распространение болезни

При этом более слабое развитие снежной плесени было на варианте озимой ржи размещенной по перелогу – 1,2 %. На посевах озимой ржи по сидеральному, занятому и чистому парам – развитие было выше, и составило в зависимости от

варианта 2,0-2,7 %. Распространение снежной плесени на посевах озимой ржи составило от 9,3 до 10,1 % и при этом разница между вариантами опыта была, в целом, не существенной.

Корреляционная связь между распространением снежной плесени на посевах озимой ржи и поступлением в почву органического абсолютно-сухого вещества с растительной массой паровых предшественников имела сильную обратную зависимость ($r = -0,99$), а уравнение регрессии вид: $y = 10,1 - 0,23x$. Аналогичная сильная обратная зависимость выявлена и с микробиологической активностью почвы: $y = 11,1 - 0,02x$ ($r = -0,91$).

Корневые гнили зерновых культур в последнее время получили повсеместно широкое распространение. Видовой состав возбудителей корневых гнилей обычно носит смешанный характер. Вызывается заболевание, главным образом, различными видами патогенных грибов из рода *Fusarium spp.* и грибом *Drechslera sorokiniana* Sacc. Основным источником инфекции при этом является почва. Иногда, в годы с обильным осадками вегетационного периода и при прохладной погоде с пониженной солнечной радиацией, возможна массовая передача инфекции через семена.

Таблица 44 – Поражение озимой ржи корневой гнилью, %
(среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	Фенологическая фаза					
	весеннее отрастание		колошение		МОЛОЧНО-ВОСКОВАЯ спелость	
	R	P	R	P	R	P
Чистый пар	4,0	12,9	7,0	18,6	12,9	24,0
Перелог	2,8	10,2	6,2	18,2	13,1	20,3
Сидеральный пар	3,7	11,1	6,0	15,7	13,0	22,2
Занятый пар	4,5	13,1	8,2	20,1	15,6	25,7
НСР ₀₅		0,3				1,2

Примечание: **R** – развитие болезни, **P** – распространение болезни

Наблюдения за фитосанитарным состоянием посевов выявили, что в период

весеннего отрастания озимой ржи развитие корневой гнили в зависимости от варианта составило 2,8-4,5 % (табл. 44). При этом меньше были поражены растения озимой ржи, возделываемой непосредственно по перелогу – 2,8 %, а на остальных вариантах значительно выше. Так, максимальное развитие болезни было на варианте озимой ржи по занятому пару – 4,5 %. Распространение инфекции составило 10,2-13,1 % в зависимости от варианта. Больше корневая гниль была распространена по занятому и чистому парам – 13,1 и 12,9 % соответственно.

В фазе колошения озимой ржи развитие корневой гнили увеличилось до 6,0-8,2 %. При этом меньшее развитие инфекции выявлено на вариантах озимой ржи возделываемой по сидеральному пару и перелогу – 6,0 и 6,2 %, а наибольшее – по занятому пару – 8,2 %. Распространение болезни на вариантах опыта составило 15,7-20,1 %. Меньше корневая гниль была распространена при возделывании озимой ржи по сидеральному, а максимально – занятому парам.

В молочно-восковую спелость зерна развитие и распространение корневой гнили на посевах озимой ржи достигли наибольших значений. Так, развитие болезни в зависимости от варианта составило от 12,9 до 15,6 %, а распространение – 20,3-25,7 %. При этом более высокое развитие и распространение выявлено при возделывании озимой ржи по занятому пару.

Корреляционная связь между распространением на посевах озимой ржи корневой гнили и поступлением в почву органического абсолютно-сухого вещества с растительной массой паровых предшественников имела среднюю обратную зависимость ($r = - 0,64$). Аналогичная, но уже сильная обратная зависимость, выявлена и с микробиологической активностью почвы ($r = - 0,77$). Уравнения регрессии имели соответственно следующие виды: $y = 18,7 - 0,73x$ и $y = 23,3 - 0,08x$.

Гельминтоспориозная пятнистость листьев озимой ржи вызывается патогенным грибом *Helminthosporium sativum* Pammel, а септориозная – *Septoria nodorum* Berk. Источниками инфекции являются пораженные болезнью семена и пожнив-ные остатки.

Результаты диагностики пораженности посевов озимой ржи болезнями показали, что развитие гельминтоспориозной пятнистости листьев в период весеннего

отрастания составило в зависимости от варианта от 2,8 до 3,2 %, септориозной – 0,7-1,3 %, а распространение – соответственно 10,0-11,2 и 2,5-3,3 % (табл. 45). При этом разница в развитии и распространении болезней между вариантами опыта была не значительной.

Таблица 45 – Поражение озимой ржи листовой гельминтоспориозной и септориозной пятнистостями, % (среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	Фенологическая фаза											
	весеннее отрастание				колошение				МОЛОЧНО-ВОСКОВАЯ СПЕЛОСТЬ			
	гельминтоспориозная		септориозная		гельминтоспориозная		септориозная		гельминтоспориозная		септориозная	
	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P
Чистый пар	2,8	10,2	1,0	3,2	4,2	15,1	2,0	7,3	5,1	16,8	3,5	8,9
Перелог	3,2	10,9	1,1	3,1	4,3	14,2	2,1	6,9	7,0	15,4	3,3	8,0
Сидеральный пар	2,8	10,0	0,7	2,5	4,0	13,9	1,5	4,5	6,8	16,5	2,9	8,5
Занятый пар	2,9	11,2	1,3	3,3	4,5	16,1	2,3	6,5	7,2	16,3	3,5	8,6
НСР ₀₅						0,2		0,2				

Примечание: **R** – развитие болезни, **P** – распространение болезни

В фазу колошения озимой ржи развитие гельминтоспориозной пятнистости листьев озимой ржи увеличилось до 4,0-4,5 %, а септориозной – до 1,5-2,3 %. Распространение болезни при этом составило соответственно 13,9-16,1 и 4,5-7,3 %. Необходимо отметить, что развитие и распространение гельминтоспориозной пятнистости листьев было максимальным на посевах озимой ржи по занятому пару. Минимальное развитие и распространение септориозной пятнистости листьев отмечено на варианте озимой ржи по сидеральному пару.

В период молочно-восковой спелости зерен озимой ржи развитие гельминтоспориозной пятнистости листьев на вариантах опыта составило от 5,1 до 7,2 %, септориозной – 2,9-3,5 %, а распространение – соответственно 15,4-16,8 и 8,0-8,9 %. При этом более высокая пораженность растений пятнистостями была при возделывании озимой ржи по занятому пару и составила соответственно 7,2 и 3,5 %. Распространение инфекций на вариантах опыта в целом отличалось не значительно.

Корреляционная связь между распространением на посевах озимой ржи гельминтоспориозной пятнистости и поступлением в почву органического абсолютно-

сухого вещества с растительной массой паровых предшественников имела среднюю обратную зависимость ($r = - 0,65$). Аналогичная, но уже сильная, обратная зависимость выявлена и с микробиологической активностью почвы ($r = - 0,79$). Уравнения регрессии имели соответственно следующий вид: $y = 14,2 - 0,2x$ и $y = 15,8 - 0,03x$.

Корреляционные связи между распространением на посевах озимой ржи септориозной пятнистости и поступлением в почву органического абсолютно-сухого вещества с растительной массой паровых предшественников, а также микробиологической активностью почвы имели сильную обратную зависимость ($r = - 0,99$ и $r = - 0,96$). Уравнения регрессии имели соответственно вид: $y = 6,3 - 0,3x$ и $y = 7,9 - 0,03x$.

Возбудителем болезни спорынья ржи является патогенный гриб *Claviceps purpurea* Tulasne, относящийся к классу аскомицетов. Спорынья сохраняется в течение зимы в почве и распространяется инфекция также с семенами.

Таблица 46 – Поражение озимой ржи спорыньей, %
(восковая спелость, среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	P
Чистый пар	1,2
Перелог	1,3
Сидеральный пар	1,0
Занятый пар	1,3
НСР ₀₅	0,1

Примечание: **P** – распространение болезни

Результаты исследований показали, что распространение спорыньи на посевах озимой ржи составило в зависимости от варианта от 1,0 до 1,3 % (табл. 46). Более высокое распространение инфекции было на вариантах озимой ржи по чистому и занятому парам, перелогу и составило 1,2-1,3 %. При возделывании озимой ржи по сидеральному пару – существенно ниже.

Корреляционные связь между распространением на посевах озимой ржи спорыньи и поступлением в почву органического абсолютно-сухого вещества с растительной массой паровых предшественников, а также микробиологической активностью почвы имели сильную обратную зависимость, соответственно: $y = 1,4 - 0,1x$ ($r = - 0,80$) и $y = 1,8 - 0,009x$ ($r = - 0,84$).

Таким образом, результаты исследований позволяют заключить, что применение сидерации оздоравливает фитосанитарное состояние посевов звена севооборота. Так, развитие корневых гнилей на озимой ржи при возделывании по сидеральному пару было меньше на 16,7-26,9 %, в зависимости от фенологической фазы развития и роста, в сравнении с выращиванием по занятому пару и до 14,3 % – по чистому пару, а распространение инфекции – соответственно ниже на 11,9-15,3 и 7,5-15,6 %. Меньше озимая рожь поражалась и листовыми пятнистостями. Развитие гельминтоспориозной и септориозной пятнистостей по сравнению с возделыванием по занятому пару было ниже на 3,5-11,2 и 17,2-46,2 %, распространение – соответственно до 13,7 и на 1,2-30,8 %, а в сравнении с перелогом: развитие – на 2,9-12,5 и 12,2-37,4 %, распространение – соответственно до 8,3 и 34,8 % в зависимости от фенологической фазы развития и роста озимой ржи.

7.3. Формирование фитопатогенного потенциала почвы

Протекающие в почве биологические процессы являются важным показателем ее плодородия. Плодородие почвы является результатом деятельности почти всех почвообитающих организмов. Ведущее значение в почвообразовании и формировании почв принадлежит растениям и микроорганизмам (Довбан, 1981).

Обитают микроорганизмы во всех природных средах и являются обязательными компонентами любой экологической системы и биосферы в целом. Из почвенных микроорганизмов большое значение в почвообразовании имеет грибная микрофлора, жизнедеятельность которой, ее качественный и количественный состав определяется главным образом наличием в почве органического вещества.

Результаты проведенных исследований показали, что в период весеннего отрастания озимой ржи в слое почвы 0-20 см содержалось в зависимости от варианта

от 11,2 до 22,3 тыс. КОЕ/г п. микромицетов (табл. 47, 48). При этом больше всего почвенных грибов было при возделывании озимой ржи по сидеральному пару.

Структурный анализ микромицетного состава выявил, что выделенные грибы являются, главным образом, сапротрофами. Это микромицеты рода *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Mucor piriformis* Fischer, а также *Rhizopus nigricans* Ehr. и гриб-антагонист *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz.

Из микромицетов рода *Aspergillus* spp. нами обнаружен *Aspergillus fumigatus* Fres. (частота встречаемости в зависимости от варианта составил 62,5-100,0 %) и *Aspergillus repens* D.B. (до 37,5 %), из рода *Penicillium* spp. – *Penicillium brevi-compactum* Dierckx (21,6-45,8 %), *Penicillium funiculosum* Thom. (25,0-54,1 %), *Penicillium expansum* Link (10,8-29,1 %) и *Penicillium casei* Staub (до 13,5 %).

Среди микромицетов на варианте озимой ржи, размещенной по занятому пару, выявлены и патогенные грибы: *Fusarium graminearum* Sch. – 0,3 и *Drechslera sorokiniana* Sacc. – 0,1 тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы, что составляет 2,6 и 0,9 % от общего количества обнаруженных грибов. На варианте озимой ржи по чистому пару также выявлен *Fusarium graminearum* Sch. – соответственно 0,2 тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы, составляющий 0,7 от всего количества почвенных микромицетов.

В фазу колошения озимой ржи наблюдается увеличение количества микромицетов – на 37,8-76,7 % в зависимости от варианта. Наибольшее количество микромицетов при этом было также на озимой ржи, размещенной по сидеральному пару – 31,7 тыс. КОЕ/г п. На остальных вариантах – существенно ниже. А минимальное количество микромицетов было на озимой ржи по перелогу – 18,2 тыс. КОЕ/г п.

Структурный анализ микромицетного состава показал, что среди выделенных грибов есть и сапротрофы и патогены.

Таблица 47 – Структура микромицетного состава слоя почвы 0-20 см на озимой ржи, тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы (среднее за 2010-2012 гг.)

Микромицеты	Варианты											
	Чистый пар			Перелог			Сидеральный пар			Занятый пар		
	весеннее отрастание	колошение	полная спелость	весеннее отрастание	колошение	полная спелость	весеннее отрастание	колошение	полная спелость	весеннее отрастание	колошение	полная спелость
<i>Aspergillus fumigatus</i> Fres.	0,9	1,5	0,5	1,1	1,9	0,8	0,5	1,8	0,7	0,2	1,6	0,4
<i>Aspergillus candidus</i> Link	-	-	0,1	-	-	-	-	0,4	0,2	-	-	-
<i>Aspergillus repens</i> D.B.	-	-	-	-	-	-	0,3	0,4	0,1	-	0,5	0,1
<i>Drechslera sorokiniana</i> Sacc.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,6	0,3
<i>Fusarium graminearum</i> Sch.	0,2	0,4	0,5	-	-	-	-	0,2	-	0,3	0,7	1,3
<i>Mucor piriformis</i> Fischer	0,3	0,2	0,1	-	-	-	0,3	0,4	0,2	-	-	-
<i>Penicillium brevi-compactum</i> Dierckx	0,8	3,2	2,9	2,8	3,1	2,9	4,3	3,8	2,0	1,1	2,0	2,8
<i>Penicillium claviforme</i> Bain.	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,1	-	-	-
<i>Penicillium viridicatum</i> Westl	-	1,2	0,7	-	0,2	0,1	-	-	0,4	-	0,5	0,5
<i>Penicillium expansum</i> Link	0,4	2,5	1,3	1,8	2,3	1,5	2,3	5,4	2,3	0,7	1,8	1,7
<i>Penicillium funiculosum</i> Thom.	2,0	3,9	1,7	2,2	4,5	1,0	3,4	5,8	3,6	0,6	1,3	0,9
<i>Penicillium casei</i> Staub	0,5	1,7	-	0,2	-	-	-	0,6	0,4	-	-	0,1
<i>Penicillium lanosum</i> Dierckx	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-
<i>Rhizopus nigricans</i> Ehr.	7,7	6,4	0,6	4,5	5,0	1,0	9,0	7,3	5,6	7,6	9,8	0,3
<i>Trichoderma lignorum</i> (Tode) Harz.	0,3	0,5	0,8	0,6	1,2	0,2	2,2	5,4	1,6	0,6	1,0	0,5
<i>Trichoderma viride</i> Pers.	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего сапротрофов	12,9	21,1	8,8	13,2	18,2	7,5	22,3	31,7	17,8	10,8	18,5	7,3
Всего микромицетов	13,1	21,5	9,3	13,2	18,2	7,5	22,3	31,7	17,8	11,2	19,8	8,9

Таблица 48 – Динамика микромицетного состава слоя почвы 0-20 см на озимой ржи, тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы (среднее за 2010-2012 гг.)

Варианты	Всего	в том числе								
		патогены			сапротрофы					
		<i>Fusarium</i> spp.	<i>Drechslera sorokiniana</i>	всего	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Mucor piriformis</i>	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Rhizopus nigricans</i>	<i>Trichoderma</i> spp.	всего
Весеннее отрастание										
Чистый пар	13,1	0,2	-	0,2	0,9	0,3	3,7	7,7	0,3	12,9
Перелог	13,2	-	-	-	1,1	-	7,0	4,5	0,6	13,2
Сидеральный пар	22,3	-	-	-	0,8	0,3	10,0	9,0	2,2	22,3
Занятый пар	11,2	0,3	0,1	0,4	0,2	-	2,4	7,6	0,6	10,8
Колошение										
Чистый пар	21,5	0,4	-	0,4	1,5	0,2	12,5	6,4	0,5	21,1
Перелог	18,2	-	-	-	1,9	-	10,1	5,0	1,2	18,2
Сидеральный пар	31,7	-	-	-	2,6	0,4	16,0	7,3	5,4	31,7
Занятый пар	19,8	0,7	0,6	1,3	2,1	-	5,6	9,8	1,0	18,5
Полная спелость										
Чистый пар	9,3	0,5	-	0,5	0,6	0,1	6,6	0,6	0,9	8,8
Перелог	7,5	-	-	-	0,8	-	5,5	1,0	0,2	7,5
Сидеральный пар	17,8	-	-	-	1,0	0,2	9,4	5,6	1,6	17,8
Занятый пар	8,9	1,3	0,3	1,6	0,5	-	6,0	0,3	0,5	7,3

НСР₀₅ вес. отр. – 1,5;

НСР₀₅ колош. – 2,3 ;

НСР₀₅ полн. спел. – 1,9

Из сапротрофов были обнаружены микромицеты родов *Aspergillus spp.*, и *Penicillium spp.*, а также *Rhizopus nigricans* Ehr., *Mucor piriformis* Fischer и гриб-антагонист *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz.

При этом среди микромицетов рода *Aspergillus spp.* встречались *Aspergillus fumigatus* Fres. (с частотой встречаемости в зависимости от варианта 69,2-100,0 %), *Aspergillus repens* D.B. (до 15,3 %) и *Aspergillus candidus* Link (до 15,3 %), рода *Penicillium spp.* – *Penicillium brevi-compactum* Dierckx (23,7-35,7 %), *Penicillium expansum* Link (20,0-33,7 %), *Penicillium casei* Staub (до 13,6 %), *Penicillium funiculosum* Thom. (11,2-36,2 %), *Penicillium viridicatum* Westl (до 9,6 %) и *Penicillium claviforme* Bain. (до 2,5 %).

Из патогенных грибов на варианте озимой ржи по занятому пару выделены *Fusarium graminearum* Sch. и *Drechslera sorokiniana* Sacc. Количество *Fusarium graminearum* Sch. составило 0,7, а *Drechslera sorokiniana* Sacc. – 0,6 тыс. КОЕ/г п., что составляет соответственно 3,5 и 3,0 % от общего количества обнаруженных микромицетов. *Fusarium graminearum* Sch. выявлен также на вариантах озимой ржи по чистому пару – 0,4 тыс. КОЕ/г п. И его количество составило 1,8 % от всех выделенных грибов.

Перед уборкой озимой ржи, в фазу полной спелости, количество почвенных микромицетов уменьшилось, в зависимости от варианта на 43,5-58,8 % по сравнению с колошением и 20,2-43,2 % – с весенним отрастанием. При этом количество почвенных грибов составило от 7,5, при размещении озимой ржи по перелугу, до 17,8 тыс. КОЕ/г п. – по сидеральному пару.

Среди выделенных микромицетов обнаружены сапротрофы – *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Trichoderma spp.*, *Rhizopus nigricans* Ehr. и *Mucor piriformis* Fischer. Микромицеты рода *Aspergillus spp.* были представлены *Aspergillus fumigatus* Fres (с частотой встречаемости в зависимости от варианта 70,0-100 %), *Aspergillus repens* D.B. (до 20,0 %) и *Aspergillus candidus* Link (до 20,0 %), рода *Penicillium spp.* – *Penicillium brevi-compactum* Dierckx (21,2-52,7 %), *Penicillium expansum* Link (19,6-28,3 %), *Penicillium funiculosum* Thom. (15,0-38,3 %), *Penicillium viridicatum* Westl (1,8-10,6 %), *Penicillium casei* Staub. (до 4,2 %), *Penicillium lanosum* Westl (до

6,4 %) и *Penicillium claviforme* Bain. (до 1,1 %), рода *Trichoderma spp* – *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz. (88,9-100,0 %) и *Trichoderma viride* Pers. (до 11,1 %).

Патогенные микромицеты были представлены *Fusarium graminearum* Sch. и *Drechslera sorokiniana* Sacc. Выявлены они на варианте озимой ржи, возделываемой по занятому пару – соответственно 1,3 и 0,3 тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы, что составляет 14,6 и 3,4 % от общего числа выделенных микромицетов. При этом количество *Drechslera sorokiniana* Sacc по сравнению с содержанием в период колошения озимой ржи уменьшилось в два раза, а *Fusarium graminearum* Sch. – стало больше на 185,7 %.

На варианте озимой ржи по чистому пару также был обнаружен *Fusarium graminearum* Sch. – 0,5 тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы.

Корреляционная связь между содержанием на вариантах озимой ржи почвенных микромицетов и поступлением в почву органического абсолютно-сухого вещества с растительной массой паровых предшественников имела сильную прямую зависимость ($r = 0,90$), уравнение регрессии вид: $y = 9,4 + 3,9x$.

В современном земледелии возрастает значение фитосанитарного состояния почвы. Среди почвенных микроорганизмов имеется ряд патогенных видов, вызывающих заболевания культурных растений. При этом возбудителями инфекций чаще всего являются грибы. Результаты проведенных исследований показали, что из патогенных микромицетов были выявлены грибы рода *Fusarium spp.* и *Helminthosporium spp.*, представленные *Fusarium graminearum* Sch. и *Drechslera sorokiniana* Sacc. (табл. 49). При этом патогенные грибы были обнаружены на варианте озимой ржи размещенной по занятому (*Fusarium graminearum* Sch. и *Drechslera sorokiniana* Sacc.) и чистому (*Fusarium graminearum* Sch.) парам.

При весеннем отрастании озимой ржи, возделываемой по занятому пару, общее количество патогенных микромицетов составило 0,4 тыс. КОЕ/г п., в том числе *Fusarium graminearum* Sch. – 0,3 и *Drechslera sorokiniana* Sacc. – 0,1 тыс. КОЕ/г п. На варианте озимой ржи, размещенной по чистому пару, выявлен лишь *Fusarium graminearum* Sch. в количестве 0,2 тыс. КОЕ/г п. При этом доля патогенных грибов в общем количестве обнаруженных микромицетов составила на данных вариантах

соответственно 1,5 и 3,5 %.

Таблица 49 – Динамика патогенных микромицетов в слое почвы 0-20 см на озимой ржи, тыс. КОЕ/г абс. сух. почвы (среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	Фенологическая фаза								
	весеннее отрастание			колошение			полная спелость		
	всего	в том числе		всего	в том числе		всего	в том числе	
		<i>Fusarium graminearum</i> Sch.	<i>Drechslera sorokiniana</i> Sacc.		<i>Fusarium graminearum</i> Sch.	<i>Drechslera sorokiniana</i> Sacc.		<i>Fusarium graminearum</i> Sch.	<i>Drechslera sorokiniana</i> Sacc.
Чистый пар	0,2	0,2	-	0,4	0,4	-	0,5	0,5	-
Перелог	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сидеральный пар	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Занятый пар	0,4	0,3	0,1	1,3	0,7	0,6	1,6	1,3	0,3

В период колошения озимой ржи в пахотном слое почвы наблюдается некоторое увеличение числа почвенных патогенных грибов. Так, на варианте озимой ржи по занятому пару количество патогенов составило 1,3 тыс. КОЕ/г п., в том числе *Fusarium graminearum* Sch. – 0,7 (повысилось на 133,3 %) и *Drechslera sorokiniana* Sacc. – 0,6 тыс. КОЕ/г п. (увеличилось в 6 раз). А на варианте озимой ржи по чистому пару число *Fusarium graminearum* Sch. составило 0,4 тыс. КОЕ/г п. Доля патогенов от общего числа выявленных почвенных грибов возросла на этих вариантах соответственно до 1,8 и 6,5 %.

В фазу полной спелости культуры патогенные микромицеты обнаружены на варианте озимой ржи, возделываемой также по занятому и чистому парам. Всего патогенных грибов на озимой ржи по занятому пару составило 1,6 тыс. КОЕ/г п., в том числе *Fusarium graminearum* Sch. – 1,3 и *Drechslera sorokiniana* Sacc. – 0,3 тыс. КОЕ/г п. При этом их количество в сравнении с содержанием в фазу колошения озимой ржи увеличилось на 23,1 %. Повышение общего числа патогенов наблюдалось за счет гриба *Fusarium graminearum* Sch. Количество же *Drechslera sorokiniana*

Sacc. наоборот уменьшилось на 50,0 %. И доля патогенов в общем количестве обнаруженных микромицетов составила 17,9 %.

На варианте озимой ржи по чистому пару количество *Fusarium graminearum* Sch. возросло до 0,5 тыс. КОЕ/г п.

Таким образом, исследования выявили, что максимальное количество почвенных грибов было в фазу колошения ржи. Использование сидерации способствует увеличению численности микромицетов в слое почвы 0-20 см. Так, количество почвенной сапротрофной грибной микрофлоры при возделывании озимой ржи по сидеральному пару в период весеннего отрастания было на 42,2 %, больше в сравнении с чистым паром, на 40,9 % – по перелугу и на 51,6 % – по занятому пару. А в фазу колошения и полной спелости – больше соответственно на 33,5; 42,6; 41,7 и 50,6; 47,9; 59,0 %.

Сидерация способствует оздоровлению пахотного слоя почвы от патогенных микромицетов. При использовании зеленого удобрения в пахотном слое почвы усиливается активация сапрофитной микрофлоры, играющей большую роль в повышении биологической активности почвы. Сапрофитные микроорганизмы являются антагонистами патогенных почвенных грибов – возбудителей многих болезней культурных растений, в том числе *Fusarium graminearum* Sch. и *Drechslera sorokiniana* Sacc.

Корреляционная связь между содержанием в 0-20 см слое почвы патогенных микромицетов и ее микробиологической активностью имела среднюю обратную зависимость ($r = -0,67$), а уравнение регрессии вид: $y = 2,3-0,02x$.

7.4. Микробиологическая активность почвы

Фунгистазис почвы – свойство препятствовать прорастанию и развитию инфекционных зачатков фитопатогенных грибов, главным образом, определяется общей ее микробиологической активностью. Важным показателем, характеризующим активность почвенной биоты, является интенсивность разложения клетчатки целлюлозоразлагающими микроорганизмами. Биологическая активность почвы,

численность и активность почвенных микроорганизмов тесно связаны с содержанием и составом органического вещества, являющегося для них пищевым и энергетическим материалом

Для оценки влияния паровых предшественников на биологическую активность почвы последующей культуры звена севооборота – озимой ржи закладывали льняную ткань в слой почвы 0-20 см. Срок экспозиции составлял 60 дней. По степени разложения ткани была определена микробиологическая активность почвы.

Микробиологическая активность пахотного слоя почвы, по результатам исследований, в целом была высокой. Более сильная активность почвенных микроорганизмов наблюдалась на варианте озимой ржи возделываемой по сидеральному пару – разложилось 86,0 % льняного полотна и степень активности при этом была очень сильной (табл. 50).

Таблица 50 – Микробиологическая активность 0-20 см слоя почвы на озимой ржи (среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	Доля разложившейся ткани, %	Степень активности (по Е.Н. Мишустину)
Чистый пар	54,6	сильная
Перелог	64,7	сильная
Сидеральный пар	86,0	очень сильная
Занятый пар	53,8	сильная
НСР ₀₅	3,2	

На остальных вариантах процент разложившейся ткани был достоверно меньше – ниже на 24,8-37,5 % и составил 53,8-64,7 %, но при этом степень активности оставалась сильной.

Исследования показали, что применение зеленого удобрения существенно повышает микробиологическую активность почвы. В сравнении с чистым паром, в среднем за годы исследований, сидерация увеличивала степень разложения льнополотна в 1,5 раза, с перелогом – в 1,3 и с занятым паром – в 1,6 раза.

Корреляционная связь между микробиологической активностью почвы и поступлением в почву органического абсолютно-сухого вещества с растительной

массой паровых предшественников имела сильную прямую зависимость ($r = 0,97$). Аналогичная, сильная прямая сила связи выявлена и с содержанием микромицетов в пахотном слое почвы ($r = 0,90$). Уравнения регрессии соответственно имели вид: $y = 49,4 + 10,3x$ и $y = 27,3 + 2,4x$.

Итоги проведенных исследований позволяют заключить, что внедрение сидеральных культур в севообороты будет способствовать экологическому оздоровлению, эффективной санитарной очистке полей от сорняков и возбудителей болезней культурных растений. Биологическая масса сидератов является пищевым и энергетическим материалом для почвенной микрофлоры. Запахиваемая органическая масса зеленых удобрений способствует существенному увеличению количества почвенных микроорганизмов. Бурное развитие почвенной микрофлоры в свою очередь повышает и общую биологическую активность почвы, которая является одним из показателей почвенного плодородия.

Глава VIII. ВЛИЯНИЕ ВИДОВ ПАРА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ

8.1. Рост и развитие озимой ржи

Рост и развитие интегрируют все физиологические функции и взаимодействие растительного организма с внешней средой. Растения аккумулируют солнечную энергию, поглощают воду и минеральные вещества, образуют новые клетки и органы, в них происходят качественные изменения на протяжении всего онтогенеза.

Нами было изучено влияние видов пара на полевую всхожесть и перезимовку озимой ржи. Результаты проведенных исследований показали, что полевая всхожесть озимой ржи в зависимости от варианта составила 72,8-75,7 % (табл. 51).

Таблица 51 – Полевая всхожесть и перезимовка озимой ржи
(среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	Полевая всхожесть		Перезимовка	
	шт./м ²	%	шт./м ²	%
Чистый пар	450,9	75,1	233,5	51,6
Перелог	437,2	72,9	226,0	51,7
Сидеральный пар	454,6	75,7	260,9	57,4
Занятый пар	437,2	72,8	228,9	52,4
НСР ₀₅		2,1		3,9

Самой высокой была полевая всхожесть озимой ржи, размещенная по сидеральному и чистому парам – 75,7 и 75,1 %. Полевая всхожесть озимой ржи по перелогу и занятому пару составила 72,9 и 72,8 %, что достоверно ниже данного показателя в сравнении с возделыванием по сидеральному и чистому парам.

Количество перезимовавших растений озимой ржи при весенней инвентаризации посевов составило от 226,0 до 260,9 шт./м², в зависимости от варианта. При этом процент перезимовки составил 51,7-57,4 %. Учет выявил, что лучше перезимовала озимая рожь, размещенная по сидеральному пару. Процент перезимовки

был 57,4 %. На остальных вариантах перезимовало существенно меньше растений.

Корреляционные связи между полевой всхожестью, перезимовкой озимой ржи и поступлением в почву питательных веществ с биологической массой паровых предшественников имели соответственно среднюю и сильную силу ($r = 0,47$ и $r = 0,87$).

Урожай сельскохозяйственных культур создается в процессе фотосинтеза, когда в зеленых растениях образуется органическое вещество из диоксида углерода, воды и минеральных веществ. Энергия солнечного луча переходит в энергию растительной биомассы. Эффективность этого процесса и, в конечном счете, урожай зависят от функционирования посева как фотосинтезирующей системы.

С целью изучения влияния паровых предшественников на характер роста и развития озимой ржи проводили учет формирования листовой поверхности, а также определяли фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза.

Величина и продолжительность работы листовой поверхности сельскохозяйственных культур имеют определяющее значение в формировании их урожая. Так, площадь листовой поверхности озимой ржи в период весеннего отрастания в зависимости от варианта составила от 13,4 до 15,9 тыс. м²/га (табл. 52).

Таблица 52 – Площадь листовой поверхности озимой ржи, тыс. м²/га (среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	Весеннее отрастание	Фенологическая фаза			
		выход в трубку	колошение	цветение	молочная спелость
Чистый пар	15,1	26,5	47,6	23,9	7,5
Перелог	14,4	22,4	46,9	23,6	8,5
Сидеральный пар	15,9	29,2	55,9	28,0	11,6
Занятый пар	13,4	24,0	44,9	23,2	6,8

При этом более высокая листовая поверхность была на варианте озимой ржи по сидеральному пару – 15,9 тыс. м²/га. Несколько меньшей была площадь листьев посевов по чистому пару. А минимальная листовая поверхность сформирована на

варианте озимой ржи по занятому пару.

По мере роста и развития озимой ржи увеличивалась и площадь листьев культуры. Максимальную листовую поверхность озимая рожь сформировала в фазу колошения и, в зависимости от варианта, составила от 44,9 до 55,9 тыс. м²/га. Более высокая площадь листьев при этом была на варианте озимой ржи возделываемой по сидеральному пару – 55,9 тыс. м²/га. На остальных вариантах листовой поверхности было значительно ниже – 44,9-47,6 тыс. м²/га.

К фазе молочной спелости площадь листьев уменьшилась и, в зависимости от варианта, составила от 6,8 до 11,6 тыс. м²/га. При этом больше листовой поверхности сохранила озимая рожь размещенная по сидеральному пару – 11,6 тыс. м²/га. На остальных вариантах площадь листьев была ниже.

Фотосинтетический потенциал растений определяет возможность посева использовать солнечную радиацию для создания урожая и является обобщающим показателем, характеризующим эффективность действия всего комплекса технологических приемов. Фотосинтетический потенциал в зависимости от варианта составил от 1700,6 до 2235,4 тыс. м²/га×сут. (табл.53).

Таблица 53 – Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза озимой ржи (весеннее отрастание-полная спелость) (среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² /га×сут.	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² ×сут.
Чистый пар	1841,9	2,57
Перелог	1757,8	2,79
Сидеральный пар	2235,4	3,06
Занятый пар	1700,6	2,65
НСР ₀₅		0,12

Более высокий фотосинтетический потенциал при этом был на варианте озимой ржи по сидеральному пару – 2235,4 тыс. м²/га×сут. На остальных вариантах – значительно ниже.

Корреляционные связи между фотосинтетическим потенциалом, чистой продуктивностью фотосинтеза озимой ржи и поступлением в почву питательных веществ с биологической массой паровых предшественников имели сильную силу ($r = 0,87$ и $r = 0,98$).

Продуктивность работы каждой единицы листовой поверхности характеризуется величиной ЧПФ. Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) озимой ржи по сидеральному пару была самой высокой и составила $3,06 \text{ г/м}^2 \times \text{сут.}$, что существенно выше чистой продуктивности культуры остальных вариантов.

Таким образом, по результатам исследований можно отметить, что сидерация, положительно влияя на плодородие почвы, создает более благоприятные условия для роста и развития последующей за ней культуры. Так, озимая рожь, возделываемая по сидеральному пару, в сравнении с размещением по чистому и занятому парам, а также по перелогу, существенно лучше всходит и перезимовывает. Возделывание озимой ржи по сидеральному пару позволяет также формировать более высокий фотосинтетический потенциал культуры – $2235,4 \text{ тыс. м}^2/\text{га} \times \text{сут.}$, а также чистую продуктивность фотосинтеза – $3,06 \text{ г/м}^2 \times \text{сут.}$, что выше остальных вариантов соответственно на 17,7-24,0 и 8,9-16,1 %.

8.2. Водный и пищевой режимы почвы

Вода – земной фактор жизни растений. Для создания одной весовой части сухого вещества урожая растения потребляют от 200 до 1000 частей воды, причем только малая её часть идет на создание урожая, всё остальное количество испаряется. Влага необходима для прорастания семян, без неё невозможны последующий рост и развитие растений. С водой в растение из почвы поступают питательные вещества, испарение воды листьями обеспечивает нормальные температурные условия жизнедеятельности растений. Вода – обязательное условие почвообразования и формирования почвенного плодородия. Без нее невозможно развитие почвенной фауны и микрофлоры (Роде, 1952).

Основным показателем характеристики влагообеспеченности почв является содержание продуктивной влаги. Установлено, что запасы продуктивной влаги в

метровом слое почвы считаются для сельскохозяйственных культур очень хорошими, если ее количество составляет 160, хорошими – 130-160, удовлетворительными – 90-130 и плохими – 60-90 мм (Вадюнина, Корчагина, 1986). А оптимальным содержанием продуктивной влаги в период всходов сельскохозяйственных культур является 160-180 мм (Богданов, Ахметшин, 1989).

Одним из ограничивающих факторов использования занятых паров является то, что они к моменту посева озимых культур сильно иссушают почву, особенно в годы с малым количеством осадков в вегетационный период. Результаты опытов показали, что в среднем за годы исследований перед посевом озимой ржи в метровом слое почвы продуктивной влаги на всех вариантах было в достаточном количестве – 155,3-169,9 мм, в том числе в пахотном слое почвы – 32,0-35,5 мм (табл. 54).

Таблица 54 – Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм, (среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	Перед посевом	Весеннее отрастание	Фаза цветения	Перед уборкой
Чистый пар	169,9	196,3	196,4	166,3
Перелог	164,1	205,2	186,8	160,8
Сидеральный пар	160,9	206,3	191,4	157,9
Занятый пар	155,3	198,9	192,3	167,6

При весеннем отрастании озимой ржи количество влаги в почве на вариантах опыта составило 196,3-206,3 мм. В течение вегетации озимой ржи обеспеченность почвы продуктивной влагой была также хорошей. Больше потребление озимой рожью почвенной влаги отмечалось при возделывании ее по перелогу и сидеральному пару. Но в целом разница в содержании влаги между изучаемыми вариантами по фазам роста и развития озимой ржи была незначительной.

Коэффициент водопотребления озимой ржи в зависимости от варианта составил от 308,7 до 421,6 м³/т абсолютно-сухого вещества надземной биомассы (рис. 4). При этом более низким он был при возделывании культуры по сидеральному пару, а самым высоким – при размещении озимой ржи по перелогу.

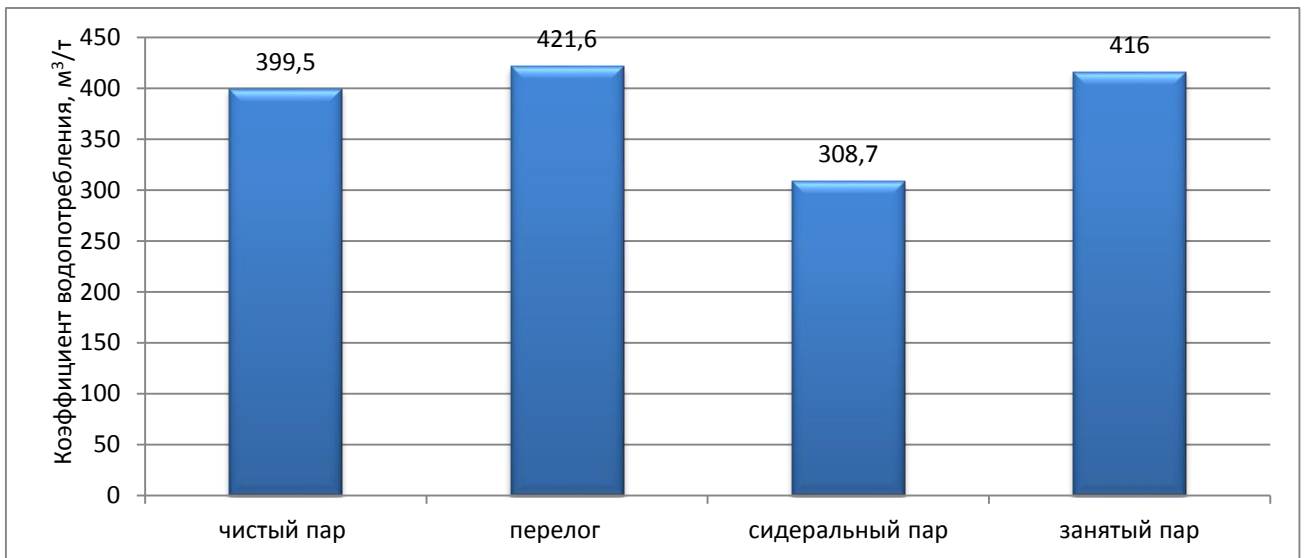


Рис. 4 – Коэффициент водопотребления озимой ржи, м³/т абсолютно-сухого вещества надземной биомассы (среднее за 2010-2012 гг.)

В росте и развитии растений велико значение пищевого режима почвы. Нами был изучен пищевой режим озимой ржи. Почвы опытных участков характеризовались средним и повышенным содержанием элементов питания. Результаты контроля за содержанием элементов питания в пахотном слое почвы показали, что количество питательных веществ перед посевом озимой ржи составило: азота – 8,1-9,1; фосфора – 21,6-23,6 калия – 11,2-12,1 мг/100 г почвы, в зависимости от варианта (табл. 55).

В последующие фенологические фазы содержание азота, фосфора и калия, вследствие потребления их озимой рожью, по всем вариантам уменьшается. Перед уборкой, в зависимости от варианта, содержание азота составило от 7,0 до 7,5 фосфора – 19,8-22,2 и калия – 9,9-10,5 мг/100 г.п.

В целом, для роста и формирования урожая озимой ржи в пахотном слое почвы на всех вариантах опыта имелось достаточное количество элементов питания.

Таким образом, по результатам исследований можно отметить, что условия влагообеспеченности и питательный режим почвы при возделывании озимой ржи по сидеральному пару были хорошими. Погодно-климатические условия Республики Марий Эл позволяют включать в системы севооборотов сидеральные пары.

Таблица 55 – Динамика содержания элементов питания в пахотном слое почвы, мг/100 г п.
(среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	Перед посевом			Весеннее отрастание			Фаза цветения			Перед уборкой		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Чистый пар	8,6	22,7	11,5	8,1	22,1	10,9	7,5	21,4	10,5	7,2	20,6	9,9
Перелог	8,6	22,1	11,6	8,2	21,8	11,4	8,1	20,7	10,9	7,7	20,2	10,5
Сидеральный пар	9,1	23,6	12,1	8,9	23,7	11,2	7,9	23,1	10,8	7,5	22,2	10,0
Занятый пар	8,1	21,6	11,2	7,8	21,1	10,8	7,4	20,6	10,3	7,0	19,8	10,0

В среднем за годы исследований перед посевом озимой ржи в метровом слое почвы содержалось от 160,9 мм продуктивной влаги. В период вегетации культуры обеспеченность почвы влагой также была достаточной. Поступающая в почву биологическая масса сидератов после минерализации становится доступной для питания сельскохозяйственных культур. И исследования также выявили, что питательный режим почвы озимой ржи, возделываемой по сидеральному пару, складывался лучше в сравнении с размещением по чистому и занятому парам, и перелогу.

8.3. Урожайность и структура урожая

Применение сидерации, положительно влияя на почвенное плодородие, представляющее собой совокупность ее агрохимических, биологических и водно-физических свойств, приводит к повышению урожайности последующих культур севооборота.

Результаты проведенных исследований по изучению влияния паровых предшественников на урожайность озимой ржи показали, что использование сидерального пара позволяет получать достоверную прибавку урожая зерна (табл. 56).

Таблица 56 – Урожайность зерна озимой ржи, т/га

Паровой предшественник	Годы			Средняя	+, - к контролю, кг/га
	2010	2011	2012		
Чистый пар (контроль)	1,83	1,86	1,98	1,89	-
Перелог	1,85	1,90	2,22	1,99	+10
Сидеральный пар	2,59	2,96	2,61	2,72	+830
Занятый пар	1,74	1,82	1,93	1,83	-60
НСР ₀₅	0,12	0,13	0,12		

Так, в 2010 году урожайность зерна озимой ржи по сидеральному пару составила 2,59 т/га. На остальных вариантах она была существенно ниже – от 1,74 т/га, на варианте по занятому пару, до 1,83 и 1,85 т/га по чистому пару и перелогу соответственно. Аналогичная картина наблюдается и в 2011 и 2012 гг. исследований. В

2011 году урожайность озимой ржи, возделываемой по сидеральному пару, составила 2,96 т/га, а 2012 году – 2,61 т/га, что выше соответственно на 35,9-38,6 и 15,0-26,1 % в сравнении с использованием перелога, чистого и занятого паров.

В среднем за три года исследований урожайность зерна озимой ржи при возделывании по сидеральному пару составила 2,72 т/га и обеспечила прибавку к контрольному варианту 830 кг/га. На остальных вариантах урожайность была значительно ниже – от 1,83 до 1,99 т/га. Минимальная же урожайность зерна озимой ржи в среднем за три года получена при возделывании по занятому пару.

Исследования показали, что урожайность озимой ржи имела сильную прямую степень зависимости от количества поступления в почву с биомассой паровых предшественников абсолютно-сухого органического вещества, элементов минерального питания, микробиологической активности почвы и фотосинтетического потенциала, а также среднюю обратную силу связи с распространением корневых гнилей (табл. 57).

Таблица 57 – Корреляционные связи урожайности озимой ржи

Фактор	r	Степень зависимости	Уравнение регрессии
1. Поступление абсолютно-сухого органического вещества с биомассой паровых предшественников	0,85	сильная прямая	$y = 1,61 + 0,3x$
2. Поступление элементов минерального питания с биомассой паровых предшественников	0,99	сильная прямая	$y = 1,77 + 0,005x$
3. Микробиологическая активность почвы озимой ржи	0,98	сильная прямая	$y = 0,23 + 0,02x$
4. Фотосинтетический потенциал озимой ржи	0,96	сильная прямая	$y = 0,001x - 0,87$
5. Распространение корневых гнилей на посевах озимой ржи	-0,66	средняя обратная	$y = 4,8 - 0,15x$

Анализ структуры урожая показал, что более высокая урожайность зерна озимой ржи, возделываемой по сидеральному пару, обеспечивается такими элементами, как количеством продуктивных стеблей на 1 м², продуктивной кустистостью, числом зерен в колосе и массой зерен с одного колоса (табл. 58). Так, в среднем за

три года исследований количество продуктивных стеблей на данном варианте составило 312,9 шт./м², продуктивная кустистость – 3,3, количество зерен в колосе – 39,9 шт. и масса зерен с одного колоса – 1,36 г.

Таблица 58 – Структура урожая озимой ржи (среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	Продуктивных стеблей, шт./м ²	Продуктивная кустистость	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г
Чистый пар	280,6	3,1	8,9	34,0	1,10
Перелог	263,4	2,9	8,7	33,9	1,15
Сидеральный пар	312,9	3,3	10,2	39,9	1,36
Занятый пар	282,0	3,2	8,2	35,4	1,11

На остальных вариантах показатели структуры урожая были несколько ниже. Количество продуктивных стеблей составило 263,4-282,0, продуктивная кустистость – 2,9-3,2, количество зерен в колосе – 34,0-35,4 шт. и масса зерна с одного колоса – 1,10-1,15 г.

Таким образом, результаты исследований показали, что сидерация, благоприятно влияя на плодородие почвы, улучшает структуру урожая и существенно увеличивает урожайность зерна озимой ржи. Так, в среднем за годы исследований урожайность зерна озимой ржи, возделываемой по сидеральному пару, была на 30,6 % выше в сравнении с размещением по чистому пару, на 26,9 % – с возделыванием по перелогу и на 32,8 % – по занятому пару.

8.4. Качество зерна озимой ржи

Хозяйственная ценность любой культуры определяется не только количеством продукции, получаемой с единицы площади, но и ее качеством. Под качеством растениеводческой продукции понимают совокупность свойств и признаков, обуславливающих ее пригодность для удовлетворения определенных потребностей в соответствии со значением.

Рожь относится к числу важнейших хлебных культур. Ржаной хлеб обладает

высокими пищевыми достоинствами, специфическим ароматом и вкусом. По вкусовым качествам, переваримости и усвояемости ржаной хлеб уступает только пшеничному.

Одними из основных физико-химических показателей качества зерна озимой ржи, влияющих на его технологические и пищевые свойства являются содержание белка, состояние углеводно-амилазного комплекса и масса 1000 семян.

Результаты анализа химического состава и качества зерна озимой ржи выявили, что количество белка в зависимости от варианта составило от 10,9 до 12,3 % (табл. 59). При этом более высокое его содержание было в зерне озимой ржи, возделываемой по сидеральному пару – 12,3 %. На остальных вариантах содержалось существенно ниже белка.

Таблица 59 – Качество зерна озимой ржи (среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	Содержание белка, %	Число падения, с	Активность α -амилазы	Класс качества по числу падения	Масса 1000 семян, г
Чистый пар	10,9	185,7	нормальная	II	39,9
Перелог	11,3	185,4	нормальная	II	37,3
Сидеральный пар	12,3	190,3	нормальная	II	40,9
Занятый пар	10,5	182,3	нормальная	II	39,0
НСР ₀₅	0,3				

Корреляционная связь между содержанием белка в зерне озимой ржи и поступлением элементов питания в почву с биологической массой паровых предшественников имела сильную прямую зависимость ($r = 0,91$), а уравнение регрессии вид: $y = 10,6 + 0,009x$.

Масса 1000 семян составила от 39,0 до 40,9 г, в зависимости от варианта. Более высокая масса 1000 семян была при возделывании озимой ржи по сидеральному пару, самая низкая – по перелогу.

Одним из наиболее важных показателей характеризующих качество зерна

озимой ржи, обеспечивающего необходимые хлебопекарные свойства, является степень соложения (активность фермента α -амилаза). Каркасом ржаного хлеба служит денатурированный белково-углеводный комплекс совместно с клейстеризованным крахмалом. Повышенное содержание в зерне фермента α -амилаза, вызывающий сильный распад крахмала, является причиной понижения качества хлеба (липкий мякиш). Однако с другой стороны, при отсутствии крахмало-расщепляющих ферментов мякиш хлеба получается излишне сухим. Число падения является косвенным показателем активности α -амилазы. Активность α -амилазы зерна озимой ржи считается нормальным при числе падения 80-200 с, высокой – менее 80 с и низкой – более 200 с.

Результаты анализа показали, что число падения зерна озимой ржи в зависимости от варианта составило от 182,3 до 190,3 с. При этом активность фермента α -амилазы на всех вариантах опыта была нормальной и зерно по качеству относится ко второму классу (группе А). Можно заключить что, полученное зерно озимой ржи разрешается использовать в хлебопечении.

По результатам исследований можно отметить, что при возделывании озимой ржи по сидеральному пару улучшается качество ее продукции. Так, в среднем за годы исследований, увеличение содержания белка в зерне озимой ржи в сравнении с возделыванием по занятому пару составило на 14,7 %, чистому пару – на 11,4 % и на 8,2 % – по перелогу.

Итак, итоги проведенных исследований по изучению влияния паровых предшественников на урожайность и качество зерна озимой ржи позволяют заключить:

- условия влагообеспеченности и питательный режим почвы при возделывании озимой ржи по сидеральному пару хорошие;
- сидерация, положительно влияя на плодородие почвы, создает более благоприятные условия для роста и развития озимой ржи;
- при возделывании озимой ржи по сидеральному пару существенно увеличивается урожайность и улучшается качество зерна.

Глава IX. ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ПАРА И СИСТЕМЫ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СЕВООБОРОТЕ

9.1. Засоренность агроценозов

Фитосанитарное состояние агроценозов является одной из важнейших проблем современного земледелия. В настоящее время особую тревогу вызывает то, что на фоне перехода многих сельскохозяйственных предприятий на Mini- и No-till технологии обработки почвы и нередкого отказа от чистых паров, наблюдается резкое увеличение засоренности посевов и посадок культур. Проблема усугубляется и тем, что в пахотном слое почвы содержится огромное количество жизнеспособных семян сорных растений, готовых при благоприятных условиях среды прорасти. По данным ряда исследователей их количество может составлять от 0,02 до 5 млрд. шт./га (Баздырев, Дорджиев, 1991; Баздырев, Куваева, 2007; Дудкин, Шмат, 2007; Порохня, Кобяков, 2006). Поэтому для прогнозирования появления сорных растений в агроценозах и успешной борьбы с ними необходимо знать не только фактическое наличие сорняков в посевах культур, но потенциальный их запас в пахотном слое почвы.

Нами было изучено влияние видов пара и системы основной обработки почвы в севообороте на засоренность пахотного слоя. Перед закладкой севооборотов количество семян сорных растений в пахотном слое почвы опытного участка в среднем составило 34,5 тыс. шт./м², в том числе в слое почвы 0-10 см – 14,2 и 10-20 см – 20,3 тыс. шт./м² (табл. 60).

Исследования показали, что изучаемые агроприемы влияют на динамику потенциального запаса семян сорных растений в почве. Так, к концу второй ротации севооборота на вариантах опыта наблюдалось и уменьшение, и увеличение засоренности. Снижение количества семян сорняков было в севообороте с чистым паром, как на фоне отвальной системы обработки почвы – на 30,2 %, так и при использовании комбинированной – на 6,4 %. Уменьшение засоренности также отме-

чено при использовании отвальной системы обработки почвы в севооборотах с занятым и сидеральным парами – соответственно на 16,9 и 6,7 %.

Таблица 60 – Влияние видов пара и системы основной обработки почвы в севообороте на засоренность пахотного (0-20 см) слоя почвы (2010-2017 гг.)

Вид пара в севообороте	Система основной обработки почвы в севообороте	Количество семян сорных растений, тыс. шт./м ²					
		перед закладкой севооборота			в конце второй ротации севооборота		
		всего	в том числе		всего	в том числе	
			0-10 см	10-20 см		0-10 см	10-20 см
Чистый пар	Комбинированная	34,5	14,2	20,3	32,3	17,5	14,8
	Отвальная	34,5	14,2	20,3	24,1	9,8	14,3
Занятый пар	Комбинированная	34,5	14,2	20,3	42,3	23,6	18,7
	Отвальная	34,5	14,2	20,3	28,7	11,2	17,5
Сидеральный пар	Комбинированная	34,5	14,2	20,3	40,7	22,1	18,6
	Отвальная	34,5	14,2	20,3	32,2	15,4	16,8

Повышение же засоренности почвы семенами сорняков наблюдалось при применении комбинированной системы обработки почвы в севооборотах с занятым и сидеральным парами – на 22,6 и 17,9 % соответственно.

Наименьшее количество семян сорных растений в пахотном слое почвы в конце второй ротации севооборота было в севообороте с чистым паром при использовании отвальной системы обработки почвы – 24,1 тыс. шт./м², в том числе в слое 0-10 см – 9,8, в 10-20 см – 14,3 тыс. шт./м², а наибольшее – в варианте с занятым паром на фоне комбинированной системы обработки почвы – 42,3 тыс. шт./м², в том числе в слое 0-10 см – 23,6, в 10-20 см – 18,7 тыс. шт./м².

Установлено, что отвальная система обработки почвы в севообороте в зависимости от вида пара уменьшала засоренность пахотного слоя на 20,9-32,2 %. Также выявлено, что при использовании комбинированной системы обработки

почвы в севооборотах опыта увеличивается доля семян сорных растений в верхнем 0-10 см слое почвы. Так, если на фоне отвальной системы обработки почвы на всех вариантах семян сорняков было больше в 10-20 см слое почвы, то при комбинированной системе – в 0-10 см слое, где их количество в 1,18-1,26 раз выше нижнего пахотного слоя.

Состав семян сорных растений был представлен и малолетними и многолетними видами. Из малолетних выявлены василек синий (*Centaurea cyanus*), марь белая (*Chenopodium album*), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*), просо куриное (*Echinochloa crus-galli*), ромашка непахучая (*Matricaria perforata merat*), ярутка полевая (*Thlaspi arvense*), фиалка полевая (*Viola arvensis*), щирица запрокинутая (*Amaranthus retriflexus*); из многолетних – подорожник большой (*Plantago major*), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*).

Был проведен также учет засоренности посевов озимой ржи (табл. 61).

Таблица 61 – Влияние видов пара, системы основной обработки почвы в севообороте и удобрений на засоренность посевов озимой ржи, шт./м² (2010-2017 гг.)

Система основной обработки почвы в севообороте	Вид пара в севообороте	Удобрение	Ротация севооборота		В среднем
			первая	вторая	
Комбинированная	Чистый	без удобрений	48	36	42
		НРК	61	52	56
	Занятый	без удобрений	54	80	66
		НРК	62	76	69
	Сидеральный	без удобрений	51	72	61
		НРК	56	76	66
Отвальная	Чистый	без удобрений	32	20	26
		НРК	56	35	45
	Занятый	без удобрений	44	48	46
		НРК	44	52	48
	Сидеральный	без удобрений	48	38	43
		НРК	42	45	44

Результаты учета позволяют заключить, что изучаемые агроприемы оказали влияние на засоренность посевов озимой ржи. Так, менее засоренной была озимая рожь, возделываемая при отвальной системе обработки почвы в севообороте. Количество сорных растений, в зависимости от вида пара и применения удобрений, составила в среднем за две ротации севооборота от 26 до 48 шт./м². Менее засоренными при этом были посеы озимой ржи по чистому пару без использования удобрений.

При использовании комбинированной системы обработки почвы сорняков на посевах было на 24,4-61,5 % меньше и менее засоренной была озимая рожь, также возделываемая по чистому пару на фоне без удобрений.

Исследованиями показали, что применение чистого пара в севообороте позволяет бороться с сорняками. Так, засоренность озимой посевов озимой ржи по чистому пару в среднем за две ротации при комбинированной системе обработки почвы в севообороте была ниже с возделыванием по занятому и сидеральному парам на 45,2-57,1 % на фоне без удобрений и на 17,8-23,2 % – при использовании, при применении отвальной системы обработки почвы – соответственно на 65,3-76,9 % и до 6,6 %.

Если анализировать засоренность посевов озимой ржи по ротациям севооборота, то следует отметить, что чистый пар позволяет эффективно бороться с сорняками. Так, количество сорных растений во второй ротации севооборота, в сравнении с первой, на посевах озимой ржи по чистому пару было на 14,8-37,5 % ниже в зависимости от системы основной обработки почвы в севообороте и применения удобрений. А при возделывании озимой ржи по занятому и сидеральному парам во второй ротации севооборота, кроме варианта культуры, возделываемой по сидеральному пару на фоне отвальной системы обработки почвы и без использования удобрений (уменьшение на 20,9 %), наблюдается увеличение.

Выявлено также, что при использовании удобрений на всех вариантах посевов озимой ржи на 2,3-73,0 % увеличивается засоренность.

На посевах озимой ржи встречались малолетние и многолетние виды разных биологических групп, из малолетних – василек синий (*Centaurea cyanus*), дымянка

лекарственная (*Fumaria officinalis*), марь белая (*Chenopodium album*), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*), просо куриное (*Echinochloa crus-galli*), ромашка непахучая (*Matricaria perforata merat*), ярутка полевая (*Thlaspi arvense*), фиалка полевая (*Viola arvensis*), щирица запрокинутая (*Amaranthus retriflexus*); а из многолетних – вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*), осот полевой (*Sonchus arvensis*), льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris*), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris*).

Итак, результаты проведенных исследований позволяют заключить, что более эффективно ведется борьба с сорняками при наличии в севообороте чистого пара и отвальной системы обработки почвы. При комбинированной системе обработки почвы в севообороте наблюдается увеличение количества семян сорных растений в верхнем 0-10 см пахотном слое, и, как следствие, повышение засоренности посевов культур севооборота.

9.2. Агрофизические свойства почвы

Сохранение и воспроизводство почвенного плодородия в современном земледелии является одной из наиболее актуальных проблем. Плодородие почвы характеризуется многими показателями. Агрофизические свойства почвы являются одним из главных. Они в значительной степени влияют на рост и развитие растений, и, следовательно, на урожайность сельскохозяйственных культур. Сельскохозяйственные растения формируют максимальную продуктивность только при оптимальных показателях агрофизических свойств почвы (Дригидер, Стукалов, Матвеев, 2017; Косолап, Кротинов, 2013; Солодовников и др., 2015).

К основным агрофизическим свойствам почвы относятся плотность сложения и структурно-агрегатный состав.

Плотность сложения почвы является важнейшим фактором плодородия, определяющим режим физико-биохимического процесса, водный режим, влияющим на мобилизацию питательных веществ, условия жизнедеятельности микроорганизмов пахотного слоя (Вильямс, 1949; Качинский, 1965; Ревут, 1972). При переуплотнении почвы теряется до 15-30 % урожая сельскохозяйственных культур

(Кравченко, 1981).

Сельскохозяйственные культуры предъявляют определенные требования к объемной массе почвы. Так, для роста и развития озимых и яровых зерновых культур, однолетних и многолетних трав оптимальные условия складываются при плотности сложения пахотного слоя почвы 1,10-1,35 г/см³, пропашных – при 1,00-1,20 г/см³. Однако эти параметры могут изменяться в зависимости от типа почвы, ее гранулометрического состава, увлажнения (Сафонов и др., 2006).

В улучшении агрофизических свойств почвы важная роль отводится применению органических удобрений, посеву многолетних трав, а также использованию сидерации. Зелёные удобрения способствуют созданию оптимальной плотности сложения, улучшают агрегатный состав почвы и повышают водопропускную способность её структуры (Бзиков и др., 2007; Гребенников, 2011; Елешев, Насиев, 2006; Кормилицын, 1999; Колосова, 2003; Ряховская, Шалагина, 2008; Строкин, Румянцева, 1990 и др.).

Результаты 2010-2017 гг. исследований подтвердили эффективность применения сидерации. Перед закладкой севооборота объемная масса пахотного слоя почвы на всех вариантах опыта была одинаковой – 1,34 г/см³ (табл. 62).

Таблица 62 – Влияние видов пара и системы основной обработки почвы в севообороте на объемную массу пахотного (0-20 см) слоя почвы (2010-2017 гг.)

Вид пара в севообороте	Система основной обработки почвы в севообороте	Объемная масса почвы, г/см ³	
		перед закладкой севооборота	в конце второй ротации севооборота
Чистый пар	Комбинированная	1,34	1,27
	Отвальная	1,34	1,25
Занятый пар	Комбинированная	1,34	1,33
	Отвальная	1,34	1,32
Сидеральный пар	Комбинированная	1,34	1,25
	Отвальная	1,34	1,23

Исследования показали, что в конце второй ротации севооборота плотность сложения пахотного слоя в целом соответствовала агрофизическим показателям

дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы и составила в зависимости от варианта от 1,23 до 1,33 г/см³. Однако при этом выявлено, что более оптимальные для сельскохозяйственных культур значения объемной массы складывались при использовании в севообороте сидерального пара – 1,23-1,25 г/см³. Тогда как на вариантах с чистым паром плотность сложения была выше на 1,6 %, а с занятым – на 6,4-7,3 % в зависимости от системы основной обработки почвы в севообороте.

Значительное влияние на плотность сложения почвы оказывают способы ее обработки. В наших исследованиях установлено, что применение отвальной системы основной обработки под культуры севооборота способствует созданию более благоприятной плотности сложения почвы. Так, в зависимости от вида пара в севообороте объемная масса пахотного слоя почвы на вариантах с использованием отвальной системы обработки почвы в севообороте была на 0,01-0,02 г/см³ ниже в сравнении с комбинированной системой.

Структура почвы является важным показателем физического состояния плодородной почвы, определяющим благоприятное строение пахотного слоя почвы, ее водные, физико-механические, и технологические свойства. Она определяется совокупностью агрегатов разной величины, формы и качественного состава.

В земледелии принята следующая классификация структурных агрегатов почвы по величине: глыбистая структура – комки более 10 мм; макроструктура – от 0,25 до 10 мм; микроструктура – менее 0,25 мм. С агрономической точки зрения наиболее ценными являются мелкокомковатая и зернистая структуры с размером частиц почвы 0,25-10 мм (Баздырев и др., 2008).

По С. И. Долгову и П. У. Бахтину (1966), отличное структурное состояние пахотного слоя почвы характеризуется при содержании агрономически ценных воздушно-сухих агрегатов размером 0,25-10 мм не менее 80 %, в том числе водопрочных – не менее 70 %; хорошее состояние – при содержании соответственно 80-60 и 70-55 %, и удовлетворительное состояние – при содержании 60-40 и 40-55 %.

При возделывании сельскохозяйственных культур, в зависимости от вида растений, интенсивности обработки почвы, поступления в почву органического вещества, наблюдаются процессы оструктурирования и разрушения структуры почвы.

Нами было изучено влияние чистого, занятого и сидерального паров, а также системы основной обработки почвы в севооборотах на структурно-агрегатный состав пахотного слоя почвы.

Результаты исследований показали что, использование сидерального пара в севообороте улучшает структурно-агрегатное состояние пахотного слоя почвы (табл. 63). Так, в конце второй ротации севооборота содержание агрономически ценных агрегатов почвы размером 0,25-10 мм при использовании сидерации и комбинированной обработки почвы в севообороте составило 63,2 %, а отвальной системы – 65,1 %. Тогда, как с занятым паром в севообороте – соответственно 62,4 и 64,1 %, с чистым паром – 58,2 и 63,9 %.

Таблица 63 – Влияние видов пара и системы основной обработки почвы в севообороте на структурно-агрегатный состав пахотного (0-20 см) слоя почвы (конец второй ротации севооборота, 2017 г.)

Вид пара в севообороте	Система основной обработки почвы в севообороте	Содержание агрегатов, %			Коэффициент структурности
		0,25-10 мм	> 10 мм	< 0,25 мм	
Чистый пар	Комбинированная	58,2	31,8	10,0	1,39
	Отвальная	63,9	27,0	9,1	1,77
Занятый пар	Комбинированная	62,4	28,6	9,0	1,65
	Отвальная	64,1	27,1	8,8	1,78
Сидеральный пар	Комбинированная	63,2	28,7	8,1	1,69
	Отвальная	65,1	27,8	7,1	1,86
НСР _{0,5} фактор А фактор В					0,10
					0,06

При этом установлено, что при использовании чистого пара в севообороте, в сравнении с применением занятого и сидерального, наблюдается уменьшение в пахотном слое агрономически ценных агрегатов и увеличение пылевидных частиц почвы размером менее 0,25 мм соответственно на 11,1 и 23,4 % – при проведении

комбинированной основной обработки почвы в севообороте, и на 3,4 и 28,1 % – при использовании отвальной системы.

Исследованиями также выявлено, что применение отвальной системы обработки почвы в севообороте в сравнении с комбинированной обработкой улучшает агрегатный состав пахотного слоя, как при использовании сидерального пара в севообороте, так занятого и чистого паров. В зависимости от вида пара увеличение частиц размером 0,25-10 мм составило на 1,7-5,7 % и уменьшение пылевидной фракции – на 0,2-1,0 %.

Одним из показателей структурного состояния почвы является коэффициент структурности. Коэффициент структурности пахотного слоя почвы составил в зависимости от варианта от 1,39 до 1,86. При этом более высоким он был при использовании в севообороте сидерального пара и использовании отвальной системы основной обработки почвы в севообороте. В сравнении с чистым контрольным паром коэффициент структурности был выше на 21,6 % при применении комбинированной системы обработки почвы и на 5,1 % – при использовании отвальной, а в сравнении с присутствием в севообороте занятого пара – соответственно на 2,4 и 4,5 %.

Важным показателем структурного состояния почвы является водопрочность агрономически ценных агрегатов. Структурные агрегаты почвы, характеризующиеся водопрочностью, под действием текущей или длительного воздействия стоячей воды не разрушаются или лишь частично распадаются на микроагрегаты. При низкой водопрочности почвы, или её отсутствии, агрегаты разрушаются, почва после увлажнения превращается в сплошную массу и становится бесструктурной.

Исследования показали, что вид пара и системы основной обработки почвы в севообороте оказывают влияние на содержание в пахотном слое водопрочных агрегатов (табл.64). Так, более высокое содержание водопрочных агрегатов было при использовании в севообороте сидерального пара. При этом, на варианте с применением отвальной системы основной обработки почвы в севообороте количество водопрочных агрегатов составило 39,2 %, комбинированной – 36,0 %. На вариантах опыта с чистым паром водопрочных агрегатов почвы было ниже соответственно на 16,2 и 14,8 %, а с занятым паром – на 8,9 и 9,2 %.

Таблица 64 – Влияние видов пара и системы основной обработки почвы в севообороте на содержание водопрочных агрегатов в пахотном (0-20 см) слое почвы (конец второй ротации севооборота, 2017 г.)

Вид пара в севообороте	Система основной обработки почвы в севообороте	Количество водопрочных агрегатов, %	
		10-0,25 мм	< 0,25 мм
Чистый пар (контроль)	Комбинированная	30,2	69,8
	Отвальная	33,4	66,6
Занятый пар	Комбинированная	32,8	67,2
	Отвальная	35,6	64,4
Сидеральный пар	Комбинированная	36,0	64,0
	Отвальная	39,2	60,8
НСР _{0,5} фактор А фактор В		2,4	
		2,0	

Результаты исследований также позволили установить, что применение отвальной системы основной обработки почвы в севообороте, в зависимости от вида пара, способствует увеличению содержания в пахотном слое почвы водопрочных агрегатов на 8,5-10,6 %.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют заключить, что использование сидерального пара и отвальной системы основной обработки почвы в севообороте улучшают агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы.

9.3. Агрохимические показатели плодородия почвы

Агрохимические показатели плодородия почвы являются одним из факторов определяющих пищевой режим сельскохозяйственных культур. Нами было изучено влияние системы основной обработки почвы, вида пара в севообороте и использования минеральных удобрений на динамику содержания в пахотном слое почвы элементов минерального питания растений и реакции почвенного раствора.

Для этого был проведен агрохимический анализ почвы, определено содержание легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия, а также реакция почвенного раствора перед закладкой севооборотов в 2010 году и в конце второй ротации севооборотов в 2017 году.

Перед закладкой севооборотов в пахотном слое почвы опытного участка содержание легкогидролизуемого азота составило 95, подвижного фосфора – 320 и обменного калия – 140 мг/ кг, а реакция почвенного раствора – 6,1 ед.

Исследования показали, что к концу второй ротации севооборота в пахотном слое почвы на всех вариантах опыта наблюдается снижение содержания элементов питания. Так, содержание азота составило от 60 до 68, фосфора – 230-269 и калия – 110-131 мг/кг, в зависимости от варианта (табл. 65). При этом уменьшение количества азота было на 28,5-36,9 %, фосфора – на 16,0-29,2% и калия – на 6,5-21,5 %.

Изучаемые элементы агротехники по разному влияли на снижение содержания в почве питательных веществ. Выявлено, что при использовании отвальной системы основной обработки почвы на вариантах с применением чистого пара в севообороте и занятого пара на фоне без удобрений в сравнении с комбинированной основной обработкой в пахотном слое содержалось меньше азота на 4,5-6,3 % в зависимости от варианта. А содержание в почве подвижного фосфора, кроме варианта с использованием сидерального пара в севообороте и применении минеральных удобрений, и обменного калия при отвальной системе основной обработки почвы было меньше соответственно на 2,8-11,0 % и до 7,1 %.

Результаты исследований показали, что использование в севооборотах сидерального пара в сравнении с применением чистого и занятого паров положительно влияло содержание азота в почве. Так, на фоне отвальной системы основной обработки почвы в севообороте содержание азота было больше на 7,5-9,1 % в сравнении использованием чистого пара и на 3,0-3,1 % – занятого, а на фоне комбинированной системы – на вариантах без использования минеральных удобрений до 4,7 %.

Таблица 65 – Влияние видов пара, системы основной обработки почвы в севообороте и удобрений на агрохимические показатели пахотного слоя почвы (конец второй ротации севооборота, 2017 г.)

Система основной обработки почвы в севообороте	Вид пара в севообороте	Удобрение	Содержание, мг/кг			рН
			N _{дг.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Комбинированная	Чистый	без удобрений	64	259	119	6,0
		НРК	66	250	138	6,0
	Занятый	без удобрений	61	269	128	6,1
		НРК	68	264	131	6,1
	Сидеральный	без удобрений	64	240	112	6,1
		НРК	64	221	125	6,1
Отвальная	Чистый	без удобрений	60	250	119	5,9
		НРК	62	243	130	5,9
	Занятый	без удобрений	64	245	119	6,1
		НРК	65	235	131	6,0
	Сидеральный	без удобрений	66	230	110	6,0
		НРК	67	231	122	6,0

Следует также отметить, что использование расчетных доз минеральных удобрений под культуры севооборота благоприятно влияло на пищевой режим почвы.

Реакция почвенного раствора за две ротации севооборота не изменилась на вариантах с занятым и сидеральным парами на фоне комбинированной системы основной обработки почвы и с занятым паром без использования минеральных удобрений на фоне отвальной системы основной обработки, и составила 6,1 ед.

Более высокое снижение рН, на 0,2 ед., было при использовании чистого пара в севообороте на фоне отвальной системы основной обработки почвы и составило к концу второй ротации севооборота 5,9 ед.

Нами также было изучено влияние видов пара, системы основной обработки почвы в севообороте и удобрений на содержание органического вещества в пахотном слое почвы.

Перед закладкой севооборота в пахотном слое почвы опытного участка со-
держалось 8,8 % общего органического вещества и 1,9 % гумуса (табл. 66).

Таблица 66 – Влияние видов пара, системы основной обработки почвы
в севообороте и удобрений на содержание органического вещества и гумуса
в пахотном слое почвы (2010-2017 гг.)

Система основной обработки почвы в севообороте	Вид пара в севообороте	Удобрение	Перед закладкой севооборота		В конце второй ротации севооборота	
			общее органи- ческое веще- ство, %	гумус, %	общее органи- ческое веще- ство, %	гумус, %
Комбиниро- ванная	Чистый	без удобр.	8,8	1,90	5,3	1,82
		NPK	8,8	1,90	5,7	1,84
	Занятый	без удобр.	8,8	1,90	5,1	1,83
		NPK	8,8	1,90	5,8	1,83
	Сидеральный	без удобр.	8,8	1,90	5,8	1,87
		NPK	8,8	1,90	6,5	1,89
Отвальная	Чистый	без удобр.	8,8	1,90	6,4	1,80
		NPK	8,8	1,90	7,0	1,83
	Занятый	без удобр.	8,8	1,90	6,7	1,80
		NPK	8,8	1,90	7,1	1,81
	Сидеральный	без удобр.	8,8	1,90	6,9	1,87
		NPK	8,8	1,90	7,2	1,88

Результаты исследований показали, что изучаемые элементы агротехники повлияли как на содержание общего органического вещества в пахотном слое почвы, так и гумуса. К концу второй ротации севооборота органического вещества в зависимости от варианта стало меньше на 17,1-42,1 %, гумуса – на 0,3-5,3 %.

Выявлено, что большее снижение общего органического вещества в пахотном слое почвы было при комбинированной основной обработке почвы в севообороте, а гумуса – при отвальной, вспашка способствовала большей минерализации гумуса.

Также установлено, что при использовании в севооборотах чистого и занятого паров, в сравнении с применением сидерата, как на фоне комбинированной, так и отвальной систем основной обработки почвы наблюдается большее снижение органического вещества и гумуса в почве.

Применение же зеленого удобрения положительно повлияло на содержание органического и гумуса в почве – снижение было минимальным. В конце второй ротации севооборота в почве на фоне комбинированной системы основной обработки почвы содержание общего органического вещества составило 5,8-6,5 % гумуса 1,87-1,89 %, а отвальной – соответственно 6,9-7,2 % и 1,87-1,88 %.

Минимальное же содержание органического вещества и гумуса в конце второй ротации севооборота было при использовании чистого пара. Так, на фоне комбинированной системы основной обработки почвы в севообороте органического вещества и гумуса составило соответственно 5,3-5,7 % и 1,82-1,84 %, а при отвальной системе – 6,4-7,0 % и 1,80-1,83 %.

Следует также отметить, что использование минеральных удобрений положительно влияло содержание общего органического вещества и гумуса в почве.

Таким образом, по результатам исследований можно отметить, что в течение двух ротаций севооборота наблюдалось снижение содержания в пахотном слое почвы элементов минерального питания растений, общего органического вещества и гумуса. Использование сидерального пара в севообороте положительно влияло на содержание органического вещества и гумуса, но в тоже время увеличивало дефицит фосфора и калия в почве.

9.4. Продуктивность полевых севооборотов

Основными показателями продуктивности пашни являются выход продукции с единицы площади, стоимость продукции и выход кормопротеиновых единиц.

Результаты исследований показали, что виды пара, системы основной обработки почвы в севообороте и использование минеральных удобрений влияли на энергетическую продуктивность культур севооборотов (табл. 67). Так, в среднем за две ротации севооборота продуктивность озимой ржи в зависимости от варианта

составила от 2,51 до 4,94 тыс. корм. ед./га. При этом более высокая энергетическая продуктивность озимой ржи была при возделывании ее по сидеральному пару и использовании минеральных удобрений: 4,77 – на фоне комбинированной системы обработки почвы и 4,94 тыс. корм. ед./га – при использовании отвальной системы.

Выявлено, что применение только отвальной вспашки в сравнении с комбинированной обработкой почвы и сидерального пара в севообороте положительно влияло на энергетическую продуктивность озимой ржи – она была выше на 0,19-0,27 тыс. корм. ед./га. Однако в целом эффективность была не существенной.

Возделывание озимой ржи по сидеральному пару в сравнении с применением в севооборотах чистого и занятого паров достоверно увеличивало энергетическую продуктивность культуры. Так, при использовании комбинированной системы основной обработки почвы прибавка составила 0,13-0,52 тыс. корм. ед./га – без применения удобрений и 0,10-0,56 тыс. корм. ед./га – при внесении расчетных доз NPK. На фоне использования отвальной системы обработки почвы в севообороте энергетическая продуктивность озимой ржи соответственно была выше на 0,35-0,65 и 0,20-0,83 тыс. корм. ед./га.

Исследования показали, что применение минеральных удобрений обеспечивало значительные прибавки энергетической продуктивности озимой ржи. В среднем за две ротации севооборота внесение минеральных удобрений увеличило энергетическую продуктивность на 36,7-40,6 % – при комбинированной обработке почвы и на 35,1-39,7 % – на фоне отвальной системы.

В среднем за две ротации энергетическая продуктивность картофеля в зависимости от варианта составила от 4,06 до 6,70 тыс. корм. ед./га. Более высокая энергетическая продуктивность картофеля, при этом, была при возделывании его

Таблица 67 – Продуктивность полевых севооборотов, тыс. корм. ед./га (2010-2017 гг.)

Система основной обработки почвы в севообороте (А)	Вид пара в севообороте (В)	Удобрение (С)	Ротация, культура севооборота											Сбор кормовых единиц	
			I-я ротация севооборота				II я ротация севооборота				в среднем за две ротации				
			вика/овес	озимая рожь	карто-фель	ячмень	вика/овес	озимая рожь	карто-фель	ячмень	вика/овес	озимая рожь	карто-фель		ячмень
Комбинированная	Чистый пар	без удобр.	-	3,14	5,22	2,13	-	2,64	2,89	2,70	-	2,89	4,06	2,41	9,36
		НРК	-	5,48	6,85	2,85	-	3,86	5,44	4,11	-	4,67	6,14	3,48	14,29
	Занятый пар	без удобр.	1,41	2,70	5,39	2,27	2,11	2,31	2,85	2,73	1,76	2,51	4,12	2,50	10,89
		НРК	1,41	4,98	6,76	2,84	2,11	3,43	5,75	4,17	1,76	4,21	6,26	3,50	15,73
Отвальная	Сидеральный пар	без удобр.	-	3,21	5,96	2,25	-	2,84	3,98	2,87	-	3,02	4,77	2,56	10,35
		НРК	-	5,52	7,02	2,85	-	4,02	6,30	4,27	-	4,77	6,66	3,56	14,99
	Чистый пар	без удобр.	-	2,97	5,68	2,45	-	2,74	3,06	2,81	-	2,86	4,37	2,63	9,86
		НРК	-	5,46	6,83	2,85	-	4,02	5,42	4,28	-	4,74	6,13	3,56	14,43
	Занятый пар	без удобр.	1,41	2,61	5,30	2,35	2,11	2,52	3,06	2,91	1,76	2,56	4,18	2,63	11,13
		НРК	1,41	4,80	6,86	2,89	2,11	3,43	5,65	4,29	1,76	4,11	6,25	3,59	15,71
	Сидеральный пар	без удобр.	-	3,54	5,73	2,34	-	2,88	3,68	3,01	-	3,21	4,70	2,68	10,59
		НРК	-	5,74	6,95	2,89	-	4,15	6,45	4,35	-	4,94	6,70	3,64	15,28
НСР _{0,5}	А										0,14	0,17	0,21		
	В										0,09	0,15	0,09		
	С										0,05	0,14	0,06		

в севообороте с сидеральным паром и применением расчетных доз минеральных удобрений –6,66-6,70 тыс. корм. ед./га.

Использование в севообороте сидерального пара существенно увеличивало энергетическую продуктивность картофеля. Так, в сравнении с применением чистого пара продуктивность картофеля была выше на 0,33-0,71, занятым – на 0,52-0,65 тыс. корм. ед./га без применения удобрений, и соответственно на 0,52-0,57 и 0,40-0,45 тыс. корм. ед./га с внесением минеральных удобрений.

Минеральные удобрения обеспечивали значительные прибавки энергетической продуктивности картофеля. В среднем за две ротации севооборота использование минеральных удобрений увеличило энергетическую продуктивность на 28,4-34,2 %.

Результаты исследований показали, что в среднем за две ротации севооборота энергетическая продуктивность ячменя в зависимости от варианта составила от 2,41 до 3,64 тыс. корм. ед./га. При этом более высокая продуктивность ячменя была также при возделывании его по сидеральному пару и использовании минеральных удобрений: 3,56 – при применении комбинированной системы основной обработки почвы в севообороте и 3,64 тыс. корм. ед./га – овальной системы.

Выявлено, что при использовании отвальной системы основной обработки почвы в севообороте наблюдается, в сравнении с комбинированной обработкой, тенденция увеличения энергетической продуктивности ячменя – в зависимости от варианта на 0,08-0,22 тыс. корм. ед./га. Аналогичная картина наблюдается и при возделывании ячменя в севообороте с сидеральным паром, где прибавка продуктивности, в сравнении с выращиванием в севооборотах с чистым и занятым парами, составила в зависимости от варианта 0,05-0,15 тыс. корм. ед./га. Однако в целом эффективность была при этом не существенной.

Эффективным при возделывании ячменя было применение минеральных удобрений. В среднем за две ротации севооборота использование минеральных удобрений увеличило энергетическую продуктивность ячменя на 28,1-30,8 % – при применении комбинированной системы основной обработки почвы и на 26,2-26,8 % – отвальной системы.

Анализ данных таблицы показал, что в среднем за годы исследований в зависимости от варианта и с учетом продукции занятого пара выход кормовых единиц за ротацию севооборота составил от 9,36 до 15,73 тысяч с одного гектара. При этом более высокий сбор кормовых единиц обеспечил севооборот с занятым паром: 15,71 тыс. корм. ед./га – при использовании комбинированной системы обработки почвы в севообороте и 15,73 тыс. корм. ед./га – отвальной.

Если же не принимать во внимание выход кормовых единиц с занятым паром, то наибольший ее сбор обеспечил севооборот с сидеральным паром и применением минеральных удобрений. Так, при использовании комбинированной системы основной обработки почвы он составил 14,89 тыс. корм. ед./га, а отвальной больше – 15,28 тыс. корм. ед./га. При этом наименьшая продуктивность была севооборота с занятым паром.

Использование же минеральных удобрений при возделывании культур увеличило в среднем за две ротации севооборота выход кормовых единиц с единицы площади пашни на 29,2-35,0 %, в зависимости от варианта.

Результаты исследований показали, что изучаемые агротехнические приемы влияют на качество продукции культур севооборотов (табл. 68). Так, содержание сырого протеина в зерне озимой ржи в среднем за две ротации севооборотов на вариантах опыта составило от 7,7 до 10,7 %, а ячменя – 9,4-10,7 %. При этом больше его содержалось при использовании в агротехнологиях расчетных доз минеральных удобрений. В зависимости от системы основной обработки почвы и видов пара в севообороте данный агроприем увеличил содержание сырого протеина в зерне озимой ржи на 0,6-1,5 %, а ячменя – до 1,6%.

Влияние же систем основной обработки почвы и видов пара в севообороте на содержание сырого протеина в зерне озимой ржи и ячменя в целом было не существенным.

Масса 1000 семян озимой ржи в среднем за две ротации составила от 29,7 до 32,3 г, а ячменя – 36,9-39,6 г, в зависимости от варианта. При этом более высокая она была при возделывании культур по сидеральному пару: озимой ржи 32,3 г – без применения минеральных удобрений, а ячменя 38,9 г – с внесением.

Таблица 68 – Качество продукции культур севооборота (2010-2017 гг.)

Система основной обработки почвы в севообороте (А)	Вид пара в севообороте (В)	Удобрение (С)	I-я ротация севооборота							II я ротация севооборота							В среднем за две ротации						
			содержание сырого протеина, %		масса 1000 семян, г		натура зерна, г/л		Содержание крахмала в клубнях картофеля, %	содержание сырого протеина, %		масса 1000 семян, г		натура зерна, г/л		Содержание крахмала в клубнях картофеля, %	содержание сырого протеина, %		масса 1000 семян, г		натура зерна, г/л		Содержание крахмала в клубнях картофеля, %
			озимая рожь	ячмень	озимая рожь	ячмень	озимая рожь	ячмень		озимая рожь	ячмень	озимая рожь	ячмень	озимая рожь	ячмень		озимая рожь	ячмень	озимая рожь	ячмень	озимая рожь	ячмень	
Комбинированная	Чистый пар	без удобр.	10,0	10,4	31,6	29,6	755	668	17,9	8,6	8,3	33,0	44,8	737	560	15,2	9,2	9,4	31,9	37,2	745	614	16,6
		НРК	12,0	11,0	30,3	28,5	774	658	17,5	9,6	9,3	32,2	47,2	722	558	14,6	10,7	10,2	31,2	37,8	747	608	16,1
	Занятый пар	без удобр.	9,7	9,1	30,5	28,9	762	662	16,8	8,5	9,0	31,7	45,1	730	574	15,4	9,0	9,1	31,0	37,0	745	618	16,1
		НРК	9,9	11,4	32,0	29,2	764	671	17,7	9,5	10,0	31,7	48,9	731	605	14,7	9,6	10,7	31,8	39,1	747	638	16,2
	Сидеральный пар	без удобр.	10,1	11,3	31,5	29,4	762	666	18,4	8,4	9,0	32,5	47,6	748	579	15,5	9,1	10,2	32,0	38,5	754	622	16,9
		НРК	10,8	11,2	29,8	30,8	767	662	18,8	9,2	10,4	31,4	47,0	738	587	14,6	9,9	10,8	30,5	38,9	752	624	16,7
Отвальная	Чистый пар	без удобр.	10,5	11,2	28,5	30,5	744	660	17,0	9,1	8,8	31,2	46,6	748	578	15,2	9,7	10,0	29,8	38,5	746	619	16,1
		НРК	10,8	10,8	29,3	31,5	746	671	18,0	9,5	9,7	30,5	47,6	755	572	14,3	10,1	10,2	29,7	39,6	750	622	16,2
	Занятый пар	без удобр.	9,4	10,6	31,6	29,2	773	666	16,8	8,2	9,2	31,7	44,6	733	584	15,6	8,8	9,9	31,6	36,9	753	625	16,2
		НРК	10,0	10,4	32,3	29,1	743	663	16,9	9,6	9,5	31,8	45,4	738	610	14,8	9,7	10,0	32,0	37,2	740	636	15,9
	Сидеральный пар	без удобр.	9,7	10,9	32,0	27,8	751	650	18,3	8,9	9,6	32,6	47,3	743	599	15,4	9,3	10,2	32,3	37,6	746	624	16,8
		НРК	10,6	10,3	28,6	28,3	761	661	18,1	9,8	10,0	33,7	48,9	734	601	14,6	10,2	10,2	31,1	38,6	747	631	16,4

Необходимо отметить, что на всех вариантах опыта у озимой ржи при использовании минеральных удобрений отмечалась тенденция к снижению массы 1000 семян, а у ячменя – к повышению. Масса 1000 семян озимой ржи и ячменя в зависимости от систем основной обработки почвы и видов пара в севообороте в целом отличалась не существенно. Натурная масса зерна озимой ржи на вариантах опыта в среднем за две ротации составила от 740 до 754 г/л, а ячменя – 608-636 г/л. Как показали наши исследования, изучаемые агроприемы не влияли на натуру зерна озимой ржи. А на опыте с ячменем при использовании отвальной системы обработки почвы, возделывании в севообороте с сидеральным паром и применении минеральных удобрений наблюдается тенденция улучшения натурной массы зерна ячменя.

В среднем за две ротации севооборота содержание крахмала в клубнях картофеля составило от 15,9 до 16,9 %. При этом необходимо отметить, что четких закономерностей влияния систем основной обработки почвы, видов пара в севооборотах и использования минеральных удобрений на содержание крахмала в клубнях картофеля не выявлено.

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить, что вид пара, система основной обработки почвы в севообороте и минеральные удобрения влияют на продуктивность культур. Установлено, что использование сидерального пара, овальной системы основной обработки почвы в севообороте и внесение расчетных доз минеральных удобрений способствуют увеличению энергетической продуктивности культур и выхода кормовых единиц с посевной площади пашни севооборота.

Глава X. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИДЕРАТОВ

10.1. Энергетическая оценка

Энергетическая оценка подразумевает определение соотношения количества энергии, аккумулированной в урожае сельскохозяйственных культур в процессе фотосинтеза и совокупности затрат энергии вкладываемой земледельцем в производство продукции растениеводства (Абрамов, Селюкова, 1998; Методика ..., 1983).

Актуальность подобной оценки вытекает, во первых, из требования современного производства экономить энергию на единицу получаемой продукции и во вторых – из-за необходимости энергетического анализа агроэкосистемы с целью характеристики её реакции на всё повышающееся антропогенное воздействие.

Таблица 69 – Энергетическая оценка выращивания сидеральных культур
(среднее за 1998, 1999 и 2001 гг.)

Вариант	Урожай сухого вещества, т/га	Затраты энергии, МДж/га*	Энергия, полученная с урожаем, МДж/га*	Коэффициент энергетической эффективности
Рапс	3,38	6298,04	15615,60	2,5
Вика	5,31	10948,75	24532,20	2,2
Горох	6,67	16058,83	30815,40	1,9
Вика/рапс	3,69	8622,59	17047,80	2,0
Вика/овес	5,67	15517,18	26195,40	1,7
Горох/овес	5,20	16059,12	24024,00	1,5
Горох/рапс	4,94	11178,60	22822,80	2,0

* Расчет суммарных затрат на выращивание сидеральных культур и энергии, полученной с урожаем представлен в приложении 41.

Для оценки энергетической эффективности возделывания культур используется энергетический коэффициент. Он определяется отношением биологической

энергии полученной продукции с одного гектара к полной совокупной энергии затрат на возделывание культур на данной площади.

Анализ энергетической оценки выращивания сидеральных культур (табл. 69) показывает, что энергия, накапливаемая биомассой сидератов была значительно выше суммарных затрат энергии, расходуемой на их выращивание.

Наибольший энергетический коэффициент получен в варианте с рапсом – 2,5. Несколько ниже он был в варианте с викой – 2,2. В вариантах вики с рапсом и гороха в смеси с рапсом энергетический коэффициент составил 2,0, с горохом – 1,9. На вариантах вики с овсом и гороха с овсом – соответственно 1,7 и 1,5.

При анализе энергетической оценки возделывания озимой ржи 1998 и 2000 гг. исследований (табл. 70) видно, что энергия, полученная с урожаем озимой ржи, также превышает суммарные затраты энергии, расходуемой на ее возделывание.

В среднем за годы исследований наибольший коэффициент энергетической эффективности был при возделывании озимой ржи по рапсу на сидерат. При этом отношение энергии полученного зерна и энергии всего урожая озимой ржи (зерно + солома) к суммарным затратам энергии на ее возделывание составило соответственно 2,0 и 2,5.

Несколько ниже коэффициент энергетической эффективности был при возделывании озимой ржи по гороховому сидеральному пару. Отношение энергии зерна и энергии всего урожая к суммарным затратам энергии было 1,7 и 2,2. В варианте озимой ржи, возделываемой по викоовсяному сидеральному пару, коэффициент энергетической эффективности составил 1,6 и 2,0.

Возделывание озимой ржи в 2002-2004 гг. было также энергетически выгодным (табл. 71). При этом более высокий коэффициент энергетической эффективности наблюдался при возделывании озимой ржи по чистому пару (на контрольном варианте). Так, отношение энергии зерна к суммарным затратам энергии составило 1,3, а энергии всего урожая (зерно + солома) к суммарным затратам энергии – 1,6. Несколько ниже энергетический коэффициент был при выращи-

Таблица 70 – Энергетическая оценка возделывания озимой ржи
(среднее за 1998 и 2000 гг.)

Сидеральная культура	Урожайность, т/га		Энергия урожая, МДж/га*		Суммарные затраты энергии, МДж/га*	Отношение энергии зерна к суммарным затратам энергии	Отношение энергии зерна и соломы к суммарным затратам энергии
	зерна	соломы	зерна	соломы			
Рапс	2,91	3,78	48771,6	11349,0	24117,07	2,0	2,5
Горох	3,64	4,73	61006,4	14196,0	34601,73	1,7	2,2
Вика/овес	3,31	4,30	55475,6	12909,0	33568,73	1,6	2,0

* Расчет суммарных затрат энергии и энергии, полученных с урожаем приведен в приложениях 42-44

Таблица 71 – Энергетическая оценка возделывания озимой ржи
(среднее за 2002-2004 гг.)

Паровой предшественник	Урожайность, т/га		Энергия урожая, МДж/га*		Суммарные затраты энергии, МДж/га*	Отношение энергии зерна к суммарным затратам энергии	Отношение энергии зерна и соломы к суммарным затратам энергии
	зерна	соломы	зерна	соломы			
Чистый пар (без уд. - контроль)	1,54	2,00	25810,4	6004,0	19705,68	1,3	1,6
Чистый пар (навоз 40 т/га)	2,28	2,96	38212,8	8885,9	39269,40	0,97	1,2
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	2,08	2,70	34860,8	8105,4	31263,08	1,1	1,4
Сидеральный пар (горох)	1,88	2,44	31508,8	7324,9	32267,93	0,97	1,2
Сидеральный пар (вика/овес)	1,94	2,52	32514,4	7565,0	32145,66	1,0	1,2

* Расчет суммарных затрат энергии и энергии, полученных с урожаем приведен в приложениях 45-49

Таблица 72 – Энергетическая оценка возделывания озимой ржи
(среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	Урожайность, т/га		Энергия урожая, МДж/га*		Суммарные затраты энергии, МДж/га*	Отношение энергии зерна к сум- марным за- тратам энер- гии	Отношение энергии зерна и соломы к суммарным затратам энергии
	зерна	соломы	зерна	соломы			
Чистый пар	1,89	2,46	31676,4	7384,9	20969,1	1,5	1,8
Перелог	1,99	2,59	33352,4	7775,2	19527,3	1,7	2,1
Сидеральный пар	2,72	3,54	45587,2	10627,1	34004,0	1,3	1,7
Занятый пар	1,83	2,38	30670,8	7144,7	33506,7	0,9	1,1

* Расчет суммарных затрат энергии и энергии, полученных с урожаем приведен в приложениях 50-54

нии озимой ржи по чистому пару с внесением минерального NPK – соответственно 1,1 и 1,4. На остальных вариантах возделывание озимой ржи было менее эффективным.

Анализ энергетической оценки возделывания озимой ржи 2010-2012 гг. исследований выявил, что более высокий энергетический коэффициент обеспечило возделывание озимой ржи по перелугу (табл. 72). При этом отношение энергии зерна к суммарным затратам энергии составило 1,7, а энергии зерна и соломы к суммарным затратам энергии – 2,1. На варианте озимой ржи, возделываемой по чистому пару коэффициент энергетической эффективности был несколько ниже и составил соответственно 1,5 и 1,8. А при возделывании озимой ржи по сидеральному пару энергетический коэффициент составил соответственно 1,3 и 1,7, занятому – 0,9 и 1,1. В целом, возделывание озимой ржи в 2010-2012 гг. также было энергетически эффективным.

Таким образом, выращивание сидеральных культур и возделывание по ним озимой ржи с энергетической точки зрения является энергетически эффективным, выгодным ($k_{\text{энерг.}} > 1$).

10.2. Экономическая оценка

Повышение эффективности сельскохозяйственного производства является комплексной и сложной задачей. Экономическая эффективность любых мероприятий устанавливается путем сравнения затрат и экономического эффекта. Известно, что используемые в агрономической практике приёмы экономически эффективны тогда, когда стоимость прибавки урожая окупает все расходы, связанные с приобретением и использованием удобрений, агрохимикатов, а также с уборкой, перевозкой, подработкой дополнительного урожая основной и побочной продукции.

Экономическая эффективность показывает конечный полезный эффект от применения средств производства и живого труда, другими словами, отдачу совокупных вложений. В сельском хозяйстве это получение максимального количества

продукции с единицы площади при наименьших затратах живого и овеществленного труда.

Основными показателями, характеризующими экономическую эффективность зернового производства, являются чистый доход (разница между стоимостью урожая и производственных затрат) и рентабельность (отношение чистого дохода к затратам, выраженное в процентах).

Результаты расчета экономической эффективности выращивания сидеральных культур показали, что самая низкая себестоимость биомассы сидератов была на варианте с рапсом – 88,56 руб./т (табл. 73).

Таблица 73 – Экономическая эффективность выращивания сидеральных культур (среднее за 1998, 1999 и 2001 гг.)

Вариант	Урожайность надз. зеленой массы, т/га	Стоимость урожая, руб.	Затраты на возделывание, руб./га*	Себестоимость продукции, руб./т	Чистый доход, руб.	Рентабельность, %
Рапс	12,57	3016,80	607,56	88,56	2409,24	396,5
Вика	22,61	5228,74	1959,78	101,43	3268,96	166,8
Горох	27,68	6643,20	3536,95	156,98	3106,25	87,8
Вика/рапс	15,68	3808,80	1283,80	125,61	2525,00	196,7
Вика/овес	20,52	5047,92	2595,50	126,48	2452,42	94,5
Горох/овес	21,73	5345,58	2836,95	154,18	2808,63	88,4
Горох/рапс	20,43	4903,20	2072,38	124,39	2830,82	136,6

* Расчет затрат на возделывание сидеральных культур представлен в приложении 113

Рентабельность при выращивании рапса на зеленое удобрение составила 396,5%. Такую высокую рентабельность можно объяснить низкими затратами, вложенными на 1 га, в частности, малым расходом посевного материала на единицу площади.

Примерно одинаковая себестоимость продукции была при выращивании гороха с рапсом, вики с рапсом и вики с овсом – соответственно 124,39, 125,61 и 126,48

руб./т. Рентабельность составила соответственно 136,6, 196,7 и 94,5%.

Себестоимость одной тонны зеленой массы гороха была самой высокой – 156,98 руб./т. Несколько ниже себестоимость биомассы гороха в смеси овсом – 154,18 руб./т. Рентабельность выращивания данных сидеральных культур составила соответственно 87,8 и 88,4%.

Анализ расчета экономической эффективности возделывания викоовсяных смесей 2008-2010 гг. исследований показал, что производственные затраты на возделывание составили в зависимости от варианта от 3344-39 до 4180-87 руб./га (табл. 74). Затраты повышались с увеличением доли бобового компонента в викоовсяных агроценозах, что объяснимо более высокими ценами на семенной материал вики в сравнении с овсом.

Таблица 74 – Экономическая эффективность возделывания викоовсяных смесей на зеленое удобрение (среднее за 2008-2010 гг.)

Вариант	Урожайность надземн. зеленой массы, т/га	Стоимость урожая, руб.	Затраты на возделывание, руб./га*	Себестоимость продукции, руб./т	Чистый доход, руб.	Рентабельность, %
1 : 5	12,5	8000-00	3344-39	267-55	4655-61	139,2
1 : 3	12,0	7680-00	3426-88	285-57	4253-12	124,1
1 : 1	13,1	8384-00	3809-00	290-30	4581-00	120,4
2 : 1	12,7	8128-00	4000-69	315-01	4127-31	103,1
3 : 1	12,2	7808-00	4180-87	342-69	3627-13	86,7

* Расчет затрат на возделывание сидеральных культур представлен в приложении 117

Более низкая себестоимость зеленой сидеральной массы викоовсяных смесей была на варианте с соотношением вики к овсу при посеве 1 : 5 и составила 267-55 рублей за одну тонну. На остальных вариантах с увеличением доли вики посевной в агроценозах повышалась и себестоимость продукции.

Результаты исследований показали, что возделывание викоовсяных смесей на сидерат экономически эффективно. Рентабельность в зависимости от варианта

составила от 86,7 до 139,2 %. При этом более рентабельным было возделывание викоовсяной смеси с соотношением семян при посеве 1 : 5.

При расчете рентабельности технологии возделывания озимой ржи 1998 и 2000 гг. исследований по сидеральному и занятому парам в статью затрат на единицу площади вошли затраты на выращивание самих сидеральных и парозанимающих культур. Результаты исследований показали, что возделывание озимой ржи по сидеральному пару рентабельно (табл. 75). При этом самая низкая себестоимость одной тонны зерна озимой ржи была в варианте при использовании на зеленое удобрение рапса – 703,29 руб./т. В варианте озимой ржи, возделываемой при использовании на сидерат вики в смеси с овсом, себестоимость урожая зерна составила 1375,30 руб./т. А себестоимость урожая озимой ржи, размещаемой по гороховому сидеральному пару, была самой высокой – 1578,54 руб./т.

Чистый доход в зависимости от варианта составил 2989,50-4936,52 руб./га. При этом более высокий доход получен при возделывании озимой ржи по рапсовому сидеральному пару, а минимальный – по гороховому.

Возделывание озимой ржи по сидеральным парам в 1998 и 2000 гг. исследований было рентабельным. Наиболее высокая рентабельность была на варианте озимой ржи высеваемой по рапсовому сидеральному пару – 241,2 %. На вариантах озимой ржи по викоовсяному и гороховому сидеральному парам рентабельность была ниже и составила соответственно 74,5 и 52,0 %.

Анализ экономической эффективности возделывания озимой ржи в 2002-2004 гг. исследований показал, что себестоимость зерна в зависимости от варианта составила от 1551-49 до 3448-75 руб./т (табл. 76). При этом более низкая себестоимость зерна была при возделывании озимой ржи по чистым парам (на контрольном варианте и с применением минерального NPK) – 1551-49 и 1643-53 руб./т соответственно. Себестоимость зерна озимой ржи, возделываемой по гороховому сидеральному пару была самой высокой.

Возделывание озимой ржи по чистому парам позволило получить более высокий чистый доход – 3030-70 и 3905-45 руб./га, а по гороховому сидеральному

Таблица 75 – Экономическая эффективность возделывания озимой ржи
(среднее за 1998 и 2000 гг.)

Сидеральная культура	Урожайность, т/га		Стоимость урожая, руб./га		Затраты на возделывание, руб./га*	Себестоимость зерна, руб./т	Чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
	зерна	соломы	зерна	соломы				
Рапс	2,91	3,78	5820,00	1163,10	2046,58	703-29	4936,52	241,2
Горох	3,64	4,73	7280,00	1455,42	5745,92	1578-54	2989,50	52,0
Вика/овес	3,31	4,30	6620,00	1323,11	4552,24	1375-29	3390,87	74,5

* Расчет затрат на возделывание озимой ржи приведен в приложениях 114-116

Таблица 76 – Экономическая эффективность возделывания озимой ржи
(среднее за 2002-2004 гг.)

Паровой предшественник	Урожайность, т/га		Стоимость урожая, руб./га		Затраты на возде- львание, руб./га*	Себестои- мость зерна, руб./т	Чистый доход, руб./га	Рента- бельность, %
	зерна	соломы	зерна	соломы				
Чистый пар (без уд. - контроль)	1,54	2,00	4620-00	800-00	2389-30	1551-49	3030-70	126,8
Чистый пар (навоз 40 т/га)	2,28	2,96	6840-00	1184-00	4302-79	1887-19	3721-21	86,4
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	2,08	2,71	6240-00	1084-00	3418-55	1643-53	3905-45	114,2
Сидеральный пар (горох)	1,88	2,44	5640-00	976-00	6483-65	3448-75	132-35	2,1
Сидеральный пар (вика/овес)	1,94	2,52	5820-00	1008-00	5130-64	2644-65	1697-36	33,1

* Расчет затрат на возделывание озимой ржи приведен в приложениях 118-112

пару – минимальный, 132-35 руб./га. Рентабельность составила в зависимости от варианта 2,1-126,8 %. Более рентабельным было возделывание озимой ржи по чистому пару, на контрольном варианте и с применением минерального NPK. Рентабельность составила соответственно 126,8 и 114,2 %. А менее выгодным было при возделывании озимой ржи по гороховому сидеральному пару.

Результаты анализа экономической эффективности возделывания озимой ржи 2010-2012 гг. выявили, что выращивание культуры было также рентабельным (табл. 77). Так, себестоимость зерна в зависимости от варианта составила от 3221-32 до 7118-86 руб./т. При этом более низкая себестоимость зерна была при возделывании озимой ржи по перелугу – 3221-32 руб./т, а высокая – по занятому пару, 7118-86 руб./т. На остальных вариантах себестоимость зерна составила от 3559-33 до 4362-15 руб./т.

Чистый доход в зависимости от варианта составил от 3669-47 до 5223-06 руб./га. Больше дохода получено при возделывании озимой ржи по перелугу – 5223-06 руб./га, а минимально – по занятому пару. Более высокую рентабельность обеспечило возделывание озимой ржи по перелугу – 81,4 %. Несколько ниже была рентабельность возделывания озимой ржи по чистому пару – 64,2 %. При размещении озимой ржи по занятому пару рентабельность была наименьшей и составила 28,1 %.

Таким образом, по результатам исследований можно отметить, что экономическая эффективность возделывания озимой ржи зависит от вида парового предшественника и особенностей агротехники культуры.

Нами была проведена оценка экономической эффективности севооборотов за две ротации в зависимости от вида пара, системы основной обработки и применения минеральных удобрений. Результаты анализа выявили эффективность используемых агроприемов (табл. 78).

Чистый доход севооборотов за две ротации в зависимости от варианта составил от 68,55 до 254,56 тыс. руб./га. Уровень чистого дохода зависел от системы основной обработки почвы, вида пара в севообороте и применения минеральных удобрений.

Таблица 77 – Экономическая эффективность возделывания озимой ржи
(среднее за 2010-2012 гг.)

Паровой предшественник	Урожайность, т/га		Стоимость урожая, руб./га		Затраты на возде- львание, руб./га*	Себестои- мость зерна, руб./т	Чистый доход, руб./га	Рента- бельность, %
	зерна	соломы	зерна	соломы				
Чистый пар	1,89	2,46	9450-00	1599-00	6727-14	3559-33	4321-86	64,2
Перелог	1,99	2,59	9950-00	1683-50	6410-44	3221-32	5223-06	81,4
Сидеральный пар	2,72	3,54	13600-00	2301-00	11856-05	4362-15	4035-95	34,0
Занятый пар	1,83	2,38	9150-00	1547-00/ 6000-00**	13027-53	7118-86	-2330-53/ 3669-47***	28,1***

* Расчет затрат на возделывание озимой ржи приведен в приложениях 123-126

** Дана стоимость урожая викоовсяной смеси занятого пара

*** Чистый доход и рентабельность даны с учетом стоимости урожая зеленой массы викоовсяной смеси занятого пара

Таблица 78 – Экономическая эффективность севооборотов в зависимости от вида пара, системы основной обработки почвы и применения удобрений (2010-2017 гг.)

Система основной обработки почвы в севообороте	Вид пара в севообороте	Удобрение	Продуктивность севооборота, тыс. корм. ед./га*	Стоимость урожая, тыс. руб./га*	Затраты на возделывание, тыс. руб./га*	Себестоимость одной корм. ед., руб.	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
Комбинированная	Чистый	без удобр.	9,36	333,15	264,6	28-26	68,55	25,9
		НРК	14,29	506,71	293,6	20-54	213,11	72,5
	Занятый	без удобр.	10,89	352,16	275,2	25-27	76,90	27,9
		НРК	15,73	525,20	293,4	18-65	231,80	79,0
	Сидеральный	без удобр.	10,35	383,51	277,0	26-76	106,51	38,4
		НРК	14,99	551,26	296,7	19-79	254,56	85,8
Отвальная	Чистый	без удобр.	9,86	342,50	271,1	27-49	71,40	26,3
		НРК	14,43	506,77	298,7	20-69	208,07	69,6
	Занятый	без удобр.	11,13	357,01	281,1	25-25	75,91	25,4
		НРК	15,71	525,56	298,0	18-96	227,56	80,9
	Сидеральный	без удобр.	10,59	383,55	280,5	26-48	103,05	36,7
		НРК	15,28	548,28	300,2	19-64	248,08	82,6

* Показатели представлены в сумме за две ротации севооборотов

При использовании в севооборотах комбинированной системы основной обработки почвы, кроме неудобряемого севооборота с чистым паром, чистый доход за две ротации был на 1,3-2,6 % выше в сравнении с применением отвальной системы, что объяснимо увеличением затрат на обработку почвы – проведение вспашки.

Максимальный чистый доход получен при использовании в севооборотах сидерального пара. Так, при применении комбинированной системы основной обработки почвы на фоне внесения под культуры минеральных удобрений он составил 254,36 тыс. руб./га, без использования – 106,51 тыс. руб./га, а при отвальной системе основной обработки почвы в севообороте – соответственно 248,08 и 103,05 тыс. руб./га. С севооборотов с занятыми и чистыми парами чистого дохода получено на 9,0-35,7 % ниже.

Использование же минеральных удобрений под культуры севооборота увеличило чистый доход в зависимости от вида севооборотов и системы основной обработки почвы в 2,4-3,1 раза.

Рентабельность в зависимости от вида пара, системы основной обработки почвы и применения удобрений за две ротации севооборота составила от 25,9 до 85,8 %. Более высокая рентабельность была при использовании в севооборотах сидерального пара. При комбинированной системе обработки почвы и применении расчетных доз минеральных удобрений она составила 85,8 %, без использования – 38,4 %, а отвальной системе – соответственно 82,6 и 36,7 %.

Использование сидерального пара позволило получить на 9,0-35,7 % больше чистого дохода с севооборота в сравнении применением чистого и занятого паров, и обеспечило более высокую рентабельность производства.

Итак, результаты проведенных расчетов позволяют заключить, что использование в севооборотах сидерального пара и возделывание по ним сельскохозяйственных культур энергетически и экономически выгодно. Коэффициент энергетической эффективности при возделывании озимой ржи в зависи-

мости от годов исследований и вида сидерата составил от 1,2 до 2,5 ед., а рентабельность – в среднем 72,7 %.

ВЫВОДЫ

1. Экономические трудности, сложившиеся в аграрном секторе Российской Федерации в период реформирования, за последние полтора десятилетия вызвали сокращение в Волго-Вятском регионе на 11,0 % пахотных и увеличение на 86,4 % залежных земель, в том числе в Республике Марий Эл площадь пашни уменьшилась на 26,9 %, а залежи возросла в 4,2 раза;

2. Сидерация способствовала фитосанитарному оздоровлению агроценозов сельскохозяйственных культур. При возделывании озимой ржи по сидеральному пару, при освоении залежных земель, снижение засоренности посевов составило 10,0-20,0 %, развития и распространения снежной плесени – соответственно 20,0-36,0 и 6,1-7,9 %, корневой гнили – до 26,7 и 7,5-19,9 %. Корреляционные связи между распространением на посевах озимой ржи болезней, содержанием в почве патогенных микромицетов и микробиологической активностью почвы имели сильную обратную зависимость;

3. Использование зеленого удобрения увеличивало численность микромицетов в 0-20 см слое почвы. Количество почвенных грибов при возделывании озимой ржи по перелугу с предварительной его сидерацией в зависимости от фазы развития культуры составило от 17,7 до 31,7 тыс. КОЕ/г абсолютно сухой почвы, что выше в сравнении с содержанием их по перелугу без использования зеленого удобрения на 15,8-57,9 %, чистому пару на 32,2-47,8 и занятому – на 37,6-50,0 %;

4. Сидерация повышала микробиологическую активность почвы. Доля разложившейся льняной ткани при возделывании озимой ржи по сидеральному пару в среднем за годы исследований составила 80,2 %, что на 21,6-24,8 % выше, чем при размещении культуры по перелугу, на 31,9-72,5 % – по чистому и на 32,2 % – по занятому парам. Корреляционная связь между содержанием в пахотном слое почвы микромицетов и микробиологической активностью почвы имела сильную прямую зависимость;

5. Использование сидерального пара в севообороте улучшало агрофизи-

ческие свойства дерново-подзолистой почвы. Оптимальная для сельскохозяйственных культур плотность сложения складывалась при применении в севообороте викоовсяного сидерата и составила к концу второй ротации севооборота 1,23-1,25 г/см³, что на 1,6-7,3 % ниже в сравнении с использованием чистого и занятого паров;

6. Применение сидерата в севообороте улучшало структурно-агрегатное состояние пахотного слоя почвы. Содержание агрономически ценных агрегатов почвы размером 0,25-10 мм при использовании зеленого удобрения составило в конце второй ротации севооборота в зависимости от системы основной обработки почвы 63,2-65,1 %, что на 1,3-8,0 % выше в сравнении с применением чистого и занятого паров. Более высокий коэффициент структурности пахотного слоя почвы – 1,86 был при использовании сидерального пара и отвальной системы основной обработки почвы в севообороте;

7. Использование сидерального пара в севообороте увеличивало содержание водопрочных агрегатов в пахотном слое почвы. Их количество в конце второй ротации севооборота составило 36,0-39,2 %, что на 8,9-16,2 % было выше в сравнении с почвой севооборотов с чистым и занятым парами;

8. Применение зеленого удобрения положительно влияло на содержание общего органического вещества и гумуса в почве. В конце второй ротации севооборота максимальное содержание общего органического вещества – 5,8-7,2 % и гумуса – 1,87-1,89 % было в пахотном слое почвы севооборота с сидеральным паром;

9. Использование сидерата существенно увеличивало урожайность сельскохозяйственных культур. Урожайность зерна озимой ржи, размещенной по сидеральному пару была на 22,1-43,9 % выше в сравнении с возделыванием по чистому пару, на 48,6 % – по занятому и на 26,9 % – по перелугу. Увеличение содержания белка в зерне озимой ржи в сравнении с выращиванием по чистому, занятому парам и перелугу составило на 13,2 %, 14,7 % и 8,2 %;

10. Применение сидерального пара повышало энергетическую продук-

тивность севооборота. Возделывание озимой ржи в севообороте с сидеральным паром в сравнении с применением в севооборотах чистого и занятого паров увеличивало энергетическую продуктивность на 2,1-20,3 %, картофеля – на 6,1-14,9 % и ячменя – на 1,4-5,9 %, и позволило получить соответственно 3,02-4,94; 4,70-6,70 и 2,56-3,64 тыс. корм. ед./га;

11. Отвальная система обработки почвы в севообороте способствовала эффективно вести борьбу с сорняками. В конце второй ротации севооборота количество семян сорных растений в пахотном слое было на 20,9-32,2 % меньше в сравнении с комбинированной системой обработки почвы;

12. Применение отвальной системы обработки почвы в севообороте улучшало агрофизические свойства пахотного слоя. В конце второй ротации севооборота плотность сложения почвы была ниже на 0,01-0,02 г/см³, количество агрономически ценных частиц почвы размером 0,25-10 мм было больше на 1,7-5,7 %, а водопрочных агрегатов – на 8,5-10,5 % в сравнении с комбинированной обработкой;

13. Возделывание озимой ржи по сидеральному пару было энергетически и экономически выгодным. Коэффициент энергетической эффективности в зависимости от годов исследований и вида сидерата составил от 1,2 до 2,5 ед., а рентабельность – в среднем 72,7 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для сохранения и воспроизводства почвенного плодородия, оптимизации фитосанитарного состояния агроценозов сельскохозяйственных культур и повышения продуктивности севооборотов при освоении залежных дерново-подзолистых почв Волго-Вятского региона рекомендуем:

- введение севооборота начинать с сидерального пара;
- на зеленое удобрение возделывать горох или викоовсяную смесь;
- в качестве основной обработки почвы в севообороте использовать отвальную вспашку;
- для получения высоких стабильных урожаев сельскохозяйственных культур хорошего качества применять минеральные удобрения из расчета на запланированную урожайность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, Н. В. Биоэнергетическая оценка севооборотов для хозяйств зерновой специализации / Н. В. Абрамов, Г. П. Селюкова // Аграрная наука. – 1998. – № 2. – С. 20-23.
2. Агроклиматический справочник по Марийской АССР / Под ред. А. Н. Михайлова и М. Г. Сакулинской. – Йошкар-Ола, 1961. – 125 с.
3. Агроклиматические ресурсы Марийской АССР / Под ред. С. Ф. Гречканева и К. И. Марченко. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 107 с.
4. Агрофитоценологическое исследование паров и предшественников озимой ржи / Под ред. М. В. Маркова. – Казань: КГУ, 1975. – 126 с.
5. Айдиев, А. Ю. Эффективность биотехнологий возделывания озимой пшеницы в условиях Курской области / А. Ю. Айдиев, В. А. Шумаков // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 6. – С. 15-17.
6. Акимов, А. Ю. Сидеральный пар – хороший предшественник для пшеницы / А. Ю. Акимов // Земледелие. – 2005. – № 6. – С. 25-26.
7. Акимова, Г. П. Роль пероксидазы во взаимодействиях растений гороха с *Rhizobium* / Г. П. Акимова, М. Г. Соколова, Л. В. Нечаева и др. // Агрохимия. – 2002. – № 12. – С. 37-41.
8. Александрович, П. К. Предшественники озимой ржи на дерново-подзолистых почвах северо-восточной части БССР / П.К. Александрович // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1989. – № 7. – С. 8.
9. Алексеев, Е. К. Теория и практика зеленого удобрения / Е. К. Алексеев. – М.: Огиз-Сельхозгиз, 1936. – 332 с.
10. Алексеев, Е. К. Зеленые удобрения – действенное средство повышения урожая на дерново-подзолистых почвах / Е. К. Алексеев. – М.: Знание, 1957. – 40 с.
11. Алексеев, Е. К. Зеленое удобрение в Нечерноземной полосе / Е. К. Алексеев. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 278 с.
12. Алексеев, В. А. Используйте под картофель смеси сидератов / В.

- А. Алексеев, Н. Н. Майстренко // Картофель и овощи. – 2008. – № 6. – С. 8.
13. Алещенко, М. Г. Использование пожнивного озимого рапса на зеленое удобрение / М. Г. Алещенко, В. М. Воронова // ВСХИЗО-агропром. компл. – М., 1995. – С. 57-59.
14. Алиев, Ш. А. Биологизация земледелия – требование времени / Ш. А. Алиев, В. В. Шакиров // Агрехимический вестник. – 2001. – № 4. – С. 21-23.
15. Алимбетова, А. В. Бобовые сидераты повышают плодородие почвы и продуктивность культур / А. В. Алимбетова // Картофель и овощи. – 2006. – № 6. – С. 6-8.
16. Анисимова, Т. Ю. Эффективность люпиновых паров и технологических приемов использования зеленой массы на удобрение / Т. Ю. Анисимова, М. Н. Новиков // Кормопроизводство. – 2002. – № 12. – С. 16-18.
17. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М.: Изд-во Московского университета, 1970. – 490 с.
18. Асхабов, Р. Ю. Роль поживной сидерации в повышении продуктивности насыщенных зерновыми севооборотов / Р. Ю. Асхабов // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1986. – № 11. – С. 7.
19. Баздырев, Г. И. Система обработки почвы и засоренность посевов / Г. И. Баздырев, С. Л. Дорджиев // Земледелие. – 1991. – № 2. – С. 61-65.
20. Баздырев, Г. И. Изменение потенциальной засоренности почвы семенами сорных растений в зависимости от интенсивности обработки почвы, гербицидов и элементов склона / Г. И. Баздырев, О. М. Куваева // Агро XXI. – 2007. – № 7-9.
21. Баздырев, Г. И. Земледелие / Г. И. Баздырев, А. В. Захаренко, В. Г. Лошаков и др. – М.: КолосС, 2008. – 607 с.
22. Батудаев, А. П. Донник на зеленое удобрение / А. П. Батудаев // Агрехимия. – 2004. – № 2. – С. 37.
23. Бегулов, М. Ш. Сидераты повышают качество зерна / М. Ш. Бегулов // Земледелие. – 1998. – № 2. – С. 37.
24. Бекузарова, С. А. Сидераты не только повышают плодородие почв,

но и снижают их загрязнение / С. А. Бекузарова, А. Т. Фарниев, Э. К. Байсангуров и др. // Земледелие. – 2003. – № 5. – С. 35.

25. Беленков, А. И. Приемы биологизации в севооборотах Нижнего Поволжья / А. И. Беленков, А. В. Зеленев, Б. О. Амантаев // Земледелие. – 2014. – № 1. – С. 23-26.

26. Белопухова, Ю. К. Земле надо относиться творчески / Ю. Белопухова // Приусадебное хозяйство. – 2009. – № 9. – С. 27-28.

27. Беляк, В. Б. Эффективность сидеральных смесей / В. Б. Беляк, И. Н. Зеленин, А. В. Чернышов // Земледелие. – 2008. – № 4. – С. 28-29.

28. Бердников, А. М. Возделывание картофеля с использованием сидератов / А. М. Бердников, В. П. Косьянчук // Земледелие. – 1999. – № 4. – С. 26.

29. Берзин, А. М. Действие и последствие сидеральных паров на урожайность зерновых в условиях Красноярской лесостепи / А. М. Берзин // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1986. – № 6. – С. 7.

30. Берзин, А. М. Влияние сидератов на плодородие чернозема выщелоченного и урожайность зерновых культур в условиях Красноярской лесостепи / А. М. Берзин, В. В. Чупрова, Е. И. Волошин // Агрохимия. – 1994. – № 11. – С. 16.

31. Берзин, А. М. Зеленое удобрение в Красноярском крае / А. М. Берзин, А. А. Шпедт // Земледелие. – 2001. – № 2. – С. 13.

32. Бзиков, М. А. Биологизированная технология в Северной Осетии / М. А. Бзиков, Н. А. Мисик, Д. М. Мамиев и др. // Картофель и овощи. – 2007. – № 1. – С. 15-16.

33. Благовещенская, З. К. Сидераты в современной земледелии / З. К. Благовещенская, Т. А. Тришина // Земледелие. – 1987. – № 5. – С. 36-37.

34. Блинов, В. А. Препараты группы ЭМ / В. А. Блинов // Надежда планеты. – 2003. – № 6. – С. 3-5.

35. Богданов, Ф. М. Эффективность зеленого удобрения и навоза на

серых лесных и черноземных почвах Башкирии / Ф. М. Богданов, Х. С. Ахметшин // Интенсификация земледелия в Башкирии. – Уфа, 1989. – С. 40-45.

36. Бондаренко, Н. П. Роль паровых предшественников в повышении плодородия при возделывании яровой пшеницы / Н. П. Бондаренко // Земледелие. – 2009. – № 8. – С. 34-35.

37. Браун, Э. Э. Резервы повышения продуктивности и плодородия орошаемых земель / Э. Э. Браун // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 15-16.

38. Бузмаков, В. В. Зеленые удобрения / В. В. Бузмаков // Химия в сельском хозяйстве. – 1988. – № 6. – С. 33-37.

39. Вавуло, Ф. П. Микрофлора основных типов почв БССР и их плодородие / Ф. П. Вавуло. – Минск, 1972. – 231 с.

40. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почвы / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

41. Васильев, Г. И. Использование зеленых удобрений на эродированных почвах Кубы / Г. И. Васильев // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение. – 1991. – № 6. – С. 10.

42. Васильев, И. П. Практикум по земледелию / И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырев и др. – М.: КолосС, 2004. – 424 с.

43. Вильямс, В. Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения / В. Р. Вильямс. – М.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1949. – 471 с.

44. Возняковская, Ю. М. Рациональные приемы применения зеленого удобрения / Ю. М. Возняковская, Ж. П. Попова // Земледелие. – 1993. – № 2. – С. 14-16.

45. Возняковская, Ю. М. Сидераты как фактор биологизации земледелия / Ю. М. Возняковская, Ж. П. Попова, М. Н. Новиков и др. // Земледелие. – 1999. – № 1. – С. 44.

46. Войнова-Райкова, Ж. Влияние пожнивных остатков на процессы минерализации в почве / Ж. Войнова-Райкова, Р. Атанасова-Алтимирска // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1987. – № 6. – С. 20.

47. Волков, С. Н. Состояние и совершенствование землеустройства в России / С. Н. Волков, А. А. Варламов, П. Ф. Лойко // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 2-4.
48. Воробьев, С. А. Интенсификация земледелия и севообороты / С. А. Воробьев // Известия ТСХА. – 1972. – Вып. 6. – С. 16-20.
49. Воробьев, С. А. Системы земледелия и севообороты / С. А. Воробьев // Земледелие. – 1973. – № 11. – С. 11-13.
50. Гаврилов, А. М. Продуктивность севооборотов на каштановых почвах Нижнего Поволжья / А. М. Гаврилов, В. М. Жидков, А. В. Зеленев // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 6. – С. 36-37.
51. Гайнуллин, Р. М. Люпин улучшает плодородие почв и повышает урожай следующих за ним культур / Р. М. Гайнуллин // Картофель и овощи. – 2007. – № 8. – С. 13.
52. Гараев, Ф. М. Способы основной обработки почвы в биологизированном земледелии / Ф. М. Гараев // Молодые ученые агропромышленному комплексу: Материалы I республиканской научно-практической конференции. – Казань: АН Республики Татарстан, 1998. – С. 74-75.
53. Глазова, З. И. Пожнивные сидераты в технологии возделывания гречихи и проса / З. И. Глазова, В. И. Зотиков, А. Д. Задорин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2005. – № 5. – С. 35-36.
54. Глушков, В. В. Роль многолетних бобовых трав и сидеральных паров в земледелии Марий Эл / В. В. Глушков, Г. С. Юнусов, Макаров В. И. и др. // Земледелие. – 2009. – № 3. – С. 12-15.
55. Гончар, В. В. Роль сидератов в снижении уровня почвенной инфекции / В. В. Гончар // Защита и карантин растений. – 2006. – № 8. – С. 44.
56. Гончаренко, А. А. Производство и селекция озимой ржи в России / А.А. Гончаренко // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 4. – С. 26-33.
57. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2005 году / Сост. В. В. Кулик, Г. Н.

Ратникова, С. М. Шубич и др. – М.: Федеральное агентство кадастра объектов недвижимости, 2006. – 200 с.

58. Гребенников, А. М. Использование сидерации смешанными агрообществами для повышения плодородия типичных черноземов / А. М. Гребенников // Плодородие. – 2011. – № 2. – С. 30-32.

59. Гребенников, А. М. Фитосанитарный аспект повышения плодородия черноземов сидеральными смесями / А. М. Гребенников // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 24-26.

60. Гришин, С. А. Совместное внесение удобрений повышает доходность отрасли / С. А. Гришин, И. И. Брысозовский // Картофель и овощи. – 2010. – № 1. – С. 6-7.

61. Груздев, Г. С. Проблемы борьбы с сорняками на современном этапе / Г. С. Груздев // Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями. – М., 1980. – С. 3-5.

62. Гуренев, М. Н. Севообороты как основа культуры земледелия / М. Н. Гуренев // Значение севооборотов, рациональной обработки почв и борьба с сорняками в окультуривании дерново-подзолистых почв в Предуралье. – Пермь, 1970. – С. 4-22.

63. Давлетов, Г. Г. Занятые пары в Башкортостане / Г. Г. Давлетов // Земледелие. – 1991. – № 10. – С. 44-45.

64. Давлетшин, Д. С. Возделывание рапса в южной лесостепи Республики Башкортостан / Д. С. Давлетшин // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 13-14.

65. Демарчук, Г. А. Использование донника как сидеральной культуры в кормовых севооборотах лесостепной зоны Сибири / Г. А. Демарчук, Л. А. Игнатьева, Н. А. Крюковец и др. // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990. – № 9. – С. 10.

66. Деревянко, А. Н. Погода и качество зерна озимых культур / А. Н. Деревянко. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 127 с.

67. Дзыбов, Д. С. Агростепи против зарослей сорняков / Д. С. Дзыбов

// Защита растений. – 2006. – №1. – С. 15-17.

68. Дзыбов, Д. С. Научно-практические основы биологического метода исключения залежной растительности из сукцессионного процесса / Д. С. Дзыбов // Земледелие. – 2016. – № 2. – С. 13-18.

69. Дмитриева, Е. Ш. Влияние севооборота и пожнивного зелёного удобрения на агрофитоценоз ячменя и его урожай / Е. Ш. Дмитриева // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990. – № 3. – С. 15-16.

70. Довбан, К. И. Применение зелёных удобрений в интенсивном земледелии / К. И. Довбан. – Минск: Ураджай, 1981. – 240 с.

71. Довбан, К. И. Зеленые удобрения – резерв повышения плодородия дерново-подзолистых почв / К. И. Довбан // Актуальные проблемы земледелия. – М.: Колос, 1984.

72. Довбан, К. И. Сидерация многофакторный агроприем / К. И. Довбан // Земледелие. – 1986. – № 8. – С. 40-42.

73. Довбан, К. И. Зелёное удобрение / К. И. Довбан. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.

74. Довбан, К. И. Сидерация в интенсивном земледелии / К. И. Довбан, В. К. Довбан, Ф. Г. Бардников. – М.: ВНИИТЭИАгропром, 1992. – 68 с.

75. Довбан, К. И. Экологический аспект сидерации / К. И. Довбан // Химизация сельского хозяйства. – 1992. – № 4. – С. 28-32.

76. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2015 году. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 196 с.

77. Доклад о состоянии и использовании земель в Республике Марий Эл в 2016 году. – Йошкар-Ола: ФГБУ «ФКП Росреестра» по Республике Марий Эл, 2017. – 164 с.

78. Долгов, С. И. Агрофизические методы исследования почв / С. И. Долгов, П. У. Бахтин. – М.: Наука, 1966. – 260 с.

79. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистиче-

ской обработки результатов исследования) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

80. Дригидер, В. К. Двулетний донник на занятых парах / В. К. Дригидер, С. И. Данко, С. В. Ахцигер // Земледелие. – 1995. – № 5. – С. 26.

81. Дригидер, В. К. Влияние типа почвы и ее плотности на урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / В. К. Дригидер, Р. С. Стукалов, А. Г. Матвеев // Земледелие. – 2017. – № 2. – С. 19-22.

82. Дудкин, В. М. Сидеральный пар в лесостепи Центрального Черноземья / В. М. Дудкин, А. С. Акименко, И. В. Дудкин и др. // Земледелие. – 1998. – № 4. – С. 21-23.

83. Дудкин, И. В. Системы обработки почвы и сорняки / И. В. Дудкин, З. М. Шмат // Земледелие. – 2007. – № 6. – С. 28-30.

84. Егоров, Е. И. Донник на корм и зелёное удобрение / Е. И. Егоров, А. А. Казанников, А. Ванифатьев // Земледелие. – 1986. – № 6. – С. 36-37.

85. Егошин, А. Я. Пути оптимизации фитосанитарии почвы / А. Я. Егошин, О. Г. Марьна-Чермных, Г. С. Марьин и др. // Защита и карантин растений. – 2007. – № 3. – С. 25-27.

86. Елешев, Р. Е. Влияние приемов технологии на качество зерна / Р. Е. Елешев, Б. Н. Насиев // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 6. – С. 8-9.

87. Елешев, Р. Е. Роль технологии в повышении качества зерна / Р. Е. Елешев, Б. Н. Насиев // Кормопроизводство. – 2006. – № 7. – С. 32.

88. Емцев, В. Т. Микробы, почва, урожай / В. Т. Емцев. – М.: Колос, 1989. – С. 62-75.

89. Емцев, В. Т. Микробиология / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – М.: Колос, 1993. – 383 с.

90. Еськов, А. И. Повысить эффективность использования органических удобрений / А. И. Еськов // Земледелие. – 2008. – № 4. – С. 18-19.

91. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика / А. А. Жученко. – М.: Агрорус, 2008. – Т. 1.

– 813 с.

92. Забылов, В. С. Экологически ориентированное управление плодородием почв в Челябинской области / В. С. Забылов, В. Ф. Ляшко // Земледелие. – 2010. – № 8. – С 16-17.

93. Завалин, А. А. Роль бобовых культур в земледелии Кировской области / А. А. Завалин, А. В. Пасынков, М. И. Пономарев // Агрохимия. – 2002. – № 6. – С. 66-71.

94. Заикин, В. П. Сидерация – один из путей повышения адаптивности земледелия на серых лесных почвах Волго-Вятского региона / В. П. Заикин, Ф. П. Румянцев, В. Л. Никифоров и др. // Системы земледелия Нечерноземной зоны Российской Федерации и пути их совершенствования. – Н. Новгород, 1997. – С. 18-19.

95. Заикин, В.П. Научные основы использования зеленого удобрения в Волго-Вятском регионе: Учебное пособие / В.П. Заикин, В.В. Ивенин, Ф.П. Румянцев и др. – Нижний Новгород: Нижегород. гос. с.-х. академия, 2004. – 271 с.

96. Замятин, С. А. Населенность почвы дождевыми червями при различной структуре полевого севооборота / С. А. Замятин, Т. Г. Замятина // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции. – Йошкар-Ола, 2008. – С. 41-43.

97. Зеленев, А. В. Предшественники озимой ржи на каштановых почвах Нижнего Поволжья / А. В. Зеленев. // Земледелие. – 2009. – № 3. – С 40-41.

98. Зеленин, И. Н. Влияние приемов агротехники возделывания ячменя нового сорта Лунь на направления его использования / И. Н. Зеленин, Г. В. Шабурова, О. Н. Зеленина // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 6. – С. 23-25.

99. Зеленин, И. Н. Эффективность смесей бобово-капустных культур в звене сидеральный пар – озимая пшеница / И. Н. Зеленин, А. В. Чернышов // Земледелие. – 2011. – № 8. – С. 38-40.

100. Зеленов, А. Ф. Роль сидерации в повышении плодородия почв / Пути повышения плодородия почв Дагестана / А. Ф. Зеленов // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1988. – № 1. – С.7.
101. Зеленский, Н. А. Использование занятых, сидеральных и кулисно-мульчирующих паров / Н. А. Зеленский, А. П. Авдеенко, Е. Ю. Есионов и др. // Земледелие. – 2007. – № 6. – С. 15-17.
102. Зезюков, Н. Н. Сидеральный пар / Н. Н. Зезюков // Земледелие. – 1993. – № 6. – С.10-11.
103. Зудилин, С. Н. Какой пар лучше? / С. Н. Зудилин, Н. Н. Ельчанинова // Земледелие. – 1997. – № 5. – С. 24.
104. Иванова, Т. П. Формирование почвенной инфекции озимой ржи в зависимости от сидерата и предпосевной обработки семян / Т. П. Иванова, П. Н. Соколова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы межрегиональной научно-практической конференции. – Йошкар-Ола, 2005. – С. 121-125.
105. Интенсификация земледелия Марийской АССР / Под ред. В. М. Шорина. – Йошкар-Ола: Марийск. кн. изд-во, 1990. – 242 с.
106. Исаев, А. П. Максимально использовать достоинства бобовых / А. П. Исаева, А. М. Платонов // Земледелие. – 1996. – № 5. – С. 15-17.
107. Кант, Г. Зеленое удобрение / Пер. с нем. Б. Д. Кирюшина. – М.: Колос, 1982. – 128 с.
108. Каргин, И. Ф. Влияние сидеральных культур на свойства почвы и урожай озимой ржи / И. Ф. Каргин, Т. С. Чекайкина // Агрохимия. – 1978. – № 11. – С. 63-67.
109. Каргин, И. Ф. Влияние сидеральных культур на продуктивность севооборота / И. Ф. Каргин, Т. С. Чекайкина // Удобрение и урожай. – Саранск, 1983. – С. 115-127.
110. Картамышев, Н. И. Плодородие почвы в чистых и сидеральных па-

рах / Н. И. Картамышев, В. В. Нескородов, Н. В. Долгополова и др. // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 14-15.

111. Качинский, Н. А. Физика почв. Часть 1 / Н. А. Качинский. – М.: Высшая школа, 1965. – 324 с.

112. Кашбулгаянов, Р. А. Применение пожнивного сидерата при комплексной механизации возделывания сои в условиях Амурской области / Р. А. Кашбулгаянов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2006. – № 3. – С. 58-59.

113. Кашбулгаянов, Р. А. Пожнивная сидерация при возделывании сои в условиях Амурской области / Р. А. Кашбулгаянов // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 7. – С. 11.

114. Кашбулгаянов, Р. А. Применение пожнивного сидерата при возделывании сои в условиях Амурской области / Р. А. Кашбулгаянов // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 5. – С. 30-31.

115. Каширин, А. П. Возделывание ярового рапса и яровой сурепицы в занятом пару / А. П. Каширин, Т. П. Плетнева // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1987. – № 12. – С.17.

116. Кащенко, А. С. Эффективность зеленого удобрения в условиях Ивановской области / А. С. Кащенко, Б. Н. Воронин, А. В. Горлюков и др. // Биология: РЖ / ВНИИТЭИ. – 1997. – № 6. – С. 169-175.

117. Каюмов, М. К. Программирование урожая сельскохозяйственных культур / М. К. Каюмов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.

118. Кирякова, Е. М. Возделывание ярового рапса на удобрение в полевом севообороте / Е. М. Кирякова, И. Д. Соснина // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агропочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1991. – № 10. – С. 6-7.

119. Козлов, А. В. Современное состояние отечественных залежных земель и перспективы их восстановления / А. В. Козлов, Д. А. Новиков, А. М. Машакин // Международный студенческий вестник, 2015.– № 1. – С. 48.

120. Козлова, Л. М. Пути сохранения пахотных и залежных земель. / Л.

М. Козлова, Л. Н. Шихова, Т. К. Шишегова // Защита растений. – 2006. – № 1. – С. 18-19.

121. Колосова, Е. Н. Приемы повышения продуктивности крупяных культур в зерновых севооборотах / Е. Н. Колосова // Земледелие. – 2003. – № 5. – С. 34.

122. Коломейченко, В. В. Фитомелиорация бросовых земель / В. В. Коломейченко, Г. И. Дурнев // Земледелие. – 2001. – № 2. – С. 18-19.

123. Колсанов, Г. В. Использование гороховой соломы для удобрения озимой ржи на черноземе типичном / Г. В. Колсанов, А. Х. Куликова, Е. А. Корнеев и др. // Агрохимия. – 2004. – № – 5. – С. 47-53.

124. Кондратьев, Г. И. Рапс на зеленое удобрение / Г.И. Кондратьев, М. Н. Новиков // Земледелие. – 1990. – № 1. – С. 42-44.

125. Кореньков, Д. А. Справочник агронома / Д. А. Кореньков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 286 с.

126. Коржов, С. И. Солома и сидераты на Черноземье / С. И. Коржов // Земледелие. – 2001. – № 4. – С. 46-47.

127. Кормилицын, В. Ф. Влияние зеленого удобрения на плодородие орошаемой темно-каштановой почвы / В. Ф. Кормилицын // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1988. – № 12. – С. 6.

128. Кормилицын, В.Ф. Сидеральный пар в орошаемом земледелии Поволжья / В. Ф. Кормилицын // Земледелие. – 1994. – № 4. – С. 8-10.

129. Кормилицын, В. Ф. Агрохимические и экологические аспекты применения зеленого удобрения в Поволжье / В. Ф. Кормилицын, Н. А. Смотров, Л. Ф. Симонова и др. / Под ред. Н. З. Милащенко. – М.: Агроконсалт, 1998. – С. 35.

130. Кормилицын, В. Ф. Развить сидерацию в Поволжье / В. Ф. Кормилицын // Земледелие. – 1999. – № 1. – С. 28.

131. Коршунов, А. В. Биологические мелиоранты повышения урожайности / А. В. Коршунов // Картофель и овощи. – 1996. – № 4. – С. 24-25.

132. Косолап, Н. Плотность и технология обработки почвы / Н. Косолап, А. Кротинов // Поле деятельности. – 2013. – № 10. – С. 19-21.
133. Кравченко, В. И. Некоторые вопросы прогнозирования уплотнения почв машинами / В. И. Кравченко // Тр. Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева. Влияние сельскохозяйственной техники на почву. – М., 1981. – С. 10-13.
134. Крючков, М. М. Сидеральные пары на выщелоченных черноземах Рязанской области / М. М. Крючков, Л. В. Потапова, Р. А. Марочкин // Земледелие. – 2010. – № 7. – С. 18-20.
135. Кудренко, И. Скороспелые удобрения / И. Кудренко // Приусадебное хозяйство. – 2006. – № 11. – С. 20-21.
136. Кузьминых, А. Н. Сидераты – важный резерв сохранения плодородия почвы / А.Н. Кузьминых // Земледелие, 2011. – № 4 – С. 41.
137. Кулаковская, Т. Н. Проблемы расширенного воспроизводства плодородия почв в условиях возрастающей интенсификации сельского хозяйства / Т. Н. Кулаковская // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1982. – № 9. – С. 33-34.
138. Куликова, Е. Г. Формирование урожая проса под воздействием удобрений и биологических препаратов / Е. Г. Куликова // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 4. – С. 25-24.
139. Кутузова, А. А. Как не допустить превращения залежи в бросовые земли / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, Д. Н. Лебедев // Земледелие. – 2007. – № 5. – С. 2-3.
140. Лавров, Н. Устала? Пусть отдохнет! / Н. Лавров // Приусадебное хозяйство. – 2006. – № 9. – С. 18-19.
141. Лапшинов, Н. А. Оригинальное семеноводство должно быть подкреплено эффективной технологией / Н. А. Лапшинов, В. Н. Пакуль // Защита и карантин растений. – 2010. – № 8. – С. 21-24.
142. Ласкин, П. В. Использование люпинов в однолетних в сидеральном пару на песчаных почвах / П. В. Ласкин, А. Х. Хаитбаев // Актуальные

вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции. – Йошкар-Ола, 2008. – С. 50-51.

143. Лебедева, А. Верните здоровье почве / А. Лебедева // Сад и огород. – 2000. – № 5. – С. 18-19.

144. Лебедева, Т. Б. Зеленое удобрение на черноземе выщелоченном лесостепи правобережья Среднего Поволжья / Т. Б. Лебедева, С. М. Надежкин, Е. В. Надежкина и др. // Агрохимия. – 1998. – № 3. – С. 38-44.

145. Лисина, А. Ю. Клевер луговой как сидеральная культура на светло-серых лесных почвах Волго-Вятского региона / А. Ю. Лисина, Д. П. Цветков, А. И. Морозов // Земледелие. – 2012. – № 8. – С. 17-18.

146. Литвинцев, П. А. Влияние систематического использования сидератов на продуктивность зернопарового севооборота / П. А. Литвинцев, И. А. Кобзева // Земледелие. – 2014. – № 8. – С. 23-24.

147. Лопырев, М. И. Рациональная организация агроландшафтов – основа сохранения природных ресурсов и повышения продуктивности земель / М. И. Лопырев, В. Д. Постолов, В. В. Адерихин // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 3-6.

148. Лошаков, В. Г. Влияние пожнивных сидератов и соломы на почвенную микрофлору и урожай сельскохозяйственных культур / В. Г. Лошаков, Т. И. Кузякина, Г. С. Гусев // Известия ТСХА. – 1974. – Вып. 5. – С. 56-64.

149. Лошаков, В. Г. Влияние пожнивных зеленых удобрений на биологические показатели плодородия дерново-подзолистой почвы и урожайность ячменя в полевых севооборотах / В. Г. Лошаков, Н. К. Кружков // Известия ТСХА. – 1978. – Вып. 4. – С. 24-31.

150. Лошаков, В. Г. Влияние пожнивной сидерации и удобрения соломой на урожайность зернофуражных культур / В. Г. Лошаков, С. Ф. Иванова, А. И. Пашков и др. // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1987. – № 9. – С. 7.

151. Лошаков, В. Г. Промежуточные культуры – важный элемент интенсивных зональных систем земледелия. Агронимические основы специализированных севооборотов / В. Г. Лошаков. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 29-40.
152. Лошаков, В. Г. Плодородие почвы, урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность полевых севооборотов при длительном использовании зеленого удобрения / В. Г. Лошаков, Ф. Элмер, Ю. Д. Иванов и др. // Изв. ТСХА. – 1988. – Вып. 2. – С. 26-38.
153. Лошаков, В. Г. Пожнивная сидерация в зерновом севообороте / В. Г. Лошаков // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 7. – С. 7-10.
154. Лошаков, В. Г. Пожнивная сидерация и плодородие дерново-подзолистых почв / В. Г. Лошаков // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 11-13.
155. Луганцев, Е. П. Сидераты помогают сохранить плодородие почвы и повысить продуктивность подсолнечника / Е. П. Луганцев, Г. М. Зеленская, А. С. Мизенко и др. // Земледелие. – 2009. – № 8. – С. 11-13.
156. Лыков, А. М. Воспроизводство плодородия почв в Нечерноземной зоне / А. М. Лыков. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 143 с.
157. Лыков, А. М. Гумус и плодородие почвы / А. М. Лыков. – М.: Московский рабочий, 1983. – 192 с.
158. Майор, А. Г. Накопление корневых и пожнивных остатков в севооборотах на дерново-подзолистых супесчаных почвах / А. Г. Майор, К. В. Маркевич // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990. – № 11. – С. 6.
159. Майстренко, Н. Н. Эффективность сидеральных смесей под картофель / Н. Н. Майстренко // Земледелие. – 2010. – № 5. – С. 35-37.
160. Майсуриян, Н. А. Люпин / Н. А. Майсуриян, А. И. Атабеков. – М.: Колос, 1974. – 463 с.
161. Макаров, В. И. Теоретические и агротехнические основы повышения урожайности озимой ржи в условиях восточной части Волго-Вятской зоны / В. И. Макаров: автореф. дисс. д-ра с.-х. наук. – М., 1994. – 34 с.

162. Максютлов, Н. А. Сидераты защищают почву от эрозии и повышают плодородие почвы / Н. А. Максютлов, Г. А. Кремер // Земледелие. – 1997. – № 2. – С. 7.
163. Малышев, М. И. Эффективность сидератов под зерновые культуры / М. И. Малышев, С. И. Семенова // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 35.
164. Мамедгусейнов, К. М. Зеленые удобрения в условиях Дагестана / К. М. Мамедгусейнов, С. С. Агаларов // Агротехнический вестник. – 1998. – № 2. – С. 26-28.
165. Марковский, А. А. Использование сидератов в лесостепи Поволжья / А. А. Марковский // Земледелие. – 1999. – № 6. – С. 7.
166. Марьин, Г. С. Теоретические и технологические основы управления фитосанитарным состоянием почвы Северо-востока Нечерноземья РФ / Г. С. Марьин: автореф. дисс. д-ра с.-х. наук. – М.: ТСХА, 1996. -36 с.
167. Марьина-Чермных, О. Г. Этиология корневой гнили ячменя в условиях внесения органического вещества / О. Г. Марьина-Чермных, С. А. Замятин, Н. И. Богачук и др. // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции. – Йошкар-Ола, 2007. – Кн. 1. – С. 335-338.
168. Мельникова, О. В. Технологии возделывания культур и биологическая активность почвы / О. В. Мельникова // Земледелие. – 2009. – № 1. – С. 22-24.
169. Методика энергетической оценки технологии производства продукции растениеводства / Под ред. Е. И. Базарова и Е. В. Глинки. – М.: ВАСХНИЛ, 1983. – 43 с.
170. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Изд. МСХ СССР, 1961. – Вып. 1. – 240 с.
171. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Изд. МСХ СССР, 1961. – Вып. 2. – 229 с.

172. Минченко, Л. А. Влияние сидератов на урожайность лука репчатого в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области / Л. А. Минченко, С. А. Семененко // Плодородие. – 2010. – № 4. – С. 21-22.
173. Миронова, Л. М. Напряженность минерализационных процессов и состояние органического вещества при разных системах удобрения дерново-подзолистых почв / Л. М. Миронова // Труды НИИ сельскохозяйственной микробиологии. – Л., 1988. – Т. 58. – С. 39-48.
174. Мишустин, Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / Е. Н. Мишустин. – М.: Наука, 1972. – 344 с.
175. Мишустин, Е. Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е. Н. Мишустин, В. К. Шильникова. – М.: Наука, 1973. – 288 с.
176. Михеева, Г. А. Влияние сидератов на биологическую активность чернозема обыкновенного / Г. А. Михеева, В. И. Брикман // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1989. – № 3. – С. 14.
177. Можаяев, Н. И. Способы первичной обработки бурьянистой залежи и последующего залужения / Н. И. Можаяев, Н. А. Серикпаев, Г. Ж. Стыбаев // Земледелие. – 2006. – №1. – С. 24-25.
178. Моисеенко, В. Ф. Действие зеленых удобрений на плодородие почвы, урожай озимой ржи и его качество / В. Ф. Моисеенко, Н. И. Белоус // Химия в сельском хозяйстве. – 1996. – № 3. – С. 24-25.
179. Назаренко, П. Н. Донник на зеленое удобрение / П. Н. Назаренко // Земледелие. – 1985. – № 6. – С. 55-56.
180. Назаров, В. А. Проблемы земледелия в Поволжье / В. А. Назаров, И. А. Бикбулатов. – Саратов, 1996. – С. 121-123.
181. Научно-производственный отчет за 1990 год ФГУ САС «Марийская». – Йошкар-Ола: ФГУ САС «Марийская», 1991. – 300 с.
182. Научно-производственный отчет за 1995 год ФГУ САС «Марийская». – Йошкар-Ола: ФГУ САС «Марийская», 1996. – 257 с.

183. Научно-производственный отчет за 2000 год ФГУ САС «Марийская». – Йошкар-Ола: ФГУ САС «Марийская», 2001. – 252 с.
184. Научно-производственный отчет за 2005 год ФГУ САС «Марийская». – Йошкар-Ола: ФГУ САС «Марийская», 2006. – 121 с.
185. Научно-производственный отчет за 2010 год ФГУ САС «Марийская». – Йошкар-Ола: ФГУ САС «Марийская», 2011. – 100 с.
186. Немов, А. Редька с маслом земле на пользу / А. Немов // Приусадебное хозяйство. – 2005. – № 7. – С. 45.
187. Нескородов, В. В. Сидеральные пары – важный источник воспроизводства плодородия почвы / В. В. Нескородов, А. М. Куркин // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 12. – С. 25-26.
188. Никитенко, Г.Ф. Опытное дело в полеводстве / Г. Ф. Никитенко. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 190 с.
189. Новиков, А. И. Земельные ресурсы и их использование / А. И. Новиков, А. В. Сакулин // Земледелие. – 2005. – № 5. – С. 7-8.
190. Новиков, М. Н. Сидераты против сорняков / М. Н. Новиков // Земледелие. – 1991. – № 9. – С. 62-63.
191. Новиков, М. Н. Сидераты – перспективные органические удобрения / М. Н. Новиков, А. М. Тамонов, Г. К. Кондратьев // Бюллетень ВНИИ удобрения и агропочвоведения. – 1991. – № 107. – С. 53-56.
192. Новоселов, С. И. Пути сохранения плодородия почв и повышения продуктивности агроценозов в земледелии Нечерноземья / С. И. Новоселов // Плодородие. – 2011. – № 2. – С. 34-36.
193. Новоселов, С. И. Эффективность использования биологического азота в земледелии Нечерноземья / С. И. Новоселов, Е. С. Новоселова, А. А. Завалин: монография. – Йошкар-Ола, 2012. – 150 с.
194. Новоселов, С. И. Эффективность сидеральных удобрений в севообороте / С. И. Новоселов и др. // Плодородие. – 2012. – № 5. – С.27-28.
195. Новоселов, С. И. Действие и последствие органических удобрений в севообороте / С. И. Новоселов и др. // Агрохимия. – 2013. – № 8. – С.40-

48.

196. Огородникова, Э. Г. Предшественники овощных культур в овоще-кормовом севообороте в условиях Кировской области / Э. Г. Огородникова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы межрегиональной научно-практической конференции. – Йошкар-Ола, 2002. – С. 51-54.

197. Ожигибцева, Е. А. Влияние сидерального удобрения из донника на азотный режим почв солонцового комплекса / Е. А. Ожигибцева // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1985. – № 5. – С. 30.

198. Панников, В. Д. Почвы, климат, удобрение и урожай / В. Д. Панников, В. Г. Минеев. – М.: Колос, 1977. – 414 с.

199. Петербургский, А. В. Почва, удобрение и урожай / А. В. Петербургский. – М.: Знание, 1985. – 64 с.

200. Пискунова, Х. А. Сидеральные предшественники, удобрения и урожайность озимой пшеницы / Х. А. Пискунова, А. В. Федорова, Т. С. Ершова // Земледелие. – 2012. – № 2. – С. 20-21.

201. Плотников, В. Н. Продовольственное обеспечение: Мир, Россия, ВТО / В. Н. Плотников, А. Г. Пузановский. – М.: Брейн Принт, 2013. – 240 с.

202. Погода и урожай / Перевод с чешского под рук. И. Петр. – М.: Агропромиздат, 1990. – 332 с.

203. Погосов, Э. К. Промежуточные культуры – дополнительный резерв / Э. К. Погосов // Земледелие. – 1986. – № 6. – С. 36-37.

204. Полякова, Н. В. Приемы использования залежи под пашню / Н. В. Полякова, Ю. Н. Платонычева, А. В. Берчук и др. // Земледелие. – 2012. – № 7. – С. 9-10.

205. Пономарева, В. В. Гумус и почвообразование / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова и др. – М.: Наука, 1980. – 220 с.

206. Попов, А. В. Биологизация земледелия в Северо-западной зоне / А. В. Попов, Н. П. Аврова // Земледелие. – 2001. – № 3. – С. 16-17.

207. Порохня, З. И. Влияние обработки почвы на ее засоренность семенами сорняков / З. И. Порохня, И. Д. Кобяков // Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 36-38.
208. Постников, П. А. Промежуточные культуры / П. А. Постников // Аграрная наука. – 2002. – № 10. – С. 18-20.
209. Постников, П. А. Биологизированные севообороты – залог повышения урожаев / П. А. Постников // Земледелие. – 2010. – № 1. – С. 7-8.
210. Постников, П. А. Зеленые удобрения – резерв повышения урожаев / П. А. Постников // Земледелие. – 2010. – № 7. – С. 15-16.
211. Посыпанов, Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха / Г. С. Посыпанов. – М.: Агропромиздат, 1991. – С. 3-33.
212. Почва и компост. – М.: Эксмо Ликпресс, 2002. – 144 с.
213. Платонычева, Ю. Н. Эффективность сидератов на темно-серой лесной почве / Ю. Н. Платонычева, Н. В. Полякова, М. А. Нарчев и др. // Земледелие. – 2011. – № 7. – С. 17-19.
214. Плиев, М. А. Новый способ использования люпина на зеленое удобрение / М. А. Плиев, С. А. Бекуразова // Земледелие. – 2004. – № 1. – С. 12.
215. Плотников, В. Ф. Советы бывалого садовода / В. Ф. Плотников // Защита и карантин растений. – 2007. – № 5. – С. 52-53.
216. Прокопов, П. Е. Правильные севообороты и рациональное использование пашни / П. Е. Прокопов. – Минск: Наука и техника, 1973. – 158 с.
217. Прянишников, Д. Н. Избранные сочинения. Агрохимия / Д. Н. Прянишников. – М.: Колос, 1965. – 767 с.
218. Раков, А. Ю. Альтернатива чистому пару в Ставропольском крае / А. Ю. Раков, А. Н. Абалдов // Земледелие. – 1991. – № 7. – С. 42-43.
219. Ревут, И. Б. Физика почв / И. Б. Ревут. – Л.: Колос, 1972. – 365 с.
220. Рендов, Н. А. Эффективность 4-польных севооборотов с донниковыми парами на лугово-черноземных почвах / Н. А. Рендов // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 4. – С. 21-22.

221. Реппо, Э. А. Влияние органических удобрений на агрегатный состав эродированных дерново-подзолистых почв / Э. А. Реппо, Н. И. Афанасьев, А. Я. Борук // Почвоведение и агрохимия. – 1991. – № 27. – С. 153-157.
222. Роде, А. А. Почвенная влага / А. А. Роде. М.: АН СССР, 1952. – С. 15-20.
223. Родинова, В. Зеленые удобрения – «пищевая добавка» / В. Родинова // Сад и огород. – 2002. – № 3. – С. 62-63.
224. Романенко, Г. А. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота / Г. А. Романенко, А. Л. Иванов, А. А. Завалин и др. / Под ред. Г. А. Романенко. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 64 с.
225. Русанова, Р. Огородные рассыпушки / Р. Русанова // Приусадебное хозяйство. – 2005. – № 7. – С. 41.
226. Рыбакова, Н. Д. Изменение агрохимических показателей плодородия песчаной почвы в сидеральном севообороте / Н. Д. Рыбакова, М. Т. Усова // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1988. – № 2. – С. 16.
227. Рюмбензам, Э. Земледелие / Э. Рюмбензам, К. Рауэ. – М.: Колос, 1969. – 520 с.
228. Ряховская Н. И. Использование многолетних трав на сидерат в короткоротационном севообороте на Камчатке / Н. И. Ряховская, Н. М. Шалагина // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 4. – С. 35-37.
229. Ряховская, Н. И. Однолетние сидеральные культуры – эффективный предшественник для картофеля / Н. И. Ряховская, Н. М. Шалагина, В. И. Астафьева // Плодородие. – 2009. – № 5. – С. 41.
230. Ряховская, Н. И. Урожайность картофеля и плодородие почвы в севообороте с однолетними сидеральными культурами в условиях Камчатки / Н. И. Ряховская // Плодородие. – 2011. – № 2 – С. 32-34.

231. Салихов, С. А. Баланс питательных элементов под озимой пшеницей в лугово-каштановой почве Терско-Сулакской равнины при разных видах удобрений / С. А. Салихов // *Агрехимический вестник*. – 2010. – № 4 – С. 36-38.
232. Салова, Т. М. Посевы крестоцветных культур на сидерацию / Т. М. Салова, И. Б. Велюханов // *Земледелие*. – 1987. – № 7. – С. 36-37.
233. Саранин, К. И. Пожнивные сидераты в Нечерноземье / К. И. Саранин, В. Н. Федорищев // *Земледелие*. – 1990. – № 1. – С. 39-42.
234. Саратовский, Л. И. Роль многолетних трав / Л. И. Саратовский, Е. И. Хрюкина // *Земледелие*. – 2003. – № 12. – С. 41.
235. Сатубалдин, К. К. Яровой рапс как предшественник для зерновых культур в южной лесостепи Западной Сибири / К. К. Сатубалдин // *Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром*. – 1989. – № 3. – С. 9.
236. Сафонов, А. Ф. Системы земледелия / А. Ф. Сафонов, А. М. Гатаулин, И. Г. Платонов и др. – М.: КолосС, 2006. – 447 с.
237. Свинцов, А. Г. Энергоемкость технологий внесения в почву зеленой массы сидератов и навоза / А. Г. Свинцов // *Земледелие*. – 2008. – № 6. – С. 19-20.
238. Свист, В. Н. При запашке сидератов урожай и качество картофеля повышаются / В. Н. Свист, А. В. Марухленко // *Картофель и овощи*. – 2010. – № 4. – С. 16-17.
239. Сдобников, С. С. Острые проблемы теории обработки почв / С. С. Сдобников // *Земледелие*. – 1988. – № 12. – С. 49-51.
240. Сдобников, С. С. Влияние органического удобрения и способов его заделки на плодородие дерново-подзолистой почвы и урожай культуры / С. С. Сдобников, И. Г. Мельцаев // *Агрехимия*. – 1998. – № 2. – С. 27-31.
241. Середина, Н. А. Эффективность сидератов и навоза в регулировании баланса элементов питания и гумуса в выщелоченном черноземе / Н. А. Середина, И. Х. Хайруллин, М. В. Петрова // *Достижения науки и техники АПК*. – 2007. – № 11. – С. 4-6.

242. Серeda, Н. А. Эффективность многолетних трав и сидератов в воспроизводстве агрофизических свойств чернозема / Н. А. Серeda, Р. А. Акбиров, Н. Л. Тарасов // Плодородие. – 2010. – № 1. – С. 27-28.

243. Синих, Ю. Н. Влияние длительного использования пожнивных сидератов на динамику развития корневых гнилей и засоренность посевов / Ю. Н. Синих // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 31-32.

244. Синих, Ю. Н. Длительная пожнивная сидерация и фитосанитарное состояние почвы / Ю. Н. Синих // Земледелие. – 2008. – № 6. – С. 27-28.

245. Синих, Ю. Н. Пути биологизации и экологизации севооборотов в современном земледелии / Ю. Н. Синих // Аграрная наука. – 2010. – № 9. – С. 19-21.

246. Скорняков, С. М. Мудрые мысли о земледелии / С. М. Скорняков. – М.: Сов. Россия, 1979. – 144 с.

247. Скоропанов, С. Г. Теория и практика расширенного воспроизводства плодородия почв в республиках западного региона / С. Г. Скоропанов. – Минск, 1989. – С. 3-12.

248. Скорочкин, Ю. П. Сидеральный пар и солома – элементы биологизации земледелия в условиях Северо-Восточной части ЦЧР / Ю. П. Скорочкин, З. Я. Брюхова // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 20-21.

249. Смирнов, В. Н. Почвы Марийской АССР, их генезис, эволюция и пути улучшения. – Йошкар-Ола: Марийское кн. изд-во, 1968. – 530 с.

250. Смутнев, П. А. Рациональное построение севооборотов во вновь создаваемых агроландшафтах Нижнего Поволжья / П. А. Смутнев // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 10. – С. 37.

251. Соловьев, А. А. О крестьянском земледелии Вятской губернии в конце XIX – начале XX веков / А. А. Соловьев // Марийский археографический вестник. – 1998. – № 8. – С. 91-105.

252. Солодовников, А. П. Динамика плотности почвы чернозема южного при минимализации основной обработки / А. П. Солодовников, А. В. Летучий, Д. С. Степанов и др. // Земледелие. – 2015. – № 1. – С. 5-7.

253. Сорокин, И. Б. Применение сорных растений в качестве сидератов / И. Б. Сорокин // Защита и карантин растений. – 2008. – № 7. – С. 34-35.
254. Сорокин, И. Б. Солома и зеленое удобрение на серых оподзоленных почвах / И. Б. Сорокин // Агрехимический вестник. – 2008. – № 4. – С. 32-33.
255. Сорчинский, В. В. Влияние сидератов на питательный режим серой лесной почвы, урожай и качество зерна озимой пшеницы / В. В. Сорчинский, В. С. Бульо, Г. И. Погорецкая // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1991. – № 3. – С. 8.
256. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства / Под ред. В. А. Хитрюкова. – Минск, 1984. – 224 с.
257. Справочник по скоростной сельскохозяйственной технике / Сост. А. Я. Поляк, А. Д. Щупак, Н. М. Антышев и др. – М.: Колос, 1983. – 287 с.
258. Справочник по эксплуатации транспорта в сельском хозяйстве / Сост. В. А. Гоберман. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 400 с.
259. Станцявичюс, А. Динамика растительных остатков и гумуса в почве в зерновом севообороте с промежуточными культурами / А. Станцявичюс, А. Урбонене, В. Богутас // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990. – № 9. – С. 12.
260. Старцева, Л. Дорогу зеленому удобрению / Л. Старцева // Сад и огород. – 2005. – № 1. – С. 10-14.
261. Старыгина, В. С. Влияние внесения удобрений на развитие и распространение корневой гнили / В. С. Старыгина, Н. Н. Апаева, С. А. Замятин // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции. – Йошкар-Ола, 2008. – С. 177-178.
262. Стемальщук, В. Т. Большие выгоды пожнивной сидерации / В. Т. Стемальщук // Земледелие. – 1989. – №7. – С. 47-48.
263. Строкин, В. А. Люпиновый пар на светло-серых лесных легкосуглинистых почвах / В. А. Строкин, Ф. П. Румянцева // Земледелие: РЖ /

ВНИИТЭИАгропром. –1990. – № 11. – С. 11.

264. Суровцев, Р. А. Сидераты / Р. А. Суровцев // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 3. – С. 34.

265. Сухов, А. И. Влияние сидерации на плодородие светло-каштановых почв северо-западного региона Прикаспия / А. И. Сухов, А. И. Беленко, А. В. Гулин // Тезисы докл. 2-го съезда общ. почвоведов. – М., 1996. – Кн. 1. – С. 406-407.

266. Сычев, В. Г. Эффективность средств химизации на посевах яровой пшеницы в условиях Волго-Вятского региона / В. Г. Сычев, Н. С. Алметов, А. С. Козырев. – М.: ВНИИА, 2009. – 160 с.

267. Тамонов, А. М. Редька масличная – ценная сидеральная культура / А. М. Тамонов // Земледелие. – 1990. – № 1. – С. 44-46.

268. Тамонов, А. М. Заделка сидератов в почву / А. М. Тамонов // Земледелие. – 1992. – № 2. – С. 64.

269. Тамонов, А. М. Использование люпина при возделывании картофеля / А. М. Тамонов // Плодородие. – 2008. – № 2. – С. 26-27.

270. Татарина, Н. Я. Борьба с сорняками в Нечерноземной зоне / Н. Я. Татарина, Г. Е. Козлов, В. А. Беляев. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 192 с.

271. Теребленко, Н. Б. Сидераты на дерново-подзолистых почвах / Н. Б. Теребленко, А. А. Акулов, В. Ф. Кулиш и др. // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2002. – № 4. – С. 36-40.

272. Тимонов, В. Ю. Зеленые удобрения в севообороте / В. Ю. Тимонов, Н. И. Картамышев, Н. М. Чернышева и др. // Земледелие. – 2011. – № 1. – С. 16-17.

273. Тиранова, Л. В. Альтернативные органические удобрения в короткочередных севооборотах / Л. В. Тиранова, А. Б. Тиранов // Земледелие. – 2011. – № 5. – С. 15-17.

274. Трепачёв, Е. П. Биологический потенциал различных видов многолетних бобовых трав по способности к азотофиксации, вкладу в азотный

фонд и плодородию типичного чернозёма / Е. П. Трепачев, Б. Ф. Азаров // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990. – № 10. – С. 11.

275. Трофимов, И. А. Использование пашни в Российской Федерации / И. А. Трофимов // Земледелие. – 2005. – № 5. – С. 2-4.

276. Трухан, Л. Г. За весомый колос / Л. Г. Трухан, Л. Ш. Спивак. – Йошкар-Ола: Марийск. кн. изд-во, 1985. – 184 с.

277. Тужилин, В. М. Сидеральные культуры для Нечерноземной зоны / В. М. Тужилин, М. Н. Новиков // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 5. – С. 26-28.

278. Тужилин, В. М. Подбор сидеральных культур и особенности их возделывания / В. М. Тужилин // Земледелие. – 1991. – № 1 С. 65-67.

279. Турчин, Ф. В. Азотное питание растений и применение азотных удобрений / Ф. В. Турчин. – М.: Колос, 1972. – С. 200-214.

280. Тюрин, И. В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии И. В. Тюрин. – М.: Наука, 1965. – 320 с.

281. Указ Президента РФ от 30 января 2010 г. N 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации».

282. Улучшение садовой почвы // Новый садовод и фермер. – 1996. – № 1. – С. 8-10.

283. Усачев, С. А. Эффективность сидеральных паров под твердую пшеницу в условиях засушливого Поволжья / С. А. Усачев, М. П. Чуб // Системы земледелия Нечерноземной зоны Российской Федерации и пути их совершенствования. – Н. Новгород, 1997. – С. 196-197.

284. Усков, Ю. Н. Промежуточные культуры и продуктивность пашни / Ю. Н. Усков, В. К. Петров // Земледелие. – 1984. – № 8. – С. 42-43.

285. Федотова, Л. С. Повышение продуктивности картофеля на фоне известкования и сидеральных паров / Л. С. Федотова, Н. А. Тимошина, А. В. Кравченко и др. // Картофель и овощи. – 2007. – № 3. – С. 5-6.

286. Фёдоров, В. А. Сидеральный горчиный пар / В. А. Федоров, З. Я. Брюхова // Земледелие. – 1995. – № 4. – С. 24-26.

287. Хасанов, Р. Ф. Резервы обогащения почвы органикой / Р. Ф. Хасанов // Земледелие. – 1994. – № 6. – С. 21-22.
288. Хабибрахманов, Х. Х. Заделка сидератов под озимую рожь / Х. Х. Хабибрахманов, М. Р. Лотфуллин // Земледелие. – 1994. – № 4. – С. 10-11.
289. Хабибрахманов, Х. Х. Приемы биологизации и развитие яровой пшеницы и многолетних трав / Х. Х. Хабибрахманов, М. Р. Ахметзянов // Земледелие. – 2004. – № 1. – С. 29.
290. Хлебников, И. Г. Возделывание озимой ржи по черному и сидеральным парам / И. Г. Хлебников, В. И. Макаров, Н. Ф. Маслова. – Йошкар-Ола, 1994. – 19 с.
291. Ходячих, И. Н. Водный режим и урожайность сухой массы на разновозрастных залежах / И. Н. Ходячих // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2012. – № 1 (33). – С. 50-52.
292. Хохлов, В. И. Многолетний люпин повышает плодородие почвы / В. И. Хохлов // Земледелие. – 1990. – № 1. – С. 37-39.
293. Хромова, В. Земля не терпит суеты / В. Хромова, И. Замяткин, Е. Буздеран // Приусадебное хозяйство. – 2009. – № 5. – С. 22-24.
294. Хуснидинов, Ш. К. Использование донника на зеленое удобрение в Иркутской области / Ш. К. Хуснидинов // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1986. – № 6. – С. 13.
295. Целовальников, А. А. Экологическая роль промежуточных сидеральных культур / А. А. Целовальников // Аграрная наука. – 2006. – № 9. – С. 17-19.
296. Чесноков, А. А. Озимая рожь как промежуточная культура на серых лесных почвах / А. А. Чесноков // Агротехнические приемы повышения продуктивности сельскохозяйственных растений в современных условиях: Сб. научн. тр. Нижегородской ГСХА. – Н. Новгород, 2003. – С.31-35.
297. Чалдаева, А. Ф. Влияние севооборотов с применением пожнивного сидерата и соломы на ферментативную активность дерново-подзолистой почвы / А. Ф. Чалдаева // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990 – №

3. – С. 4.

298. Чебочаков, Е. Я. Современное состояние освоения залежных земель в Республике Хакасия / Е. Я. Чебочаков, Н. А. Градобоева, В. Н. Муртаев, Н. В. Сиренева // Земледелие. – 2016. – № 6. – С. 6-7.

299. Черкасов, Г. Н. Приемы освоения залежных земель под высокоурожайные сенокосы на склонах ЦЧЗ / Г. Н. Черкасов, Н. А. Сосов, А. В. Матохин // Земледелие. – 2013. – № 8. – С. 5-6.

300. Черкасов, Г. Н. Порядок в землепользовании – гарантия сохранения плодородия земель / Г. Н. Черкасов, Л. А. Нечаев, В. И. Коротеев и др. // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 3-5.

301. Чичкин, А. П. Экологически сбалансированные системы воспроизводства почвенного плодородия и применения удобрений на черноземных почвах Среднего Заволжья / А. П. Чичкин, Б. Ж. Джангабаев // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 8. – С. 23-24.

302. Чуданов, И. А. Сидеральные пары под яровые зерновые / И. А. Чуданов, О. В. Пронина // Земледелие. – 2001. – №4. – С. 21.

303. Чуб, М. П. Действие однолетних сидератов на урожайность зерновых культур и плодородие почвы в условиях Нижнего Поволжья / М. П. Чуб, Н. В. Потатурина, В. В. Пронько и др. // Агрехимия. – 2002. – № 9. – С. 34-40.

304. Чулкина, В. А. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии / В. А. Чулкина, Е. Ю. Торопова, Г. Я. Стецов. Под ред. М. С. Соколова и В. А. Чулкиной. – М.: Колос, 2009. – 670 с.

305. Чумаков, А. Е. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / А. Е. Чумаков, Т. И. Захарова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 127 с.

306. Шакиров, Р. С. Сидераты и солома – дополнительные источники почвенной органики / Р. С. Шакиров // Земледелие. – 1999. – № 4. – С. 38.

307. Шакиров, Р. С. Биологические факторы интенсификации земледелия / Р. С. Шакиров, Р. И. Шамсутдинов // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 2. – С. 17-18.

308. Шпедт, А. А. Влияние срока заделки надземной массы донника на

плодородие чернозема выщелоченного и урожайность яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи / А. А. Шпедт // Агрохимия. – 1998. – № 2. – С. 31-34.

309. Шрамко, Н. В. Рациональное использование паров и приемов биологизации в условиях Верхневолжья / Н. В. Шрамко, Г. В. Вихорева // Земледелие. – 2015. – № 6. – С. 23-26.

310. Шульмейстер, К. Г. Донник – отличный сидерат в Поволжье / К. Г. Шульмейстер, В. П. Волынский, И. И. Лисниченко и др. // Земледелие. – 1995. – № 1. – С. 25.

311. Эседуллаев, С. Т. Временная консервация пахотных земель в агроландшафтах Верхневолжья с использованием козлятника восточного / С. Т. Эседуллаев, Н. В. Шмелева // Земледелие. – 2011. – № 5. – С. 8-10.

312. Яговенко, Л. Л. Эффективность люпиновых паров / Л. Л. Яговенко, И. П. Такунов, А. В. Ивашкина // Земледелие. – 1997. – № 1. – С. 26.

313. Анон. Использование зеленых удобрений / Анон // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1987. – № 9. – С. 9.

314. Barney, P. A. Выращивание клевера и люцерны в качестве зеленого удобрения / P. A. Barney // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1988. – № 3. – С. 10.

315. Bazan, M. Фертигация и применение зеленых удобрений при выращивании кукурузы / M. Bazan // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1991. – № 1. – С. 11.

316. Doughton, J. A. Бобовые и азот в севообороте сельскохозяйственных культур / J. A. Doughton // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990. – № 10. – С. 5.

317. Entrup, L. Эффективность использования зеленых удобрений / L. Entrup // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1989. – № 7. – С. 12.

318. Forrest, R. E. Оценка эффективности зеленого удобрения / R. E.

Forrest // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1986. – № 12. – С. 10.

319. Fischer, D. Последствие зеленых удобрений в севообороте / D. Fischer // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1991. – № 4. – С. 10.

320. Groya, E. L. Сроки уборки и обработки почвы при возделывании бобовых культур на зеленое удобрение / E. L. Groya, C. C. Sheaffer // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1986. – № 9. – С. 7-8.

321. Gutser, R. Минерализация азота промежуточных культур, используемых на сидеральные цели и усвоение азота растениями / R. Gutser // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1989. – № 1. – С. 11.

322. Hoyt, G. D. Бобовые в качестве зеленого удобрения в системах почвозащитной обработки / G. D. Hoyt // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990. – № 1. – С. 13.

323. Jepsen, H. Рапс и горох – эффективные предшественники озимых в зерновом севообороте / H. Jepsen // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1986. – № 4. – С. 4.

324. Jensen, E. S. Роль возделывания гороха в экономии азотных удобрений для последующих культур севооборота / E. S. Jensen // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990. – № 9. – С. 11.

325. Jon, P. Использование зеленых удобрений как источника органического вещества на песчаных почвах / P. Jon // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990. – № 2. – С. 13.

326. Kessel, W. C. Рекомендации по использованию зеленых удобрений / W. C. Kessel // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1991. – № 10. – С. 7.

327. Kundler, P. Использование пожнивных культур на зеленое удобрение / P. Kundler // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1986. – № 3. – С. 10.

328. Le Mare, P. H. Влияние зеленых удобрений на поглощение фосфора почвами и урожай культур / P. H. Le Mare, J. Pereira, W. J. Goedert // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1988. – № 8. – С. 9.

329. Meyer, D. W. Влияние бобовых, выращиваемых на зеленое удобрение, сено или зерно, на урожайность последующей культуры – ячменя / D. W. Meyer // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990. – № 3. – С. 9-10.

330. Morgner, F. Использование культуры подземного клевера на зеленое удобрение / F. Morgner // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990. – № 8. – С. 12.

331. Parsonaq, J. Применение зеленых удобрений в сельском хозяйстве / J. Parsonaq // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1985. – № 1. – С. 36.

332. Quintana, J. O. Оценка бобовых сидератов в качестве источника азота для последующих небобовых культур / J. O. Quintana, J. Pereira, D. R. Bouldin, D. J. Lathwell // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990. – № 3. – С. 11.

333. Reddy, K. C. Влияние бобовых культур, возделываемых на зеленое удобрение, на урожай последующих культур / K. C. Reddy, A. R. Soffes, G. M. Prine, R. A. Dunn // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1987. – № 3. – С. 21-22.

334. Regonold, J. P. Влияние севооборотов с сидератами на свойства почвы и эрозию / J. P. Regonold // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990. – № 7. – С. 5-6.

335. Schnieder, E. Влияние навоза и зеленых удобрений на плодородие почв / E. Schnieder // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1986. – № 1. – С. 10.

336. Sotakova, S. Влияние заправки викоовсяной смеси в качестве зеленого удобрения на динамику содержания гумуса и образование гуминовых кислот в буроземе / S. Sotakova // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1987. – № 11. – С. 21-22.

337. Vandergeten, J. P. Эффективность зеленых удобрений / J. P. Vandergeten, R. Vanstallen // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1986. – № 3. – С. 10.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Наращение абсолютно-сухой биомассы сидеральных культур, т/га

Вариант	Отбор											
	I		II		III		IV		V		перед запашкой	
	надз. часть	пожн. и корн. ост.	надз. часть	пожн. и корн. ост.	надз. часть	пожн. и корн. ост.	надз. часть	пожн. и корн. ост.	надз. часть	пожн. и корн. ост.	надз. часть	пожн. и корн. ост.
1998 г.												
Рапс	0,10	0,03	0,21	0,06	0,35	0,08	0,78	0,09	1,72	0,12	1,72	0,12
Вика	0,14	0,04	0,57	0,09	1,43	0,15	3,14	0,17	7,00	0,34	7,00	0,34
Горох	0,20	0,05	0,57	0,07	2,66	0,10	3,89	0,14	7,53	0,13	7,53	0,13
Вика/рапс	0,12	0,03	0,36	0,08	0,82	0,09	2,23	0,20	2,65	0,17	2,65	0,17
Вика/овес	0,19	0,06	0,66	0,17	2,76	0,60	3,37	0,61	6,36	0,99	6,36	0,99
Горох/овес	0,28	0,08	0,79	0,14	2,58	0,34	4,61	0,72	5,06	1,15	5,06	1,15
Горох/рапс	0,20	0,03	0,68	0,07	2,06	0,09	2,67	0,11	6,24	0,16	6,24	0,16
1999 г.												
Рапс	0,008	0,001	0,13	0,02	0,35	0,08	0,43	0,10	1,53	0,25	1,53	0,25
Вика	0,025	0,005	0,31	0,06	0,63	0,08	0,64	0,10	1,44	0,12	1,44	0,12
Горох	0,028	0,005	0,90	0,06	0,92	0,09	1,65	0,12	2,98	0,09	2,98	0,09
Вика/рапс	0,019	0,005	0,41	0,06	0,64	0,12	0,65	0,14	1,40	0,16	1,40	0,16
Вика/овес	0,025	0,005	0,47	0,08	0,98	0,16	1,04	0,18	2,62	0,44	2,62	0,44
Горох/овес	0,026	0,004	0,32	0,05	0,70	0,09	1,21	0,23	2,33	0,23	2,33	0,23
Горох/рапс	0,022	0,002	0,26	0,03	0,54	0,04	0,65	0,07	1,63	0,09	1,63	0,09
2001 г.												
Рапс	0,04	0,004	0,26	0,05	0,67	0,12	1,65	0,15	3,59	0,43	6,05	0,49
Вика	0,03	0,008	0,33	0,05	0,81	0,08	2,01	0,11	3,73	0,20	6,83	0,22
Горох	0,05	0,011	0,35	0,05	0,91	0,10	2,85	0,16	5,57	0,29	8,97	0,32
Вика/рапс	0,04	0,006	0,29	0,05	0,74	0,09	1,78	0,14	3,68	0,35	6,33	0,37
Вика/овес	0,06	0,014	0,37	0,10	1,01	0,26	2,49	0,39	3,26	0,63	5,79	0,83
Горох/овес	0,07	0,013	0,35	0,10	0,92	0,30	2,93	0,41	3,95	0,71	5,96	0,89
Горох/рапс	0,04	0,008	0,29	0,03	0,80	0,14	2,59	0,15	3,94	0,37	6,30	0,41

Урожайность сидеральных культур 1997 г, т/га

Вариант	Сырая биомасса			Абсолютно-сухая масса		
	всего	в том числе		всего	в том числе	
		надземная часть	пожнивные и корневые остатки		надземная часть	пожнивные и корневые остатки
Рапс	27,17	25,68	1,49	4,14	3,73	0,41
Горох	54,64	53,89	0,77	9,33	9,20	0,13
Вика/овес	41,74	38,68	3,07	6,42	5,79	0,63
НСР ₀₅				0,24		

Урожайность зеленой массы викоовсяных смесей, т/га

Вариант	Всего		В том числе			
	сырой	абсолютно-сухой	вики		овса	
			сырой	абсолютно-сухой	сырой	абсолютно-сухой
2008 г.						
1 : 5	20,9	5,66	8,3	2,84	12,6	2,82
1 : 3	19,8	5,40	8,4	2,80	14,4	2,60
1 : 1	22,9	6,39	9,1	2,89	13,8	3,50
2 : 1	21,3	5,87	9,7	2,80	11,6	3,07
3 : 1	20,8	5,59	9,0	2,63	11,8	2,96
НСР ₀₅	1,1	0,4				
2009 г.						
1 : 5	9,31	2,62	3,94	0,99	5,37	1,63
1 : 3	9,11	2,53	3,81	0,93	5,30	1,60
1 : 1	9,26	2,49	3,77	0,97	5,49	1,52
2 : 1	9,86	2,65	5,37	1,48	4,49	1,17
3 : 1	8,71	2,28	5,50	1,57	3,21	0,71
НСР ₀₅	0,4	0,2				
2010 г.						
1 : 5	7,23	1,92	3,08	0,97	4,15	0,95
1 : 3	7,11	1,97	3,41	1,07	3,60	0,90
1 : 1	7,14	2,05	3,93	1,24	3,21	0,81
2 : 1	6,94	1,98	3,53	1,12	3,41	0,86
3 : 1	7,09	2,03	3,80	1,20	3,29	0,83
НСР ₀₅	1,1	0,7				

Химический состав биомассы сидеральных культур, % от абс. сух. вещества

Вариант	N						P						K					
	1998 г.		1999 г.		2001 г.		1998 г.		1999 г.		2001 г.		1998 г.		1999 г.		2001 г.	
	надз емн. ча- сть	пожн и корн. ост.	надз емн. ча- сть	пожн и корн. ост.	надз емн. ча- сть	по- жни корн. ост.	надз емн. ча- сть	пожн и корн. ост.	надз емн. ча- сть	пожн и корн. ост.	надз емн. ча- сть	пожн и корн. ост.	надз емн. ча- сть	пожн и корн. ост.	надз емн. ча- сть	пожн и корн. ост.	надз емн. ча- сть	пожн и корн. ост.
Рапс	2,39	1,89	2,07	1,20	2,28	1,44	1,01	1,01	0,57	0,38	0,78	0,40	2,80	2,13	0,94	0,63	1,58	1,38
Вика	2,76	2,32	2,79	1,45	2,45	1,78	0,81	0,65	0,62	0,49	0,76	0,47	2,60	2,02	1,03	0,75	1,39	1,36
Горох	3,05	1,74	2,81	2,03	2,51	1,88	0,70	0,52	0,49	0,42	0,74	0,45	2,24	2,50	0,88	0,97	1,01	1,25
Вика/рапс	2,54	2,18	2,18	1,63	2,23	1,62	0,94	0,75	0,66	0,44	0,72	0,42	2,58	2,33	1,22	1,06	1,25	1,33
Вика/овес	2,18	1,31	2,47	1,31	2,00	1,56	0,81	0,60	0,48	0,48	0,70	0,44	2,08	1,38	1,00	1,03	1,49	1,40
Горох/овес	2,39	0,58	2,70	1,85	2,17	1,47	0,68	0,44	0,52	0,44	0,74	0,46	1,77	1,58	0,94	1,03	1,29	1,19
Горох/рапс	2,47	1,96	2,96	1,41	2,28	1,65	0,83	0,60	0,48	0,36	0,72	0,44	2,21	2,46	0,66	0,91	1,10	1,17

Поступление элементов питания в почву с биомассой
сидеральных культур, кг/га

Вариант	С надземной массой			С пожнивными и корневыми остатками			Всего			Сумма NPK
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	
1998 г.										
Рапс	41,1	17,3	48,2	2,3	1,2	2,6	43,4	18,5	50,8	112,7
Вика	193,2	63,7	182,0	7,9	2,2	6,9	201,1	65,9	188,9	455,9
Горох	229,7	52,7	168,7	2,3	0,7	3,3	232,0	53,4	172,0	457,4
Вика/рапс	67,3	24,9	68,4	3,7	1,3	4,0	71,0	26,2	72,4	169,6
Вика/овес	138,6	51,5	132,3	12,9	5,9	13,7	151,5	57,4	146,0	354,9
Горох/овес	120,9	34,4	89,6	6,7	5,1	18,2	127,6	39,5	107,8	274,9
Горох/рапс	154,1	58,1	137,9	3,1	0,9	3,9	157,2	52,7	141,8	351,8
1999 г.										
Рапс	31,6	8,7	14,4	3,0	0,9	1,5	34,6	9,6	15,9	60,2
Вика	40,2	8,9	14,8	1,7	0,6	0,9	41,9	9,5	15,7	67,1
Горох	83,7	14,6	26,2	1,8	0,4	0,8	85,5	14,9	27,1	127,5
Вика/рапс	30,5	9,2	17,1	2,6	0,7	1,7	33,1	9,9	18,8	61,8
Вика/овес	64,7	12,6	26,2	5,7	2,1	4,5	70,4	14,7	30,7	115,9
Горох/овес	42,2	12,1	21,9	4,2	1,0	2,3	46,4	13,1	24,2	83,8
Горох/рапс	48,2	7,8	10,8	1,2	0,3	0,8	49,7	8,1	11,6	69,2
2001 г.										
Рапс	137,9	47,2	95,6	7,1	1,9	6,7	144,9	49,1	102,4	296,5
Вика	167,3	51,9	94,9	3,9	1,0	3,0	171,2	52,9	97,9	322,1
Горох	225,1	66,3	90,6	6,0	1,4	4,0	231,1	67,8	94,6	393,5
Вика/рапс	141,1	45,5	79,1	6,0	1,5	4,9	147,5	46,7	84,0	277,9
Вика/овес	115,8	40,5	72,3	12,9	3,6	11,6	128,7	44,1	83,9	256,8
Горох/овес	150,0	51,5	89,7	13,1	4,1	10,6	163,1	55,6	100,4	319,1
Горох/рапс	143,6	45,3	69,3	6,7	1,8	4,8	150,4	47,1	74,1	271,6

Приложение 6

Поступление элементов питания в почву с биомассой
сидеральных культур, кг/га, 1997 г

Вариант	N	P	K	Сумма NPK
Рапс	74,0	39,2	101,6	214,8
Горох	204,4	64,4	205,6	474,4
Вика/овес	145,8	55,6	202,6	404,0

Приложение 7

Поступление элементов питания в почву с биомассой
сидеральных культур, кг/га, 1999 г

Вариант	С надземной массой			С пожнивными и корневыми остатками			Всего			Сумма NPK
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	
Рапс	31,6	8,7	14,4	3,00	0,95	1,58	34,60	9,65	15,98	60,23
Горох	83,7	14,6	26,2	1,80	0,38	0,87	85,50	14,98	27,07	127,55
Вика/овес	64,7	12,6	26,2	5,76	2,11	4,53	70,46	14,71	30,73	115,90

Приложение 8

Полевая всхожесть и перезимовка озимой ржи

Предшествующая сидеральная культура	Полевая всхожесть				Перезимовка			
	1998 г.		2000 г.		1998 г.		2000 г.	
	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%
Рапс	404,0	73,4	440,0	80,0	257,0	75,5	280,0	55,5
Горох	444,0	80,7	468,0	85,1	326,0	83,3	296,0	56,9
Вика/овес	431,0	78,3	466,0	84,7	312,0	83,0	292,0	56,3
НСР ₀₅	10,3		16,5		11,1		10,9	

Приложение 9

Полевая всхожесть и перезимовка озимой ржи

Паровой предшественник	Полевая всхожесть						Перезимовка					
	2002 г.		2003 г.		2004 г.		2002 г.		2003 г.		2004 г.	
	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%
Чистый пар (контроль)	506	84,3	520	86,7	519	86,5	279	55,1	282	54,2	267	51,4
Чистый пар (навоз 40 т/га)	524	87,3	530	88,3	536	89,3	310	59,1	323	60,9	315	59,4
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	521	86,8	534	89,0	543	90,5	309	59,3	330	61,7	318	60,3
Сидеральный пар (горох)	520	86,6	536	89,3	525	87,5	312	60,0	332	61,9	322	61,3
Сидеральный пар (вика/овес)	521	86,8	542	90,3	530	88,1	316	60,6	335	61,8	327	61,8

Приложение 10

Полевая всхожесть и перезимовка озимой ржи

Паровой предшественник	Полевая всхожесть						Перезимовка					
	2010 г.		2011 г.		2012 г.		2010 г.		2011 г.		2012 г.	
	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%
Чистый пар (контроль)	430,9	71,8	476	79,3	445,8	74,3	181,5	42,1	290	60,9	229,2	50,0
Перелог	424,6	70,7	448	74,7	439,2	73,2	190,1	44,8	272	60,7	216,1	49,2
Сидеральный пар	439,3	73,2	474	79,0	450,6	75,1	228,3	51,9	286	62,4	268,6	59,6
Занятый пар	428,5	70,0	442	73,6	441,0	73,5	198,3	46,3	276	62,3	212,5	48,2

Приложение 11

Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза озимой ржи
(весеннее отрастание-полная спелость)

Предшествующая сидеральная культура	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² /га×сут.		Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² ×сут.	
	1998 г.	2000 г.	1998 г.	2000 г.
Рапс	1403,9	1610,1	3,97	4,91
Горох	1780,6	2116,2	3,62	4,96
Вика/овес	1690,3	2071,1	3,47	4,61

Приложение 12

Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза озимой ржи
(весеннее отрастание-полная спелость)

Паровой предшественник	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² /га×сут.			Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² ×сут.		
	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.
Чистый пар (контроль)	1303,13	1149,59	1436,65	2,87	3,08	2,24
Чистый пар (навоз 40 т/га)	2319,14	2501,11	2150,05	2,35	2,36	2,04
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	1974,25	1965,89	1973,85	2,33	2,72	2,21
Сидеральный пар (горох)	2262,29	2561,01	1890,25	1,83	1,79	2,20
Сидеральный пар (вика/овес)	2262,03	2606,50	1825,20	1,87	1,83	2,33

Приложение 13

Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза озимой ржи
(весеннее отрастание-полная спелость)

Паровой предшественник	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² /га×сут.			Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² ×сут.		
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Чистый пар (контроль)	1714,28	2373,8	1309,9	2,45	1,79	3,47
Перелог	1670,59	2180,6	1335,1	2,55	2,00	3,82
Сидеральный пар	2048,11	2874,2	1509,5	2,91	2,30	3,97
Занятый пар	1659,75	2135,5	1265,8	2,41	1,96	3,58

Приложение 14

Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы на сидеральных парах, мм

Вариант	Время отбора								
	перед посевом			в середине вегетации			перед запашкой		
	1998 г.	1999 г.	2001 г.	1998 г.	1999 г.	2001 г.	1998 г.	1999 г.	2001 г.
Рапс	242,4	233,8	230,8	189,5	133,0	231,0	223,1	147,8	164,9
Вика	242,4	233,8	230,8	171,2	132,9	231,1	221,0	150,9	146,8
Горох	242,4	233,8	230,8	164,0	126,1	224,5	198,4	105,8	142,3
Вика/рапс	242,4	233,8	230,8	182,1	133,6	230,4	219,7	141,8	161,1
Вика/овес	242,4	233,8	230,8	145,0	122,6	238,9	200,8	122,1	157,0
Горох/овес	242,4	233,8	230,8	162,4	132,6	257,3	226,2	132,0	142,8
Горох/рапс	242,4	233,8	230,8	177,1	126,5	230,7	205,6	143,7	143,5

Приложение 15

Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы на озимой ржи, мм

Предшествующая сидеральная культура	Перед посевом		Весеннее отрастание		Трубкавание		Колошение		Цветение		Полная спелость	
	1998 г	2000 г	1998 г	2000 г	1998 г	2000 г	1998 г	2000 г	1998 г	2000 г	1998 г	2000 г
Рапс	148,5	195,6	242,2	235,2	190,8	204,0	162,9	156,7	140,4	145,4	139,1	129,1
Горох	142,3	185,8	248,3	243,7	182,5	203,3	157,3	150,4	129,8	144,6	128,7	125,7
Вика/овес	142,8	188,1	243,3	240,9	181,2	204,1	152,7	152,9	130,0	143,9	123,4	125,8

Приложение 16

Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы на озимой ржи, мм

Паровой предшественник	Перед посевом			Весеннее отрастание			Трубкавание			Колошение			Цветение			Полная спелость		
	2002 г	2003 г	2004 г	2002 г	2003 г	2004 г	2002 г	2003 г	2004 г	2002 г	2003 г	2004 г	2002 г	2003 г	2004 г	2002 г	2003 г	2004 г
Чистый пар (контроль)	195,3	174,8	185,8	232,9	200,9	231,9	180,5	233,7	214,6	150,5	237,9	195,1	125,3	231,9	185,2	120,4	211,4	167,4
Чистый пар (навоз 40 т/га)	205,0	189,0	191,0	241,2	219,2	233,2	183,4	180,2	187,2	152,1	203,5	182,3	130,7	200,9	168,8	125,5	161,6	150,3
Чистый пар (мин. НРК на 3 т/га)	195,3	179,5	181,1	231,2	199,4	230,0	175,4	199,6	196,5	155,4	200,1	185,1	129,3	201,3	171,3	121,5	170,8	152,3
Сидеральный пар (горох)	156,7	141,9	159,5	242,7	217,0	232,4	181,3	208,3	209,8	152,6	214,2	198,4	131,1	211,0	183,5	120,5	176,7	153,1
Сидеральный пар (вика/овес)	157,5	133,9	160,1	239,5	216,7	232,3	188,2	176,2	191,2	155,8	196,6	183,7	127,4	194,8	172,8	121,1	169,6	156,0

Приложение 17

Содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы на озимой ржи, мм

Паровой предшественник	Перед посевом			Весеннее отрастание			Фаза цветения			Перед уборкой		
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Чистый пар (контроль)	174,4	167,6	167,6	160,3	195,9	232,7	140,7	226,3	222,2	131,1	185,1	182,7
Перелог	160,3	158,9	173,1	159,9	210,6	245,1	138,8	210,9	210,7	129,8	172,6	180,0
Сидеральный пар	159,9	161,3	161,5	170,1	199,9	248,9	139,8	226,5	217,9	126,6	171,6	175,5
Занятый пар	151,1	156,5	158,3	163,3	193,5	239,9	140,1	223,5	213,3	127,9	184,7	190,2

Содержание элементов питания в пахотном слое
почвы на сидеральных парах, мг/100 г п.

Вариант	Перед посевом			В середине вегетации			Перед запашкой		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1998 г.									
Рапс	7,85	29,0	14,0	7,63	27,5	13,9	6,58	26,0	13,6
Вика	8,85	29,0	14,0	8,54	27,2	13,6	7,79	24,0	12,6
Горох	8,86	29,0	14,0	8,40	27,5	13,7	7,49	23,1	12,5
Вика/рапс	8,92	29,0	14,0	8,54	27,2	13,8	7,56	23,7	12,9
Вика/овес	9,01	29,0	14,0	8,96	25,8	13,4	7,77	22,4	13,0
Горох/овес	9,5	29,0	14,0	9,52	26,8	12,8	5,88	23,0	12,3
Горох/рапс	9,24	29,0	14,0	9,10	27,2	13,6	7,91	26,1	12,8
1999 г.									
Рапс	15,4	32,7	21,5	14,9	31,2	20,9	12,6	30,9	19,4
Вика	15,4	32,7	21,5	13,2	30,9	20,6	10,9	24,7	19,3
Горох	15,4	32,7	21,5	13,4	33,0	20,9	11,6	26,1	18,8
Вика/рапс	15,4	32,7	21,5	14,1	30,2	20,0	13,2	24,1	19,3
Вика/овес	15,4	32,7	21,5	12,9	25,4	19,7	11,8	22,7	18,5
Горох/овес	15,4	32,7	21,5	14,9	28,1	20,0	13,3	24,1	18,1
Горох/рапс	15,4	32,7	21,5	14,8	29,1	21,3	12,8	19,3	19,4
2001 г.									
Рапс	8,4	38,7	15,0	7,8	37,8	13,4	7,3	37,1	12,2
Вика	8,4	39,2	15,6	7,7	38,5	12,5	7,1	37,1	12,2
Горох	8,4	38,9	15,6	7,6	37,1	12,8	7,0	35,4	12,5
Вика/рапс	8,6	38,6	15,4	7,9	37,1	13,7	7,3	36,4	12,5
Вика/овес	8,7	38,6	15,5	8,1	38,2	14,6	7,7	36,0	12,5
Горох/овес	8,8	39,0	16,0	8,2	38,0	15,0	7,9	37,1	13,4
Горох/рапс	8,6	38,5	15,6	8,0	37,1	14,6	7,7	36,7	12,8

Содержание элементов питания в пахотном слое почвы на озимой ржи, мг/100 г п.

Сидеральная культура	Перед посевом			Фенологическая фаза											
				кущение			трубкование			цветение			полная спелость		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1998 г.															
Рапс	12,0	36,8	16,8	12,7	37,5	18,0	12,6	39,8	16,8	12,7	38,3	12,3	11,5	35,7	10,6
Горох	14,2	39,2	18,2	14,9	42,8	17,7	14,6	46,7	18,9	13,9	41,8	16,0	13,3	38,0	12,5
Вика/овес	12,6	40,5	18,1	13,0	41,3	16,1	13,1	46,7	18,3	12,7	42,7	16,6	12,3	39,3	12,1
2000 г.															
Рапс	13,1	26,0	19,4	13,7	26,1	19,6	13,0	25,5	16,7	12,8	24,0	15,6	12,5	22,3	14,7
Горох	14,6	26,3	19,0	14,8	26,8	19,0	14,6	26,2	15,8	13,7	24,8	12,1	13,1	24,5	12,9
Вика/овес	13,6	23,0	19,0	14,0	22,8	18,8	13,8	22,3	15,6	13,0	20,6	13,8	12,9	20,7	12,3

Приложение 20

Содержание элементов питания в пахотном слое почвы на озимой ржи, мг/100 г п.

Паровой предшественник	Перед посевом			Весеннее отрастание			Фенологическая фаза						Перед уборкой		
							трубкование			цветение					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2002 г.															
Чистый пар (контроль)	8,6	20,4	17,0	8,0	19,9	16,8	7,8	19,8	16,5	7,5	19,3	16,1	7,3	19,2	15,1
Чистый пар (навоз 40 т/га)	8,7	23,4	18,0	8,5	22,9	17,9	8,3	21,8	17,4	8,2	21,5	17,9	8,0	21,0	16,9
Чистый пар (мин. НРК на 3 т/га)	6,9	22,1	18,0	8,6	22,0	18,1	8,4	21,5	17,9	8,3	21,3	17,4	8,0	21,2	17,0
Сидеральный пар (горох)	7,0	18,7	17,7	9,0	19,5	18,0	8,5	19,4	17,5	8,4	19,3	17,3	8,2	19,2	16,7
Сидеральный пар (вика/овес)	6,7	19,9	17,0	8,7	19,8	17,7	8,6	19,7	17,5	8,3	19,4	17,1	8,1	19,1	16,8
2003 г.															
Чистый пар (контроль)	7,0	19,8	16,2	7,6	19,6	16,0	7,4	19,6	15,8	7,0	19,5	15,6	7,2	19,4	15,5
Чистый пар (навоз 40 т/га)	8,1	21,1	18,3	9,8	22,1	18,1	9,2	19,9	17,5	8,7	19,6	16,6	8,1	19,4	16,4
Чистый пар (мин. НРК на 3 т/га)	8,8	20,1	16,3	8,2	21,5	17,0	8,6	21,9	17,2	8,6	21,6	17,0	8,2	21,1	16,7
Сидеральный пар (горох)	7,2	16,6	15,3	8,9	20,9	16,4	9,2	20,6	16,1	8,6	20,4	15,8	7,9	20,3	15,7
Сидеральный пар (вика/овес)	6,6	18,4	15,7	8,6	20,8	16,3	8,8	20,9	16,0	8,8	20,8	15,9	8,0	20,7	15,4
2004 г.															
Чистый пар (контроль)	7,8	20,8	16,0	7,6	20,3	16,0	7,4	20,3	15,2	7,3	19,7	14,4	7,2	19,0	14,1
Чистый пар (навоз 40 т/га)	9,0	20,9	16,3	7,8	20,7	16,3	7,8	20,5	16,5	7,3	20,0	15,2	7,3	19,6	15,0
Чистый пар (мин. НРК на 3 т/га)	9,0	21,1	16,5	8,2	22,5	17,0	8,2	22,5	16,2	7,4	21,0	15,5	7,4	20,7	15,3
Сидеральный пар (горох)	8,0	21,4	16,5	8,9	21,9	16,9	8,6	21,6	15,1	8,0	20,8	15,0	7,9	20,3	14,9
Сидеральный пар (вика/овес)	8,0	21,4	16,3	8,9	21,8	16,7	8,8	21,9	15,0	8,2	20,9	14,3	8,0	20,1	14,2

Приложение 21

Содержание элементов питания в пахотном слое почвы на озимой ржи, мг/100 г п.

Паровой предшественник	Перед посевом			Весеннее отрастание			Фаза цветения			Перед уборкой		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2010 г.												
Чистый пар (контроль)	9,2	23,4	11,5	9,0	23,1	11,3	8,5	22,7	11,0	8,1	21,3	10,5
Перелог	8,9	23,5	12,3	8,7	23,8	11,9	8,5	22,9	11,3	7,9	22,4	11,2
Сидеральный пар	9,3	25,1	11,9	9,5	25,5	11,5	9,1	25,0	11,1	8,4	23,9	10,9
Занятый пар	8,5	22,1	11,3	8,3	21,7	10,9	8,0	21,0	10,3	7,6	20,6	10,1
2011 г.												
Чистый пар (контроль)	8,5	25,6	12,0	8,1	25,0	10,9	7,6	23,3	10,6	7,3	22,5	10,0
Перелог	8,5	24,0	11,0	7,6	23,5	10,0	7,5	22,1	10,2	7,4	22,3	10,0
Сидеральный пар	9,5	26,0	13,2	8,4	25,7	10,9	7,4	24,7	10,4	7,0	24,0	9,9
Занятый пар	8,0	24,0	10,5	7,7	23,6	9,8	7,3	22,9	9,4	7,1	22,4	9,2
2012 г.												
Чистый пар (контроль)	8,3	19,3	11,1	7,2	18,4	10,7	6,5	18,3	9,9	6,3	18,1	9,2
Перелог	8,4	18,9	11,7	8,4	18,2	12,3	8,3	17,1	11,2	7,9	15,9	10,3
Сидеральный пар	8,6	19,8	11,2	8,8	20,0	11,3	7,4	19,8	10,9	7,3	18,7	9,2
Занятый пар	7,8	18,8	11,9	7,3	18,2	11,7	6,9	18,0	11,2	6,4	16,5	10,7

Приложение 22

Микробиологическая активность почвы

Предшествующая сидеральная культура	Доля разложившейся ткани, %		Микробиологическая активность	
	1998 г.	2000 г.	1998 г.	2000 г.
Рапс	19,7	41,9	слабая	слабая
Горох	40,2	54,3	средняя	средняя
Вика/овес	31,7	52,7	средняя	средняя
НСР ₀₅	1,7	1,3		

Приложение 23

Микробиологическая активность почвы

Паровой предшественник	Доля разложившейся ткани, %			Микробиологическая активность		
	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.
Чистый пар (контроль)	18,2	14,5	33,6	слабая	слабая	средняя
Чистый пар (навоз 40 т/га)	76,8	80,9	92,6	сильная	очень сильная	очень сильная
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	35,0	29,7	43,0	средняя	слабая	средняя
Сидеральный пар (горох)	80,0	76,3	81,6	сильная	сильная	очень сильная
Сидеральный пар (вика/овес)	76,2	69,9	80,6	сильная	сильная	сильная

Приложение 24

Микробиологическая активность почвы

Паровой предшественник	Доля разложившейся ткани, %			Микробиологическая активность		
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Чистый пар (контроль)	55,0	65,0	43,8	сильная	сильная	средняя
Перелог	70,7	73,0	50,4	сильная	сильная	сильная
Сидеральный пар	79,8	89,3	88,9	сильная	очень сильная	очень сильная
Занятый пар	61,5	70,0	29,9	сильная	сильная	слабая

Динамика микромицетного состава слоя почвы 0-20 см на озимой ржи, тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы, 2010 г

Паровой предшественник	Всего	В том числе								
		патогенов			сапротрофов					
		<i>Fusarium</i> spp.	<i>Drechslera sorokiniana</i>	всего	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Mucor piriformis</i>	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Rhizopus nigricans</i>	<i>Trichoderma</i> spp.	всего
Весеннее отрастание										
Чистый пар (контроль)	7,9	0,1	-	0,1	0,4	0,3	6,0	0,6	0,5	7,8
Перелог	12,8	-	-	-	0,8	-	10,9	-	1,1	12,8
Сидеральный пар	16,4	-	-	-	0,9	0,5	11,0	1,0	3,0	16,4
Занятый пар	4,8	0,5	0,2	0,7	-	-	3,3	0,2	0,6	4,1
Колошение										
Чистый пар (контроль)	15,9	0,3	-	0,3	0,7	0,4	12,5	1,4	0,6	15,6
Перелог	17,5	-	-	-	1,4	-	14,0	0,5	1,6	17,5
Сидеральный пар	28,5	-	-	-	2,0	0,7	18,2	2,9	4,7	28,5
Занятый пар	9,4	0,7	0,9	1,6	1,4	-	4,3	1,2	0,9	7,8
Полная спелость										
Чистый пар (контроль)	9,2	0,4	-	0,4	0,8	0,2	5,6	0,6	1,6	8,8
Перелог	7,1	-	-	-	1,2	-	5,9	-	-	7,1
Сидеральный пар	18,1	-	-	-	1,3	0,4	13,0	1,2	2,2	18,1
Занятый пар	6,5	0,6	0,2	0,8	0,3	-	4,2	0,2	1,0	5,7

Динамика микромицетного состава слоя почвы 0-20 см на озимой ржи, тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы, 2011 г

Паровой предшественник	Всего	В том числе								
		патогенов			сапротрофов					
		<i>Fusarium</i> spp.	<i>Drechslera sorokiniana</i>	всего	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Mucor piriformis</i>	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Rhizopus nigricans</i>	<i>Trichoderma</i> spp.	всего
Весеннее отрастание										
Чистый пар (контроль)	17,3	0,2	-	0,2	0,2	0,4	2,3	14,1	0,1	17,1
Перелог	11,9	-	-	-	1,1	-	5,9	4,7	0,2	11,9
Сидеральный пар	24,5	-	-	-	0,5	0,1	9,8	13,5	0,6	24,5
Занятый пар	10,8	0,2	-	0,2	0,4	-	0,4	9,4	0,4	10,6
Колошение										
Чистый пар (контроль)	18,2	0,3	-	0,3	0,6	-	10,6	6,2	0,5	17,9
Перелог	18,9	-	-	-	1,1	-	5,9	10,9	1,0	18,9
Сидеральный пар	25,0	-	-	-	1,0	0,1	13,6	2,8	7,5	25,0
Занятый пар	20,2	0,6	0,3	0,9	3,5	-	3,7	11,2	0,9	19,3
Полная спелость										
Чистый пар (контроль)	6,6	0,7	-	0,7	0,4	-	4,8	0,4	0,3	5,9
Перелог	8,6	-	-	-	0,8	-	5,6	2,0	0,2	8,6
Сидеральный пар	19,7	-	-	-	0,9	0,2	4,8	12,4	1,4	19,7
Занятый пар	9,8	0,9	0,3	1,2	0,8	-	7,0	0,7	0,1	8,6

Динамика микромицетного состава слоя почвы 0-20 см на озимой ржи, тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы, 2012 г

Паровой предшественник	Всего	В том числе								
		патогенов			сапротрофов					
		<i>Fusarium</i> spp.	<i>Drechslera sorokiniana</i>	всего	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Mucor piriformis</i>	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Rhizopus nigricans</i>	<i>Trichoderma</i> spp.	всего
Весеннее отрастание										
Чистый пар (контроль)	14,1	0,3	-	0,3	2,1	0,2	2,8	8,4	0,3	13,8
Перелог	14,9	-	-	-	1,4	-	4,2	8,8	0,5	14,9
Сидеральный пар	26,0	-	-	-	1,0	0,3	9,2	12,5	3,0	26,0
Занятый пар	18,0	0,2	0,1	0,3	0,3	-	3,4	13,2	0,8	17,7
Колошение										
Чистый пар (контроль)	30,4	0,6	-	0,6	3,2	0,2	14,4	11,6	0,4	29,8
Перелог	18,2	-	-	-	3,2	-	10,4	3,6	1,0	18,2
Сидеральный пар	41,6	-	-	-	4,8	0,4	16,2	16,2	4,0	41,6
Занятый пар	29,8	0,8	0,6	1,4	1,4	-	8,8	17,0	1,2	28,4
Полная спелость										
Чистый пар (контроль)	12,1	0,4	-	0,4	0,6	0,1	9,4	0,8	0,8	11,7
Перелог	6,8	-	-	-	0,4	-	5,0	1,0	0,4	6,8
Сидеральный пар	15,6	-	-	-	0,8	-	10,4	3,2	1,2	15,6
Занятый пар	10,4	2,4	0,4	2,8	0,4	-	6,8	-	0,4	7,6

Засоренность посевов озимой ржи, шт./м²

Паровой	2002 г.	2003 г.	2004 г.
---------	---------	---------	---------

предшественник	весеннее отрастание			перед уборкой			весеннее отрастание			перед уборкой			весеннее отрастание			перед уборкой		
	все го	в т.ч.		все го	в т.ч.		все го	в т.ч.		все го	в т.ч.		все го	в т.ч.		все го	в т.ч.	
		мал о лет них	мно го лет них		мал о лет них	мно го лет них		мал о лет них	мно го лет них		мал о лет них	мно го лет них		мал о лет них	мно го лет них			
Чистый пар (контроль)	42	34	8	32	26	6	40	34	6	28	22	6	32	28	4	12	12	-
Чистый пар (навоз 40 т/га)	64	54	10	36	34	2	60	52	8	40	32	8	44	41	3	17	12	5
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	46	38	8	22	20	2	44	36	8	28	24	4	30	28	2	13	7	6
Сидеральный пар (горох)	48	42	6	24	20	4	46	40	6	30	28	2	35	35	-	15	15	-
Сидеральный пар (вика/овес)	46	42	4	24	16	8	42	38	4	30	26	4	35	32	3	3	3	-

Приложение 29

Засоренность посевов озимой ржи, шт./м²

Паровой предшественник	2010 г.						2011 г.						2012 г.					
	весеннее отрастание			перед уборкой			весеннее отрастание			перед уборкой			весеннее отрастание			перед уборкой		
	все го	в т.ч.		все го	в т.ч.		все го	в т.ч.		все го	в т.ч.		все го	в т.ч.		все го	в т.ч.	
мал о лет них		мно го лет них	мал о лет них		мно го лет них	мал о лет них		мно го лет них	мал о лет них		мно го лет них	мал о лет них		мно го лет них	мал о лет них		мно го лет них	
Чистый пар (контроль)	30	20	10	22	12	10	26	17	9	20	12	8	40	29	11	31	21	10
Перелог	42	28	14	36	20	16	38	23	15	32	18	14	43	24	19	40	28	12
Сидеральный пар	32	18	14	26	16	10	30	18	12	24	14	10	46	33	13	46	27	19
Занятый пар	34	20	14	28	16	12	30	18	12	24	16	12	71	40	31	65	37	28

Приложение 30

Поражение озимой ржи корневой гнилью, %

Паровой предшественник	Год, фенологическая фаза		
	2010 г.	2011 г.	2012 г.

	весеннее отрастание		колошение		молочно-восковая спелость		весеннее отрастание		колошение		молочно-восковая спелость		весеннее отрастание		колошение		молочно-восковая спелость	
	R	P	R	R	P	R	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P
Чистый пар (контроль)	4,6	10,7	6,3	18,1	15,2	21,1	4,8	16,4	8,8	20,0	9,5	28,7	2,6	11,6	5,9	17,7	14,0	22,2
Перелог	3,7	7,3	5,8	18,0	15,0	19,4	2,6	14,8	7,7	19,4	10,4	23,2	2,1	8,5	5,1	17,2	13,9	18,3
Сидеральный пар	4,1	7,0	5,1	16,1	15,3	20,2	4,1	17,9	8,0	16,8	9,6	25,4	2,9	8,4	4,9	14,2	14,1	21,0
Занятый пар	4,5	10,1	8,3	17,1	18,4	23,5	6,0	18,2	9,2	26,7	11,9	29,1	3,0	11,0	7,1	16,5	16,5	24,5

Примечание: **R** – развитие болезни, **P** – распространение болезни

Приложение 31

Поражение озимой ржи листовой пятнистостью, %

Паровой	Фенологическая фаза
---------	---------------------

предшественник	весеннее отрастание				колошение				молочно-восковая спелость			
	гельминтоспориозная		септориозная		гельминтоспориозная		септориозная		гельминтоспориозная		септориозная	
	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P
2010 г.												
Чистый пар (контроль)	2,7	9,2	0,8	3,1	4,6	13,3	1,7	7,2	5,6	16,4	3,5	8,3
Перелог	3,1	10,3	0,9	2,9	4,1	13,6	1,9	6,6	6,1	14,5	3,1	7,0
Сидеральный пар	2,7	8,8	0,6	2,4	3,5	14,8	1,3	4,3	6,3	15,9	2,6	7,5
Занятый пар	2,8	10,2	1,1	3,1	3,9	15,1	2,0	5,9	7,4	15,2	2,8	7,6
2011 г.												
Чистый пар (контроль)	3,1	11,7	1,2	3,6	4,4	16,4	2,9	7,9	5,4	17,8	3,9	9,8
Перелог	3,4	11,8	1,2	3,8	4,5	15,8	3,2	7,4	8,1	16,9	4,0	10,7
Сидеральный пар	3,0	10,6	1,0	2,8	4,4	12,0	2,2	5,2	7,0	16,9	3,4	9,2
Занятый пар	3,3	12,9	1,6	4,0	4,1	17,8	3,2	7,0	7,5	18,3	4,6	10,3
2012 г.												
Чистый пар (контроль)	2,6	9,7	1,0	2,9	3,6	15,6	1,4	6,8	4,3	16,2	3,1	8,6
Перелог	3,1	10,6	1,2	2,6	4,3	13,2	1,2	6,7	6,8	14,8	2,6	6,3
Сидеральный пар	2,7	9,4	0,5	2,3	4,1	14,9	1,0	4,0	7,1	16,7	2,7	8,8
Занятый пар	2,6	10,5	1,2	2,8	5,5	15,4	1,7	6,0	6,8	15,3	3,1	7,9

Примечание: **R** – развитие болезни, **P** – распространение болезни

Поражение озимой ржи спорыньей, %
(восковая спелость)

Паровой предшественник	Р		
	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Чистый пар (контроль)	1,1	1,4	1,1
Перелог	1,3	1,1	1,5
Сидеральный пар	1,0	0,9	1,1
Занятый пар	1,4	1,2	1,3

Примечание: **Р** – распространение болезни

Поражение озимой ржи снежной плесенью, %
(весеннее отрастание)

Паровой предшественник	R			P		
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Чистый пар (контроль)	2,8	2,8	2,5	10,2	10,1	10,0
Перелог	1,4	1,0	1,2	10,3	9,9	9,8
Сидеральный пар	1,9	2,3	1,8	9,2	9,5	9,2
Занятый пар	2,5	2,7	2,3	9,9	10,1	9,7

Примечание: **R** – развитие болезни, **P** – распространение болезни

Приложение 34

Качество зерна озимой ржи

Предшествующая сидеральная культура	Содержание белка, %		Натура зерна, г/л		Масса 1000 семян, г	
	1998 г.	2000 г.	1998 г.	2000 г.	1998 г.	2000 г.
Рапс	10,0	11,0	696,6	706,4	31,2	33,6
Горох	11,0	11,4	702,0	710,0	30,6	33,8
Вика/овес	10,9	11,3	702,2	708,2	30,1	32,9

Приложение 35

Качество зерна озимой ржи

Паровой предшественник	Содержание белка, %			Натура зерна, г/л			Масса 1000 семян, г		
	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.
Чистый пар (контроль)	10,5	9,6	11,1	648	646	668	26,7	29,8	26,3
Чистый пар (навоз 40 т/га)	13,1	12,6	12,7	678	662	670	31,0	34,5	32,0
Чистый пар (мин. NPK на 3 т/га)	10,9	11,7	13,7	677	671	680	31,1	34,0	31,5
Сидеральный пар (горох)	11,9	11,6	12,5	672	662	670	30,8	32,2	30,0
Сидеральный пар (вика/овес)	11,7	11,6	12,4	672	663	675	29,7	31,4	31,0

Качество зерна озимой ржи

Паровой предшественник	Содержание, %				Число падения, с	Актив- ность α -амилазы	Класс качества по числу па- дения	Масса 1000 семян, г
	азот	фосфор	калий	белок				
2010 г.								
Чистый пар (контроль)	1,90	0,90	0,63	11,0	182,2	нормальная	II	40,0
Перелог	2,00	0,90	0,69	11,7	188,3	нормальная	II	37,3
Сидеральный пар	2,00	0,92	0,65	11,8	196,4	нормальная	II	41,0
Занятый пар	1,91	0,90	0,63	11,1	184,7	нормальная	II	39,0
2011 г.								
Чистый пар (контроль)	1,76	1,00	0,52	10,3	191,5	нормальная	II	38,0
Перелог	1,92	1,01	0,52	11,2	187,8	нормальная	II	38,6
Сидеральный пар	2,14	1,11	0,52	11,3	192,0	нормальная	II	40,0
Занятый пар	1,80	1,00	0,52	10,5	180,5	нормальная	II	37,9
2012 г.								
Чистый пар (контроль)	1,95	0,83	0,65	11,3	179,4	нормальная	II	41,7
Перелог	1,90	0,97	0,74	11,1	180,1	нормальная	II	36,1
Сидеральный пар	2,19	0,97	0,84	12,7	182,5	нормальная	II	41,7
Занятый пар	1,69	0,95	0,68	9,9	181,7	нормальная	II	40,1

Расчет NPK на 3 т/га зерна озимой ржи (чистый пар, в среднем за 2002-2004 гг.)

Показатели	Элемент питания		
	N	P	K
1. Вынос NPK с урожаем осн. продукции, кг/т	31,0	13,7	26,0
2. Вынос NPK с планируемым урожаем, кг/га	93,0	41,1	78,0
3. Содержание NPK в почве, мг/ 100 г п. кг/га	8,2 246,0	21,1 633,0	16,9 507,0
4. Коэффициент использования NPK из почвы, %	30,0	6,0	13,0
5. Будет использовано NPK из почвы, кг/га	73,8	37,9	65,9
6. Внесено NPK с раст. массой перелога, кг/га	-	-	-
7. Коэффициент использования NPK из орг. удобрения, %	-	-	-
8. Будет использовано NPK из орг. удобрения, кг/га			
9. Необходимо внести NPK с мин. удобрением, кг/га	19,2	3,2	12,1
10. Коэффициент использования NPK из мин. удобрений, %	65,0	32,0	72,0
11. Будет внесено NPK с мин. удобрением, кг/ га д.в.	29,5	10,0	16,8

Экономическая эффективность возделывания озимой ржи в зависимости от вида пара, системы основной обработки почвы и применения удобрений

Система основной обработки почвы в севообороте	Вид пара в севообороте	Удобрение	Урожайность, т/га		Стоимость урожая, тыс. руб./га			Затраты на возделывание, тыс. руб./га			Себестоимость продукции, тыс. руб./т		Чистый доход, тыс. руб./га			Рентабельность, %*
			2011 г.	2015 г.	2011 г.	2015 г.	всего	2011 г.	2015 г.	всего	2011 г.	2015 г.	2011 г.	2015 г.	всего	
Комбинированная	Чистый	без удобр.	2,7	2,2	18,9	15,4	34,3	7,5	7,9	15,6	2,7	3,6	11,4	7,5	18,9	121,1
		НРК	4,8	3,3	33,6	23,1	56,7	15,2	15,6	30,8	3,1	4,7	18,4	7,52	25,9	84,1
	Занятый	без удобр.	2,3	1,9	16,1	14,0	30,1	12,3	12,7	25,0	5,3	6,6	3,8	1,3	5,1	20,4
		НРК	4,2	2,9	29,4	20,4	49,8	14,6	15,0	29,6	3,4	5,1	14,8	5,4	20,2	68,2
	Сидеральный	без удобр.	2,7	2,4	18,9	17,1	35,9	10,3	10,7	21,0	3,8	4,4	8,6	6,4	15,0	71,4
		НРК	4,5	3,4	31,5	23,9	55,4	15,1	15,5	30,6	3,3	4,5	16,4	8,4	24,8	81,0
Отвальная	Чистый	без удобр.	2,5	2,3	17,5	16,5	34,0	9,6	10,0	19,6	3,8	4,3	7,9	6,5	14,4	73,4
		НРК	4,6	3,4	32,2	24,0	56,2	17,3	17,7	35,0	3,7	5,2	14,9	6,3	21,2	60,5
	Занятый	без удобр.	2,2	2,1	15,4	15,1	30,5	14,4	14,8	29,2	6,5	7,0	1,0	0,3	1,3	4,4
		НРК	4,1	2,9	28,7	20,1	48,8	16,8	17,2	34,0	4,1	5,9	11,9	2,9	14,8	43,5
	Сидеральный	без удобр.	3,0	2,4	21,0	17,1	38,1	12,4	12,8	25,2	4,1	5,3	8,6	4,3	12,9	51,1
		НРК	4,9	3,5	34,3	24,4	58,6	17,2	17,6	34,8	3,5	5,0	17,1	6,8	23,9	68,6

* Дана рентабельность в среднем за две ротации севооборота

**Экономическая эффективность возделывания картофеля в зависимости от вида пара,
системы основной обработки почвы и применения удобрений**

Система основной обработки почвы в севообороте	Вид пара в севообороте	Удобрение	Урожайность, т/га		Стоимость урожая, тыс. руб./га			Затраты на возделывание, тыс. руб./га			Себестоимость продукции, тыс. руб./т		Чистый доход, тыс. руб./га			Рентабельность, %*
			2012 г.	2016 г.	2012 г.	2016 г.	всего	2012 г.	2016 г.	всего	2012 г.	2016 г.	2012 г.	2016 г.	всего	
Комбинированная	Чистый	без удобр.	17,4	9,6	174,0	96,5	270,5	119,0	113,8	232,8	6,8	11,8	55,0	-17,3	37,7	16,2
		NPK	22,8	18,1	228,0	181,2	409,2	122,7	120,0	242,7	5,3	6,6	105,3	61,2	166,5	68,6
	Занятый	без удобр.	18,0	9,5	180,0	95,2	275,2	120,9	113,1	233,4	6,7	11,9	59,1	-17,9	41,2	17,6
		NPK	22,5	19,1	225,0	191,6	416,6	122,5	121,1	243,6	5,4	6,3	102,5	70,5	173,0	71,0
	Сидеральный	без удобр.	19,8	11,9	198,0	119,5	317,5	121,4	117,3	238,7	6,1	9,8	76,6	2,2	78,8	33,0
		NPK	23,4	22,0	234,0	220,1	454,1	122,9	122,8	245,7	5,2	5,5	111,1	97,3	208,4	84,8
Отвальная	Чистый	без удобр.	17,6	10,2	176,0	102,1	278,1	120,0	114,5	234,5	6,8	11,2	56,0	-12,4	43,6	18,5
		NPK	22,8	18,1	228,0	180,7	408,7	122,7	120,6	243,3	5,3	6,6	105,3	60,1	165,4	67,9
	Занятый	без удобр.	17,6	10,2	176,0	101,9	277,9	120,0	114,5	234,5	6,8	11,2	61,5	-12,6	48,9	20,8
		NPK	22,9	18,8	229,0	188,3	417,3	122,7	120,8	237,7	5,3	6,4	106,3	67,5	173,8	73,1
	Сидеральный	без удобр.	19,1	12,3	191,0	122,9	313,9	120,2	117,5	237,7	6,3	9,5	70,8	2,7	73,5	30,9
		NPK	23,2	21,5	232,0	215,2	447,2	122,7	122,0	244,7	5,3	5,6	109,3	93,2	202,5	82,7

* Дана рентабельность в среднем за две ротации севооборота

**Экономическая эффективность возделывания ячменя в зависимости от вида пара,
системы основной обработки почвы и применения удобрений**

Система основной обработки почвы в севообороте	Вид пара в севообороте	Удобрение	Урожайность, т/га		Стоимость урожая, тыс. руб./га			Затраты на возделывание, тыс. руб./га			Себестоимость продукции, тыс. руб./т		Чистый доход, тыс. руб./га			Рентабельность, %*
			2013 г.	2017 г.	2013 г.	2017 г.	всего	2013 г.	2017 г.	всего	2013 г.	2017 г.	2013 г.	2017 г.	всего	
Комбинированная	Чистый	без удобр.	1,8	2,2	12,6	15,7	28,3	7,7	8,5	16,2	4,2	3,8	4,9	7,2	12,1	74,6
		NPK	2,4	3,4	16,8	24,0	40,8	9,2	10,9	20,1	3,8	3,2	7,6	13,1	20,7	102,9
	Занятый	без удобр.	1,9	2,3	13,3	15,9	29,2	7,8	9,0	16,8	4,1	3,9	5,5	6,9	12,4	73,8
		NPK	2,4	3,5	16,8	24,3	41,1	9,2	11,0	20,2	3,8	3,1	7,6	13,3	20,9	103,4
	Сидеральный	без удобр.	1,9	2,4	13,3	16,7	30,0	7,8	9,5	17,3	4,1	3,9	5,5	7,2	12,7	73,4
		NPK	2,4	3,5	16,8	24,9	41,7	9,2	11,2	20,4	3,8	3,2	7,6	13,7	21,3	104,4
Отвальная	Чистый	без удобр.	2,0	2,3	14,0	16,3	30,3	7,9	9,1	17,0	3,9	3,9	6,1	7,2	13,3	78,2
		NPK	2,4	3,5	16,8	24,9	41,7	9,2	11,3	20,4	3,8	3,2	7,6	13,6	21,2	103,9
	Занятый	без удобр.	2,0	2,4	14,0	17,0	31,0	7,9	9,5	17,4	3,9	3,9	6,1	7,5	13,6	78,1
		NPK	2,4	3,6	16,8	25,0	41,8	9,2	11,3	20,5	3,8	3,1	7,6	13,7	21,3	103,8
	Сидеральный	без удобр.	2,0	2,5	14,0	17,5	31,5	7,8	9,7	17,6	3,9	3,8	6,2	7,8	14,0	79,5
		NPK	2,4	3,6	16,8	25,6	42,4	9,2	11,5	20,7	3,8	3,2	7,6	14,1	21,7	104,8

* Дана рентабельность в среднем за две ротации севооборота

Расчёт затрат энергии, перенесенные основными средствами производства при выращивании сидератов

Наименование работ	Механические средства (марка)	Количество, шт.	Масса		Производительность, га, т, км/ч	Время работы, ч.	Результаты расчетов		
			одной единицы, кг	агрегата, кг			затраты на 1 га, ч.	энерг. коэффициент, МДж/га	совокупная энергия, МДж/га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Лушение стерни	Т-150	1	6975	6975	7,0	0,14	976,5	0,0243	23,73
	ЛДГ-10	1	2450	2450	7,0	0,14	343,0	0,080	27,44
2. Зяблевая вспашка	ДТ-75	1	6110	6110	1,2	0,83	5195,3	0,0243	121,6
	ПЛН435	1	690	690	1,2	0,83	519,3	0,036	21,6
3. Снегозадержание	ДТ-75	1	6110	6110	10,0	0,01	611,0	0,0243	14,85
	СВУ-2,6	1	690	690	10,0	0,01	69,0	0,102	7,04
4. Закрытие влаги	ДТ-75	1	6110	6110	5,3	0,19	1160,9	0,0243	28,81
	СГ-21	1	1800	1800	5,3	0,19	342,0	0,080	27,36
	БЗТС1,0	24	35	840	5,3	0,19	159,6	0,102	16,28
5. Предпосевная культивация	Т-150	1	6975	6975	4,0	0,25	1743,8	0,0243	42,37
	КПС-4	2	969	1938	4,0	0,25	484,5	0,051	24,71
	СП-11	1	915	915	4,0	0,25	228,8	0,080	18,30
	БЗТС1,0	8	35	280	4,0	0,25	70,0	0,102	7,14

продолжение приложения 41

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
6. Предпосевное прикатывание	ДТ-75	1	6110	6110	5,3	0,19	1160,9	0,0243	28,81	
	СГ-21	2	1800	1800	5,3	0,19	342,0	0,080	27,36	
	ЗККШ-6	9	240	2160	5,3	0,19	410,4	0,102	41,86	
7. Погрузка семян	Эл. Дв.	1	20	20	4,5	0,002	0,04	0,211	0,01	
		ЗПС-60	1	940	940	4,5	0,002	1,88	0,211	0,39
							0,031	0,62	0,211	0,13
							0,031	29,14	0,211	6,15
							0,062	1,24	0,211	0,26
							0,062	58,28	0,211	12,30
							0,017	0,34	0,211	0,07
							0,017	15,98	0,211	3,37
							0,059	1,18	0,211	0,25
							0,059	55,46	0,211	11,70
							0,062	1,24	0,211	0,26
							0,062	58,28	0,211	12,30
							0,032	0,64	0,211	0,85
							0,032	30,08	0,211	6,34
	8. Транспортировка	ГАЗ-53Б	1	3250	3250	4,4	0,01	32,5	0,0143	0,46

продолжение приложения 41

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
семян с погрузкой в сеялки	УЗСА40	1	1180	1180	4,4	0,01	11,8	0,046	0,54
						0,11	375,5	0,0143	5,11
						0,11	129,8	0,046	5,97
						0,23	747,5	0,0143	10,69
						0,23	271,4	0,046	12,48
						0,06	195,0	0,0143	2,79
						0,06	70,8	0,046	3,25
						0,22	715,0	0,0143	10,22
						0,22	259,6	0,046	11,94
						0,23	747,5	0,0143	10,69
						0,23	271,4	0,046	12,48
						0,12	390,0	0,0143	5,58
						0,12	141,6	0,046	6,51
9. Посев	МТЗ-80	1	3160	3160	2,04	0,49	1548,8	0,0243	37,6
	СЗТ-3,6	1	1450	1450	2,04	0,49	710,5	0,107	76,0
10. Послепосевное прикатывание	ДТ-75	1	6110	6110	5,3	0,19	1159,0	0,0243	28,16
	СГ-21	1	1800	1800	5,3	0,19	342,0	0,107	27,36

продолжение приложения 41

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ЗККШ6	9	240	2160	5,3	0,19	410,4	0,102	41,86
11. Задисковывание	Т-150	1	6975	6975	5,14	0,19	1325,3	0,0243	32,2
сидерата	БДТ-7	1	3500	3500	5,14	0,19	665,0	0,080	53,2
12. Запахивание био-	ДТ-75	1	6110	6110	1,2	0,83	5195,3	0,0243	121,06
массы сидерата	ПЛН435	1	960	960	1,2	0,83	519,3	0,036	21,6

Итого Q_1 : Рапс = 806,10 МДж/га;

Вика = 822,06 МДж/га;

Горох = 840,43 МДж/га;

Вика/рапс = 814,18 МДж/га;

Вика/овес = 838,81 МДж/га;

Горох/овес = 840,43 МДж/га;

Горох/рапс = 823,98 МДж/га

Расчёт расхода жидкого топлива и электроэнергии
при выращивании сидератов

Виды работ и марка трактора	Общее время работы	Справочные данные		Общий расход топлива кг/час	Общий расход элек- тро- энергии кВт./час
		номи- нальная мощн. двиг., л.с., кВт./час.	удельный расход топлива на 1 га, л		
1.Тракторные работы:					
Т-150	0,58	150	185	16,10	
ДТ-75М	2,24	90	185	37,29	
МТЗ-80	0,49	80	185	7,25	
2.Автомобильные пере- возки: ГАЗ-53Б	0,01	115	240	0,27	
	0,11	115	240	3,04	
	0,23	115	240	6,35	
	0,06	115	240	1,65	
	0,22	115	240	6,07	
	0,23	115	240	6,35	
	0,12	115	240	3,31	
3.Электрофицированные работы:	0,002	7,5			0,02
-погрузка семян	0,031	7,5			0,23
	0,062	7,5			0,46
	0,017	7,5			0,13
	0,059	7,5			0,44
	0,062	7,5			0,46
	0,032	7,5			0,24
Итого топлива				60,91	
				63,68	
				66,99	
				62,29	
				66,71	
				66,99	
				63,95	
Итого электроэнергии					0,02
					0,23
					0,46
					0,13
					0,44
					0,46
					0,24

Затраты энергии на оборотные средства при выращивании сидератов

Оборотные средства	Расход на 1га, кг	Результаты расчёта	
		энергетический коэффициент, МДж/га	затраты совокуп- ной энергии, МДж/га
1. Семена:			
1.1. Рапс	12	34,4	412,8
1.2. Вика	140	34,4	4816,0
1.3. Горох	280	34,4	9632,0
1.4. Вика/рапс	70 / 6	34,4	2614,4
1.5. Вика/овес	70 / 155	34,4	9116,0
1.6. Горох/овес	140 / 155	34,4	9632,0
1.7. Горох/рапс	140 / 6	34,4	5022,4
2. Топливо жидкое	60,91	79,5	4842,34
	63,68	79,5	5062,56
	66,99	79,5	5325,71
	62,29	79,5	4952,06
	66,71	79,5	5303,44
	66,99	79,5	5325,71
	63,95	79,5	5084,03
3. Электроэнергия	0,02	12,0	0,24
	0,23	12,0	2,76
	0,46	12,0	5,52
	0,13	12,0	1,56
	0,44	12,0	5,28
	0,46	12,0	5,52
	0,24	12,0	2,88

Итого Q_3 : Рапс = 5255,38 МДж / га;
 Вика = 9881,32 МДж / га;
 Горох = 14963,23 МДж / га;
 Вика/рапс = 7568,02 МДж / га;
 Вика/овес = 14424,72 МДж / га;
 Горох/овес = 14963,23 МДж / га;
 Горох/рапс = 10109,31 МДж / га.

Расход энергии на трудовые ресурсы при выращивании сидератов

Профессия	Вариант	Затраты труда на 1 га, чел./час.	Результаты расчета	
			энергетиче- ский коэф., МДж/га	затраты энергии, МДж/га
1	2	3	4	5
1. Тракторист		3,4	43,4	147,56
2. Шофер	Рапс	0,01	43,1	0,43
	Вика	0,12	43,1	5,17
	Горох	0,23	43,1	9,91
	Вика/рапс	0,06	43,1	2,58
	Вика/овес	0,22	43,1	9,48
	Горох/овес	0,23	43,1	9,91
	Горох/рапс	0,12	43,1	5,17
3. Разнорабо- чие	Рапс	0,50	29,7	14,85
	Вика	0,55	29,7	16,33
	Горох	0,61	29,7	18,12
	Вика/рапс	0,52	29,7	15,44
	Вика/овес	0,61	29,7	18,12
	Горох/овес	0,62	29,7	18,41
	Горох/рапс	0,55	29,7	16,33
4. Ремонтные рабочие	Рапс	0,85	41,8	35,53
	Вика	0,88	41,8	36,78
	Горох	0,91	41,8	38,04
	Вика/рапс	0,86	41,8	35,95
	Вика/овес	0,90	41,8	37,62
	Горох/овес	0,91	41,8	38,04
	Горох/рапс	0,88	41,8	36,78
5. Инженерно- техническая служба	Рапс	0,57	67,0	38,19
	Вика	0,59	67,0	39,53
	Горох	0,62	67,0	41,54
	Вика/рапс	0,58	67,0	38,86
	Вика/овес	0,61	67,0	40,87
	Горох/овес	0,62	67,0	41,54
	Горох/рапс	0,59	67,0	39,53

Итого Q₅: Рапс = 236,56 МДж/га;
 Вика = 245,37 МДж/га;
 Горох = 255,17 МДж/га;
 Вика/рапс = 240,39 МДж/га;

Вика/овес = 253,65 МДж/га;
 Горох/овес = 255,46 МДж/га;
 Горох/рапс = 245,37 МДж/га.

Результаты расчетов энергетической оценки выращивания
сидеральных культур

Вариант	Урожай сухого ве- щества, т/га	Энерго- коэффици- ент	Энергия получен- ная с уро- жаем, МДж/га	Суммар- ные за- траты энергии, МДж/га	Коэффици- ент энерг. эффектив- ности
Рапс	3,38	4,62	15615,6	6298,04	2,5
Вика	5,31	4,62	24532,2	10948,75	2,2
Горох	6,67	4,62	30815,4	16058,83	1,9
Вика/рапс	3,69	4,62	17047,8	8622,59	2,0
Вика/овес	5,67	4,62	26195,4	15517,18	1,7
Горох/овес	5,20	4,62	24024,0	16059,12	1,5
Горох/рапс	4,94	4,62	22822,8	11178,66	2,0

окончание приложения 44

окончание приложения 45

окончание приложения 46

окончание приложения 49

окончание приложения 50

окончание приложения 51

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность сырой массы сидеральных культур, т/га, 1998 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=7. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		8,283	8,576	9,991	26,850	8,950
2		33,346	35,182	34,554	103,082	34,361
3		32,918	35,111	32,172	100,201	33,400
4		15,093	16,013	16,415	47,521	15,840
5		25,770	28,716	28,402	82,888	27,629
6		29,256	32,480	30,185	91,921	30,640
7		27,412	29,535	27,235	84,182	28,061
Сумма		172,078	185,613	178,954	536,645	25,555
Среднее		24,583	26,516	25,565		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	1659,910	20	82,996	-	-
Вариантов	1636,895	6	272,816	329,72	2,98
Повторений	13,087	2	6,543	7,91	3,91
Ошибки	9,929	12	0,827	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,525	0,743	1,619	6,336

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность сырой массы сидеральных культур, т/га, 1999 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=7. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		5,328	6,477	6,164	17,969	5,990
2		4,905	6,251	4,534	15,690	5,230
3		12,384	13,234	11,493	37,111	12,370
4		5,398	6,335	5,548	17,281	5,760
5		9,566	12,075	11,179	32,820	10,940
6		8,883	11,365	9,722	29,970	9,990
7		5,467	6,811	5,783	18,061	6,020
Сумма		51,931	62,548	54,423	168,902	8,043
Среднее		7,419	8,935	7,775		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	168,790	20	8,439	-	-
Вариантов	157,020	6	26,170	106,01	2,98
Повторений	8,807	2	4,403	17,84	3,91
Ошибки	2,962	12	0,247	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,287	0,406	0,884	10,996

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность сырой массы сидеральных культур, т/га, 2001 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=7. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		24,760	26,109	25,841	76,710	25,570
2		29,102	30,342	30,826	90,270	30,090
3		37,650	38,454	41,166	117,270	39,090
4		28,198	28,199	28,714	85,111	28,370
5		29,779	29,969	30,731	90,479	30,160
6		30,721	29,959	33,340	94,020	31,340
7		28,470	29,092	30,248	87,810	29,270
Сумма		208,680	212,124	220,866	641,670	30,556
Среднее		29,811	30,303	31,552		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	333,320	20	16,666	-	-
Вариантов	315,328	6	52,555	99,89	2,98
Повторений	11,275	2	5,638	10,07	3,91
Ошибки	6,717	12	0,560	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,432	0,611	1,332	4,358

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность сырой массы сидеральных культур, т/га, в среднем за 1998, 1999 и 2001 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=7. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		12,790	13,720	13,998	40,508	13,503
2		22,569	23,756	23,335	69,660	23,220
3		27,650	28,933	28,277	84,860	28,287
4		16,229	16,849	16,892	49,970	16,657
5		21,705	23,586	23,437	68,728	22,909
6		22,953	24,601	24,415	71,969	23,990
7		20,449	21,812	21,088	63,349	21,116
Сумма		144,345	153,257	151,442	449,044	21,383
Среднее		20,621	21,894	21,635		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	441,375	20	22,069	-	-
Вариантов	434,006	6	72,334	841,10	2,98
Повторений	6,337	2	3,169	36,85	3,91
Ошибки	1,032	12	0,086	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,169	0,239	0,522	2,441

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность абсолютно-сухой массы сидеральных культур, т/га, 1998 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=7. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		1,700	1,760	2,050	5,510	1,837
2		7,130	7,510	7,380	22,020	7,340
3		7,550	8,050	7,380	22,980	7,660
4		2,690	2,850	2,920	8,460	2,820
5		6,870	7,630	7,550	22,050	7,350
6		5,960	6,550	6,130	18,640	6,213
7		6,250	6,730	6,210	19,190	6,397
Сумма		38,150	41,080	39,620	118,850	5,660
Среднее		5,450	5,869	5,660		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	100,748	20	5,037	-	-
Вариантов	99,632	6	16,605	396,48	2,98
Повторений	0,613	2	0,307	7,32	3,91
Ошибки	0,503	12	0,042	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,118	0,167	0,364	6,436

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность абсолютно-сухой массы сидеральных культур, т/га, 1999 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=7. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		1,590	1,920	1,830	5,340	1,780
2		1,460	1,860	1,350	4,670	1,557
3		3,070	3,280	2,850	9,200	3,067
4		1,470	1,720	1,510	4,700	1,567
5		2,680	3,380	3,130	9,190	3,063
6		2,250	2,960	2,490	7,700	2,567
7		1,580	1,920	1,660	5,160	1,720
Сумма		14,100	17,040	14,820	45,960	2,189
Среднее		2,014	2,434	2,117		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	9,462	20	0,473	-	-
Вариантов	8,555	6	1,426	72,64	2,98
Повторений	0,671	2	0,335	17,09	3,91
Ошибки	0,236	12	0,020	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,081	0,114	0,249	11,395

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность абсолютно-сухой массы сидеральных культур, т/га, 2001 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=7. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		6,290	6,630	6,690	19,610	6,537
2		6,810	7,100	7,240	21,150	7,050
3		8,950	9,140	9,780	27,870	9,290
4		6,660	6,660	6,780	20,100	6,700
5		6,540	6,580	6,740	19,860	6,620
6		6,720	6,560	7,270	20,550	6,850
7		6,530	6,670	6,930	20,130	6,710
Сумма		48,500	49,340	51,430	149,270	7,108
Среднее		6,929	7,049	7,347		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	18,121	20	0,906	-	-
Вариантов	17,161	6	2,860	111,13	2,98
Повторений	0,650	2	0,325	12,64	3,91
Ошибки	0,309	12	0,026	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,093	0,131	0,286	4,017

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность абсолютно-сухой массы сидеральных культур, т/га, в среднем за 1998, 1999 и 2001 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=7. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		3,190	3,430	3,520	10,140	3,380
2		5,130	5,490	5,320	15,940	5,313
3		6,520	6,820	6,670	20,010	6,670
4		3,610	3,740	3,730	11,080	3,693
5		5,360	5,860	5,800	17,020	5,673
6		4,970	5,350	5,290	15,610	5,203
7		4,780	5,100	4,930	14,810	4,937
Сумма		33,560	35,790	35,260	104,610	4,981
Среднее		4,794	5,113	5,037		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	23,608	20	1,180	-	-
Вариантов	23,146	6	3,858	621,08	2,98
Повторений	0,388	2	0,194	31,22	3,91
Ошибки	0,075	12	0,006	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,046	0,064	0,140	2,816

Дисперсионный анализ

Задача. Влияние нормы высева на урожайность сырой массы викоовсяных смесей, т/га, 2008 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=5. Норма высева

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		19,800	21,700	21,100	62,600	20,866
2		19,100	21,000	19,500	59,600	19,866
3		22,800	23,500	22,400	62,400	20,800
4		20,600	22,000	21,500	64,100	31,366
5		19,800	21,500	22,400	68,700	22,900
Сумма		102,100	109,700	105,600	317,400	21,160
Среднее		20,410	21,940	21,120		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	23,397	14	1,671	-	-
Вариантов	14,391	4	3,598	9,29	3,84
Повторений	5,909	2	2,955	7,63	4,50
Ошибки	3,097	8	0,387	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,359	0,508	1,174	5,524

Дисперсионный анализ

Задача. Влияние нормы высева на урожайность сырой массы викоовсяных смесей, т/га, 2009 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=5. Норма высева

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		9,150	9,540	9,250	27,940	9,313
2		8,900	9,310	9,130	27,340	9,113
3		8,470	9,780	9,550	27,800	9,266
4		9,700	9,960	9,910	29,570	9,856
5		8,360	9,010	8,750	26,120	8,706
Сумма		44,580	47,600	46,590	138,770	9,251
Среднее		8,916	9,520	9,318		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	3,455	14	0,247	-	-
Вариантов	2,059	4	0,515	9,11	3,84
Повторений	0,945	2	0,473	8,37	4,50
Ошибки	0,452	8	0,056	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,137	0,194	0,448	4,845

Дисперсионный анализ

Задача. Влияние нормы высева на урожайность сырой массы викоовсяных смесей, т/га, 2010 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=5. Норма высева

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		7,810	6,820	7,600	21,830	7,276
2		7,490	6,620	7,250	31,360	7,420
3		6,925	7,145	7,320	31,390	7,130
4		7,110	6,761	6,900	30,771	6,923
5		8,005	7,440	5,700	31,145	7,048
Сумма		37,340	34,716	34,370	106,496	7,099
Среднее		7,468	6,957	6,874		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	4,128	14	0,294	-	-
Вариантов	0,198	4	0,049	0,14	3,84
Повторений	1,034	2	0,517	1,43	4,50
Ошибки	2,894	8	0,361	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,347	0,491	1,135	15,981

Дисперсионный анализ

Задача. Влияние нормы высева на урожайность абсолютно-сухой массы викоовсяных смесей, т/га, 2008 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=5. Норма высева

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		5,650	6,030	5,350	17,03	5,676
2		4,990	5,730	5,350	16,07	5,356
3		6,550	6,360	6,250	19,16	6,386
4		5,660	6,050	5,910	17,62	5,873
5		5,320	5,780	5,670	16,77	5,590
Сумма		28,170	29,950	28,530	86,65	5,776
Среднее		5,634	5,990	5,706		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	2,554	14	0,182	-	-
Вариантов	1,808	4	0,452	9,24	3,84
Повторений	0,354	2	0,177	3,62	4,50
Ошибки	0,391	8	0,049	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,128	0,181	0,417	7,222

Дисперсионный анализ

Задача. Влияние нормы высева на урожайность абсолютно-сухой массы викоовсяных смесей, т/га, 2009 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора $\langle A \rangle = 5$. Норма высева

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		2,510	2,740	2,630	7,880	2,626
2		2,430	2,610	2,550	7,590	2,530
3		2,450	2,580	2,470	7,500	2,500
4		2,510	2,860	2,600	7,970	2,656
5		2,160	2,410	2,290	6,860	2,286
Сумма		12,060	13,200	12,540	37,800	2,519
Среднее		2,412	2,640	2,508		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				Ф расч.	Ф табл.
Общая	0,405	14	0,029	-	-
Вариантов	0,255	4	0,637	26,34	3,84
Повторений	0,131	2	0,655	27,07	4,50
Ошибки	0,019	8	0,002	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,071	0,100	0,223	8,861

Дисперсионный анализ

Задача. Влияние нормы высева на урожайность абсолютно-сухой массы викоовсяных смесей, т/га, 2010 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=5. Норма высева

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		2,040	1,229	2,460	5,729	1,909
2		2,690	1,719	1,550	5,959	1,986
3		2,031	1,950	2,150	6,138	2,046
4		2,255	1,760	1,940	5,955	1,985
5		2,669	1,941	1,550	6,160	2,053
Сумма		11,685	8,539	9,657	29,941	1,996
Среднее		2,337	1,719	1,931		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	2,872	14	0,169	-	-
Вариантов	0,040	4	0,010	0,06	3,84
Повторений	0,983	2	0,491	2,92	4,50
Ошибки	1,348	8	0,168	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,237	0,335	0,774	38,799

Дисперсионный анализ

Задача. Влияние нормы высева на урожайность сырой массы викоовсяных смесей, т/га, в среднем за 2008, 2009 и 2010 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=5. Норма высева

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		12,320	12,720	12,650	37,690	12,563
2		11,830	12,010	11,960	35,800	11,933
3		12,665	13,475	13,090	39,230	13,076
4		12,470	12,907	12,670	38,047	12,682
5		12,055	12,650	12,050	36,755	12,251
Сумма		61,330	63,762	61,420	187,512	12,501
Среднее		12,266	12,752	12,484		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	3,0251	14	0,2161	-	-
Вариантов	2,2462	4	0,5616	24,24	3,84
Повторений	0,5936	2	0,2968	12,81	4,50
Ошибки	0,1853	8	0,0232	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,088	0,124	0,287	2,296

Дисперсионный анализ

Задача. Влияние нормы высева на урожайность абсолютно-сухой массы викоовсяных смесей, т/га, в среднем за 2008, 2009 и 2010 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора $\langle A \rangle=5$. Норма высева

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		3,400	3,333	3,480	10,203	3,404
2		3,370	3,353	3,150	9,873	3,291
3		3,677	3,630	3,509	10,816	3,605
4		3,475	3,322	3,250	10,047	3,349
5		3,383	3,377	3,305	10,065	3,355
Сумма		17,305	17,015	16,694	51,000	3,401
Среднее		3,461	3,403	3,339		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				Ф расч.	Ф табл.
Общая	0,262	8	0,018	-	-
Вариантов	0,176	2	0,044	7,24	3,84
Повторений	0,037	2	0,018	3,07	4,50
Ошибки	0,048	8	0,006	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,045	0,064	0,147	4,324

Дисперсионный анализ

Задача. Полевая всхожесть озимой ржи в зависимости от предшествующей сидеральной культуры, шт./м², в среднем за 1998 и 2000 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=3. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		402,50	430,50	433,00	1266,00	422,00
2		442,00	461,00	465,00	1368,00	456,00
3		440,00	447,00	458,00	1345,00	448,33
Сумма		1284,50	1338,50	1356,00	3979,00	442,11
Среднее		428,16	446,16	452,00		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	2948,389	8	368,549	-	-
Вариантов	1908,222	2	954,111	33,44	6,94
Повторений	926,056	2	463,028	16,23	6,94
Ошибки	114,111	4	28,528	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	3,084	4,361	12,124	2,742

Дисперсионный анализ

Задача. Количество перезимовавших растений озимой ржи в зависимости от предшествующей сидеральной культуры, шт./м², в среднем за 1998 и 2000 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=3. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		262,00	274,00	269,50	805,50	268,50
2		304,50	317,50	311,00	933,00	311,00
3		289,50	313,50	303,00	906,00	302,00
Сумма		856,00	905,00	883,50	2644,50	293,83
Среднее		285,33	301,66	294,50		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	3457,000	8	432,125	-	-
Вариантов	3009,500	2	1504,750	132,77	6,94
Повторений	402,167	2	201,830	17,74	6,94
Ошибки	45,333	4	11,333	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	1,944	2,749	7,641	2,601

Дисперсионный анализ

Задача. Полевая всхожесть озимой ржи в зависимости от парового предшественника, %, в среднем за 2002-2004 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора $\langle A \rangle=5$. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		84,800	87,800	85,000	257,600	85,866
2		87,500	89,200	88,400	265,100	88,366
3		87,900	90,100	87,500	265,500	88,500
4		86,900	90,500	86,000	263,400	87,800
5		87,300	90,100	87,900	265,300	88,433
Сумма		434,400	447,700	434,800	1316,900	87,793
Среднее		86,880	89,54	86,960		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	41,529	14	2,966	-	-
Вариантов	14,849	4	3,712	7,85	3,84
Повторений	22,897	2	11,448	24,21	4,5
Ошибки	3,782	8	0,472	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,397	0,561	1,297	1,477

Дисперсионный анализ

Задача. Количество перезимовавших растений озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, %, в среднем за 2002-2004 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=5. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		52,700	54,700	53,300	160,700	53,566
2		60,300	58,700	60,400	179,400	59,800
3		59,700	61,300	59,500	180,500	60,166
4		60,500	62,000	60,900	183,400	61,133
5		58,800	64,500	60,900	184,200	61,400
Сумма		292,000	301,200	295,000	888,200	59,213
Среднее		58,400	60,240	59,000		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	148,517	14	10,608	-	-
Вариантов	124,817	4	31,204	16,76	3,84
Повторений	8,805	2	4,402	2,36	4,50
Ошибки	14,894	8	1,861	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,788	1,114	2,574	4,346

Дисперсионный анализ

Задача. Полевая всхожесть озимой ржи в зависимости от парового предшественника, %, в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=4. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		74,100	76,900	74,300	225,400	75,133
2		69,900	76,300	69,900	218,500	72,833
3		73,900	78,400	74,700	227,000	75,667
4		71,100	74,500	72,800	218,400	72,800
Сумма		289,000	306,100	291,700	886,800	73,900
Среднее		72,250	76,525	72,925		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	77,260	11	7,023	-	-
Вариантов	27,766	2	9,255	7,67	4,78
Повторений	42,255	3	21,127	17,51	5,19
Ошибки	7,238	6	1,206	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,634	0,897	2,197	2,937

Дисперсионный анализ

Задача. Количество перезимовавших растений озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, %, в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=4. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		49,600	48,500	56,700	154,800	51,600
2		50,700	50,600	53,700	155,000	51,667
3		59,600	53,700	59,000	172,300	57,433
4		53,300	49,900	54,000	157,200	52,400
Сумма		213,200	202,700	223,400	639,300	53,275
Среднее		53,300	50,675	55,850		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	146,882	11	13,353	-	-
Вариантов	70,349	3	23,449	6,13	4,78
Повторений	53,565	2	26,782	7,00	5,19
Ошибки	22,968	6	3,828	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	1,130	1,598	3,914	7,347

Дисперсионный анализ

Задача. Чистая продуктивность озимой ржи в зависимости от сидеральной культуры, г/м²×сут., в среднем за 1998 и 2000 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=3. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		4,300	4,460	4,550	13,310	4,436
2		4,310	4,240	4,330	12,880	4,293
3		4,040	4,120	3,980	12,140	4,046
Сумма		12,650	12,820	12,860	38,330	4,258
Среднее		4,216	4,273	4,286		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	0,279	8	0,035	-	-
Вариантов	0,233	2	0,116	12,25	6,94
Повторений	0,008	2	0,004	0,43	6,94
Ошибки	0,038	4	0,009	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,056	0,080	0,222	5,202

Дисперсионный анализ

Задача. Чистая продуктивность озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, г/м²×сут., в среднем за 2002-2004 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=5. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		2,690	2,780	2,710	8,180	2,726
2		2,310	2,180	2,250	6,740	2,246
3		2,400	2,500	2,380	7,280	2,426
4		1,820	2,100	1,890	5,810	1,936
5		1,900	2,100	2,020	6,020	2,006
Сумма		11,120	11,660	11,250	34,030	2,268
Среднее		2,224	2,332	2,250		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	1,326	14	0,094	-	-
Вариантов	1,242	4	0,310	47,63	3,84
Повторений	0,031	2	0,015	2,44	4,50
Ошибки	0,052	8	0,006	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,047	0,066	0,152	6,713

Дисперсионный анализ

Задача. Чистая продуктивность озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, г/м²×сут., в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=4. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		2,520	2,630	2,570	7,720	2,573
2		2,780	2,850	2,750	8,380	2,793
3		3,120	3,000	3,050	9,170	3,056
4		2,700	2,650	2,580	7,930	2,643
Сумма		11,120	11,130	10,950	33,200	2,766
Среднее		2,780	2,782	2,737		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	0,438	11	0,039	-	-
Вариантов	0,412	3	0,137	39,73	4,78
Повторений	0,005	2	0,002	0,74	5,19
Ошибки	0,020	6	0,003	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,034	0,048	0,118	4,252

Дисперсионный анализ

Задача. Динамика микромицетного состава слоя почвы 0-20 см на озимой ржи, тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы, весеннее отрастание, в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора $\langle A \rangle=4$. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		11,300	14,400	13,600	39,300	13,100
2		11,900	14,100	13,600	39,600	13,200
3		20,500	23,700	22,700	66,900	22,300
4		9,800	13,700	10,100	33,600	11,200
Сумма		53,500	65,900	60,00	179,400	14,950
Среднее		13,375	16,475	15,000		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	246,330	11	22,393	-	-
Вариантов	223,710	3	74,570	132,8	4,78
Повторений	19,235	2	9,617	17,05	5,19
Ошибки	3,385	6	0,562	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,434	0,613	1,503	10,050

Дисперсионный анализ

Задача. Динамика микромицетного состава слоя почвы 0-20 см на озимой ржи, тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы, фаза колошения, в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=4. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		18,900	23,700	21,900	64,500	21,500
2		15,700	20,100	18,800	54,600	18,200
3		29,900	34,400	30,800	95,100	31,700
4		15,400	22,200	21,800	59,400	19,800
Сумма		79,900	100,400	93,300	273,600	22,800
Среднее		19,975	25,100	23,325		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	395,620	11	35,965	-	-
Вариантов	333,180	3	111,060	80,72	4,78
Повторений	54,185	2	27,092	19,69	5,19
Ошибки	8,255	6	1,375	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,667	0,958	2,340	10,291

Дисперсионный анализ

Задача. Динамика микромицетного состава слоя почвы 0-20 см на озимой ржи, тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы, полная спелость, в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора $\langle A \rangle = 4$. Паровой предшественик

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		9,900	8,800	9,200	27,900	9,300
2		9,300	7,000	6,200	22,500	7,500
3		17,200	17,800	18,400	53,400	17,800
4		10,200	8,000	8,500	26,700	8,900
Сумма		46,600	41,600	42,300	130,500	10,875
Среднее		11,650	10,400	10,575		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	206,362	11	18,760	-	-
Вариантов	197,182	3	65,727	71,51	4,78
Повторений	3,665	2	1,832	1,99	5,19
Ошибки	5,515	6	0,919	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,554	0,783	1,918	17,636

Дисперсионный анализ

Задача. Микробиологическая активность почвы в зависимости от предшествующей сидеральной культуры, % разл. ткани, в среднем за 1998 и 2000 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=3. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		27,900	34,900	29,600	92,400	30,800
2		47,900	51,550	48,300	147,750	49,250
3		41,300	44,300	41,000	126,600	42,200
Сумма		117,100	134,750	118,900	370,750	41,194
Среднее		39,033	44,916	39,633		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффициент Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	622,022	8	82,752	-	-
Вариантов	591,620	2	295,810	157,46	6,94
Повторений	62,887	2	31,443	16,74	6,94
Ошибки	7,514	4	1,878	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,791	1,119	3,11	7,552

Дисперсионный анализ

Задача. Микробиологическая активность почвы в зависимости от предшествующей сидеральной культуры, % разл. ткани, в среднем за 2002-2004 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора $\langle A \rangle=5$. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		19,800	24,300	22,200	66,300	22,100
2		87,500	81,700	80,700	249,900	83,300
3		37,900	34,300	35,900	108,100	36,033
4		81,200	79,300	77,500	238,000	79,333
5		76,700	74,000	75,700	226,400	75,466
Сумма		303,100	293,600	292,000	888,700	59,246
Среднее		60,220	58,720	58,400		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	9545,757	14	681,839	-	-
Вариантов	9491,577	4	2372,894	477,22	3,84
Повторений	14,401	2	7,201	1,45	4,50
Ошибки	39,778	8	4,972	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	1,287	1,821	4,206	7,099

Дисперсионный анализ

Задача. Микробиологическая активность почвы в зависимости от предшествующей сидеральной культуры, % разл. ткани, в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=4. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		53,200	56,800	53,800	163,800	54,600
2		62,000	68,200	63,700	193,900	64,633
3		83,900	88,200	85,700	257,800	86,000
4		51,700	59,900	50,500	162,100	53,800
Сумма		250,800	273,100	253,700	777,600	64,800
Среднее		62,700	68,275	63,425		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	2089,46	11	189,950	-	-
Вариантов	1999,82	3	666,606	247,89	4,78
Повторений	73,505	2	36,752	13,67	5,19
Ошибки	16,135	6	2,689	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,947	1,339	3,280	5,062

Задача. Распространение снежной плесени на посевах озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, %, в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=4. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		10,800	9,900	9,700	30,400	10,133
2		10,500	9,900	9,600	30,000	10,000
3		9,100	10,000	9,100	28,200	9,400
4		9,800	10,400	9,650	29,850	9,950
Сумма		40,200	40,200	38,050	118,450	9,870
Среднее		10,050	10,050	9,512		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	2,902	11	0,263	-	-
Вариантов	0,940	3	0,313	1,58	4,78
Повторений	0,770	2	0,385	1,94	5,19
Ошибки	1,191	6	0,198	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,257	0,304	0,891	9,030

Задача. Распространение корневой гнили на посевах озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, %, весеннее отрастание, в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=4. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		12,800	12,600	13,500	38,900	12,966
2		10,000	9,800	11,000	30,800	10,266
3		11,100	10,700	11,500	33,300	11,100
4		13,000	12,700	13,900	39,600	13,200
Сумма		46,900	45,800	49,900	142,600	11,883
Среднее		11,725	11,450	12,475		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	20,776	11	1,888	-	-
Вариантов	18,403	3	6,134	302,52	4,78
Повторений	2,251	2	1,125	55,52	5,19
Ошибки	0,121	6	0,020	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,082	0,116	0,285	2,397

Задача. Распространение корневой гнили на посевах озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, %, молочная спелость, в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=4. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		23,700	24,500	24,000	72,200	24,066
2		19,500	21,000	20,600	61,100	20,366
3		22,200	23,100	21,500	66,800	22,266
4		25,500	26,100	23,900	75,500	25,166
Сумма		90,900	94,700	90,000	275,600	22,966
Среднее		22,725	23,675	22,500		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	45,306	11	4,118	-	-
Вариантов	39,900	3	13,300	34,77	4,78
Повторений	3,111	2	1,555	4,07	5,19
Ошибки	2,295	6	0,382	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,357	0,505	1,237	5,387

Задача. Распространение гельминтоспориозной листовой пятнистости на посевах озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, %, ко-лошение, в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора $\langle A \rangle = 4$. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		15,500	14,700	15,000	45,200	15,066
2		14,800	13,700	14,300	42,800	14,266
3		14,500	13,400	13,800	41,700	13,900
4		16,800	15,700	15,900	48,400	16,133
Сумма		61,600	57,500	59,000	178,100	14,841
Среднее		15,400	14,375	14,750		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	11,049	11	1,004	-	-
Вариантов	8,809	3	2,836	199,45	4,78
Повторений	2,151	2	1,075	73,08	5,19
Ошибки	0,088	6	0,014	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,070	0,099	0,243	1,635

Задача. Распространение септориозной листовой пятнистости на посевах озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, %, колошение, в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=4. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		7,100	7,570	7,300	21,970	7,323
2		6,480	7,170	7,030	20,680	6,893
3		4,250	4,940	4,380	13,570	4,523
4		6,380	6,870	6,390	19,640	6,546
Сумма		24,210	26,550	25,100	75,860	6,321
Среднее		6,052	6,637	6,275		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	14,647	11	1,331	-	-
Вариантов	4,614	3	4,614	262,33	4,78
Повторений	0,348	2	0,348	19,83	5,19
Ошибки	0,017	6	0,017	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,077	0,108	0,265	4,197

Задача. Распространение спорыньи на посевах озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, восковая спелость, %, в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=4. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		1,200	1,270	1,180	3,650	1,216
2		1,280	1,300	1,330	3,910	1,303
3		0,950	0,940	1,180	3,070	1,023
4		1,200	1,270	1,350	3,820	1,273
Сумма		4,630	4,780	5,040	14,450	1,204
Среднее		1,157	1,195	1,260		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	0,196	11	0,017	-	-
Вариантов	0,142	3	0,047	8,81	4,78
Повторений	0,021	2	0,010	2,00	5,19
Ошибки	0,032		0,005	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,042	0,060	0,147	12,128

Задача. Засоренность посевов озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, весеннее отрастание, шт./м², в среднем за 2002-2004 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=5. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		36,000	40,000	38,000	114,000	38,000
2		52,000	58,000	55,000	165,000	56,000
3		41,000	42,000	38,000	121,000	40,333
4		42,000	43,000	44,000	129,000	43,000
5		40,000	42,000	41,000	123,000	41,000
Сумма		211,000	225,000	216,000	652,000	43,466
Среднее		42,200	45,000	43,200		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	575,733	14	41,123	-	-
Вариантов	537,066	4	134,266	57,96	3,84
Повторений	20,133	2	10,066	4,35	4,50
Ошибки	18,533	8	2,316	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,879	1,243	2,871	6,605

Задача. Засоренность посевов озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, перед уборкой, шт./м², в среднем за 2002-2004 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=5. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		22,000	26,000	24,000	72,000	24,000
2		30,000	31,000	33,000	94,000	31,333
3		21,000	22,000	20,000	63,000	21,000
4		22,000	24,000	23,000	69,000	23,000
5		19,000	22,000	17,000	58,000	19,333
Сумма		114,000	125,000	117,000	356,000	23,733
Среднее		22,800	25,000	23,400		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	284,933	14	20,352	-	-
Вариантов	255,600	4	63,900	31,17	3,84
Повторений	12,933	2	6,466	3,50	4,50
Ошибки	16,400	8	2,050	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,827	1,169	2,70	11,378

Задача. Засоренность посевов озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, весеннее отрастание, шт./м², в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=4. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		34,000	31,000	32,000	97,000	32,333
2		42,000	39,000	42,000	123,000	41,000
3		36,000	38,000	35,000	109,000	36,333
4		46,000	43,000	44,000	133,000	45,333
Сумма		158,000	151,000	153,000	462,000	38,500
Среднее		39,500	37,750	38,250		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	269,000	11	24,454	-	-
Вариантов	249,000	3	83,000	36,89	4,78
Повторений	6,500	2	3,250	1,44	5,19
Ошибки	13,500	6	2,250	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,866	1,225	3,001	7,794

Задача. Засоренность посевов озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, перед уборкой, шт./м², в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=4. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		22,000	28,000	26,000	76,000	25,333
2		32,000	40,000	35,000	107,000	35,666
3		30,000	34,000	32,000	96,000	32,000
4		38,000	41,000	39,000	118,000	39,333
Сумма		122,000	143,000	132,000	397,000	33,083
Среднее		35,000	35,750	33,000		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	384,916	11	34,992	-	-
Вариантов	320,916	3	106,972	72,66	4,78
Повторений	55,166	2	22,583	18,74	5,19
Ошибки	8,833	6	1,472	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,701	0,991	2,427	7,337

Задача. Урожайность озимой ржи в зависимости от предшествующей сидеральной культуры, т/га, 1998 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=3. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		2,159	2,409	2,449	7,017	2,339
2		2,517	3,397	3,407	9,321	3,107
3		2,429	2,719	2,799	7,947	2,649
Сумма		7,105	8,525	8,655	24,285	2,698
Среднее		2,368	2,841	2,885		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	1,543	8	0,192	-	-
Вариантов	0,895	2	0,447	11,59	6,94
Повторений	0,492	2	0,246	6,38	6,94
Ошибки	0,154	4	0,038	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,113	0,160	0,446	16,534

Задача. Урожайность озимой ржи в зависимости от предшествующей сидеральной культуры, т/га, в среднем за 2000 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=3. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		3,640	3,327	3,450	10,425	3,475
2		4,233	4,025	4,250	12,516	4,172
3		4,050	3,819	4,003	11,880	3,960
Сумма		11,931	11,171	11,719	34,821	3,869
Среднее		3,977	3,723	3,903		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	0,879	8	0,109	-	-
Вариантов	0,766	2	0,383	140,84	6,94
Повторений	0,102	2	0,051	18,75	6,94
Ошибки	0,010	4	0,002	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,030	0,043	0,119	3,068

Задача. Урожайность озимой ржи в зависимости от предшествующей сидеральной культуры, т/га, в среднем за 1998 и 2000 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=3. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		2,899	2,868	2,954	8,721	2,907
2		3,375	3,711	3,832	10,918	3,639
3		3,244	3,269	3,401	9,914	3,305
Сумма		9,518	9,848	10,187	29,553	3,283
Среднее		3,172	3,282	3,395		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	0,9366	8	0,1171	-	-
Вариантов	0,8065	2	0,4032	29,03	6,94
Повторений	0,0746	2	0,0373	2,69	6,94
Ошибки	0,0556	4	0,0139	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,068	0,096	0,268	8,147

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, т/га, 2002г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=5. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		1,840	1,530	1,520	4,890	1,636
2		2,300	2,270	2,440	7,010	2,337
3		2,130	2,010	1,830	5,970	1,990
4		1,980	1,710	1,710	5,400	1,800
5		1,960	1,770	1,790	5,520	1,840
Сумма		10,210	9,290	9,290	28,790	1,919
Среднее		2,042	1,858	1,858		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	1,049	14	0,075	-	-
Вариантов	0,850	4	0,213	19,82	3,84
Повторений	0,113	2	0,056	5,26	4,50
Ошибки	0,086	8	0,011	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,060	0,085	0,195	10,178

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, т/га, в среднем за 2003 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=5. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		1,450	1,740	1,580	4,770	1,590
2		2,480	2,620	2,580	7,680	2,560
3		2,300	2,510	2,210	7,020	2,340
4		2,010	2,170	1,910	6,090	2,030
5		2,110	2,160	2,120	6,390	2,130
Сумма		10,350	11,200	10,400	31,950	2,130
Среднее		2,070	2,240	2,080		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	1,728	14	0,123	-	-
Вариантов	1,592	4	0,398	71,06	3,84
Повторений	0,091	2	0,045	8,12	4,50
Ошибки	0,045	8	0,006	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,043	0,061	0,141	6,625

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, т/га, в среднем за 2004 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=5. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		1,350	1,420	1,430	4,200	1,400
2		1,830	2,000	1,900	5,730	1,910
3		1,800	1,970	1,930	5,700	1,900
4		1,730	1,990	1,710	5,430	1,810
5		1,740	1,820	1,990	5,550	1,850
Сумма		8,450	9,370	8,790	26,610	1,774
Среднее		1,690	1,840	1,758		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	0,660	14	0,047	-	-
Вариантов	0,554	4	0,136	37,46	3,84
Повторений	0,087	2	0,043	11,92	4,50
Ошибки	0,029	8	0,004	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,035	0,049	0,114	6,406

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, т/га, в среднем за 2002-2004 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=5. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		1,580	1,650	1,510	4,740	1,580
2		2,305	2,245	2,295	6,845	2,281
3		2,120	2,030	1,990	6,140	2,046
4		1,875	1,840	1,990	5,705	1,901
5		1,970	2,030	1,855	5,855	1,951
Сумма		9,850	9,795	9,640	29,285	1,952
Среднее		1,970	1,959	1,928		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	0,824	14	0,058	-	-
Вариантов	0,775	4	0,193	35,16	3,84
Повторений	0,004	2	0,002	0,43	4,50
Ошибки	0,044	8	0,005	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,043	0,061	0,140	7,175

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, т/га, 2010 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=4. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		1,720	1,800	1,970	5,490	1,830
2		1,690	1,900	1,960	5,550	1,850
3		2,490	2,660	2,650	7,800	2,590
4		1,670	1,660	1,890	5,220	1,740
Сумма		7,570	8,020	8,470	24,060	2,002
Среднее		1,892	2,005	2,117		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	1,561	11	0,142	-	-
Вариантов	1,436	3	0,478	122,01	4,78
Повторений	0,101	2	0,050	12,98	5,19
Ошибки	0,023	6	0,003	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,036	0,051	0,125	6,251

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, т/га, 2011 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=4. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		1,740	1,930	1,910	5,500	1,860
2		1,810	1,900	1,990	5,700	1,900
3		2,810	3,050	3,020	8,880	2,960
4		1,760	1,750	1,950	5,460	1,820
Сумма		8,120	8,630	8,870	25,620	2,135
Среднее		2,030	2,157	2,217		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	2,829	11	0,257	-	-
Вариантов	2,732	3	0,910	225,33	4,78
Повторений	0,073	2	0,036	9,07	5,19
Ошибки	0,024	6	0,004	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,037	0,052	0,127	5,957

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, т/га, 2012 г.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=4. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		1,850	1,980	2,130	5,960	1,980
2		2,210	2,240	2,210	6,660	2,220
3		2,510	2,600	2,720	7,830	2,610
4		1,860	1,890	2,040	5,790	1,930
Сумма		8,480	8,710	9,050	26,240	1,186
Среднее		2,120	2,177	2,262		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	0,923	11	0,083	-	-
Вариантов	0,858	3	0,286	72,92	4,78
Повторений	0,041	2	0,020	5,24	5,19
Ошибки	0,023	6	0,003	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,036	0,051	0,125	5,731

Дисперсионный анализ

Задача. Содержание белка в зерне озимой ржи в зависимости от предшествующей сидеральной культуры, т/га, в среднем за 1998 и 2000 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=3. Сидеральная культура

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	А	1	2	3		
1		10,900	11,200	10,800	32,800	10,933
2		11,200	11,300	11,100	33,600	11,200
3		11,200	11,300	10,900	33,400	11,133
Сумма		33,300	33,700	32,800	99,800	11,088
Среднее		11,100	11,233	10,933		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	0,268	8	0,033	-	-
Вариантов	0,115	2	0,057	13,00	6,94
Повторений	0,135	2	0,067	15,25	6,94
Ошибки	0,017	4	0,004	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,038	0,054	0,151	1,365

Дисперсионный анализ

Задача. Содержание белка в зерне озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, т/га, в среднем за 2002-2004 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=5. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		10,800	10,400	9,800	31,000	10,333
2		13,000	12,700	12,700	38,400	12,800
3		12,000	12,400	11,900	36,300	12,100
4		12,200	12,000	11,800	36,000	12,000
5		12,000	11,700	11,900	35,600	11,866
Сумма		60,000	59,200	58,100	177,300	11,82
Среднее		12,000	11,840	11,620		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	10,648	14	0,763	-	-
Вариантов	9,850	4	2,462	41,98	3,84
Повторений	0,364	2	0,182	3,10	4,50
Ошибки	0,469	8	0,058	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,140	0,198	0,457	3,865

Дисперсионный анализ

Задача. Содержание белка в зерне озимой ржи в зависимости от паровых предшественников, т/га, в среднем за 2010-2012 гг.

Число факторов=1. Число повторений=3.

Число уровней фактора $\langle A \rangle=4$. Паровой предшественник

1. Исходные данные

№ стр	Ф	Повторения			Сумма	Среднее
	A	1	2	3		
1		11,400	10,800	10,600	32,800	10,933
2		11,500	11,400	11,100	34,000	11,333
3		12,500	12,600	11,900	37,000	12,333
4		10,800	10,400	10,300	31,500	10,500
Сумма		46,200	45,200	43,900	135,300	11,275
Среднее		11,550	11,300	10,975		

2. Результаты дисперсионного анализа (рендомиз. повторения)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	6,382	11	0,580	-	-
Вариантов	5,522	3	1,840	56,64	4,78
Повторений	0,665	2	0,332	10,23	5,19
Ошибки	0,195	6	0,032	-	-

3. Оценка существенности (рендомиз. повторения)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий	0,087	0,123	0,273	2,336

Дисперсионный анализ

Задача. Влияние видов пара и системы основной обработки почвы в севообороте на коэффициент структурности пахотного (0-20 см) слоя почвы.

Число факторов=2. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=3. Вид пара в севообороте

Число уровней фактора =2. Система основной обработки в севообороте.

1. Исходные данные

№ стр.	Ф		Повторения			Сумма	Среднее
	А	В	1	2	3		
1	1	1	1,430	1,360	1,380	4,170	1,390
2		2	1,760	1,800	1,750	5,310	1,770
3	2	1	1,560	1,630	1,760	4,950	1,650
4		2	1,730	1,820	1,790	5,340	1,780
5	3	1	1,730	1,690	1,650	5,070	1,690
6		2	1,810	1,930	1,840	5,580	1,860
Сумма			10,020	10,230	10,170	30,420	1,690
Среднее			1,670	1,705	1,695		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	0,444	17	0,026	-	-
Вариантов	0,405	5	0,081	22,56	3,31
Повторений	0,003	2	0,001	0,54	4,13
Ошибки	0,350	10	0,009	-	-
Фактора А	0,119	2	0,059	12,94	6,94
Ошибки 1	0,018	4	0,004	-	-
Фактора В	0,231	1	0,231	79,72	5,98
Факторов АВ	0,054	2	0,027	9,33	5,19
Ошибки 2	0,017	6	0,002	-	-

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенности	SX	SD	НСП	НСП %
Частных различий 1	0,039	0,056	0,154	9,134
Частных различий 2	0,031	0,044	0,108	6,374
Фактора А	0,028	0,039	0,108	6,459
Фактора В	0,018	0,025	0,062	3,680

Дисперсионный анализ

Задача. Влияние видов пара и системы основной обработки почвы в севообороте на содержание водопрочных агрегатов в пахотном (0-20 см) слое почвы.

Число факторов=2. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=3. Вид пара в севообороте

Число уровней фактора =2. Система основной обработки в севооб.

1. Исходные данные

№ стр.	Ф		Повторения			Сумма	Среднее
	А	В	1	2	3		
1	1	1	33,300	27,800	29,400	90,500	30,166
2		2	34,400	34,600	31,200	100,200	33,400
3	2	1	34,000	33,300	31,100	98,400	32,800
4		2	34,300	37,800	34,700	106,800	35,600
5	3	1	35,700	37,200	35,100	108,000	36,000
6		2	40,900	38,400	38,300	117,600	39,200
Сумма			212,600	209,100	199,800	621,500	34,527
Среднее			35,433	34,850	33,300		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	187,156	17	11,009	-	-
Вариантов	145,269	5	29,053	10,64	3,31
Повторений	14,587	2	7,293	2,67	4,13
Ошибки	27,298	10	2,729	-	-
Фактора А	102,467	2	51,233	23,43	6,94
Ошибки 1	8,745	4	2,186	-	-
Фактора В	42,627	1	42,627	13,79	5,98
Факторов АВ	0,174	2	0,087	0,03	5,19
Ошибки 2	18,553	6	3,092	-	-

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенности	SX	SD	НСП	НСП %
Частных различий 1	0,854	1,207	3,356	9,721
Частных различий 2	1,015	1,436	3,518	10,188
Фактора А	0,604	0,854	2,373	6,874
Фактора В	0,586	0,829	2,031	5,882

Дисперсионный анализ

Задача. Влияние видов пара, системы основной обработки почвы в севообороте и удобрений на энергетическую продуктивность озимой ржи, тыс. корм. ед./га, в среднем за две ротации севооборота.

Число факторов=3. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=2. Система основной обработки в севообороте

Число уровней фактора =3. Вид пара в севообороте

Число уровней фактора <C>=2. Использование мин. удобрений

1. Исходные данные

№ стр.	Ф			Повторения			Сумма	Среднее
	A	B	2	1	2	3		
1	1	1	1	2,820	2,850	2,980	8,650	2,883
2			2	4,740	4,720	4,870		
3		2	1	2,520	2,530	2,450	7,500	2,500
4			2	4,030	4,190	4,380		
5		3	1	2,940	3,070	3,070	9,080	3,027
6			2	4,590	4,720	4,710		
7	2	1	1	2,730	2,890	2,970	8,590	2,863
8			2	4,600	4,860	4,780		
9		2	1	2,700	2,540	2,450	7,690	2,563
10			2	4,090	4,170	4,080		
11		3	1	3,160	3,280	3,210	9,650	3,217
12			2	4,930	4,990	4,990		
Сумма				43,850	44,810	44,940	133,600	3,711
Среднее				3,654	3,734	3,745		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	30,280	35	0,865	-	-
Вариантов	30,061	11	2,733	358,68	2,28
Повторений	0,059	2	0,030	3,88	3,47
Ошибки	0,160	22	0,008	-	-
Фактора А	0,043	1	0,043	4,36	18,51
Ошибки 1	0,020	2	0,010	-	-
Фактора В	2,566	2	1,283	137,25	4,50
Факторов АВ	0,137	2	0,069	7,34	4,50
Ошибки 2	0,075	8	0,009	-	-
Фактора С	27,179	1	27,179	4459,6	4,73
Факторов АС	0,001	1	0,001	0,12	4,73
Факторов ВС	0,110	2	0,055	9,06	3,91
Факторов АВС	0,025	2	0,012	2,03	3,91
Ошибки 3	0,073	12	0,004	-	-

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий 1	0,057	0,081	0,348	9,367
Частных различий 2	0,056	0,079	0,182	4,914
Частных различий 3	0,045	0,064	0,139	3,744
Фактора А	0,023	0,033	0,142	3,824
Фактора В	0,028	0,039	0,091	2,457
Фактора С	0,018	0,026	0,057	1,529

Дисперсионный анализ

Задача. Влияние видов пара, системы основной обработки почвы в севообороте и удобрений на энергетическую продуктивность картофеля тыс. корм. ед./га, в среднем за две ротации севооборота.

Число факторов=3. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=2. Система основной обработки в севообороте

Число уровней фактора =3. Вид пара в севообороте

Число уровней фактора <C>=2. Использование мин. удобрений

1. Исходные данные

№ стр.	Ф			Повторения			Сумма	Среднее
	A	B	2	1	2	3		
1	1	1	1	4,170	4,130	3,870	12,170	4,057
2			2	6,230	6,010	6,170	18,410	6,137
3		2	1	3,890	4,460	4,110	12,460	4,153
4			2	6,080	6,230	6,450	18,760	6,253
5		3	1	4,010	4,760	4,740	14,310	4,770
6			2	6,540	6,690	6,730	19,960	6,653
7	2	1	1	3,940	4,300	4,090	12,330	4,110
8			2	6,250	6,000	5,610	17,860	5,953
9		2	1	4,170	4,180	4,190	12,540	4,180
10			2	6,240	6,240	6,290	18,770	6,257
11		3	1	4,890	4,730	4,500	14,120	4,707
12			2	6,500	6,770	6,830	10,100	6,700
Сумма				63,710	64,500	63,580	191,790	5,327
Среднее				5,309	5,375	5,290		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	39,443	35	1,127	-	-
Вариантов	38,693	11	3,518	109,18	2,28
Повторений	0,041	2	0,021	0,64	3,47
Ошибки	0,709	22	0,032	-	-
Фактора А	0,003	1	0,003	0,23	18,51
Ошибки 1	0,029	2	0,015	-	-
Фактора В	2,729	2	1,364	48,71	4,50
Факторов АВ	0,010	2	0,005	0,18	4,50
Ошибки 2	0,226	8	0,028	-	-
Фактора С	35,860	1	35,860	949,24	4,73
Факторов АС	0,006	1	0,006	0,15	4,73
Факторов ВС	0,039	2	0,020	0,52	3,91
Факторов АВС	0,046	2	0,023	0,61	3,91
Ошибки 3	0,453	12	0,038	-	-

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенности	SX	SD	НСП	НСП %
Частных различий 1	0,070	0,098	0,424	7,950
Частных различий 2	0,097	0,137	0,317	5,955
Частных различий 3	0,112	0,159	0,346	6,494
Фактора А	0,028	0,040	0,173	3,246
Фактора В	0,049	0,069	0,159	2,978
Фактора С	0,046	0,065	0,141	2,651

Дисперсионный анализ

Задача. Влияние видов пара, системы основной обработки почвы в севообороте и удобрений на энергетическую продуктивность ячменя, тыс. корм. ед./га, в среднем за две ротации севооборота.

Число факторов=3. Число повторений=3.

Число уровней фактора <A>=2. Система основной обработки в севообороте

Число уровней фактора =3. Вид пара в севообороте

Число уровней фактора <C>=2. Использование мин. удобрений

1. Исходные данные

№ стр.	Ф			Повторения			Сумма	Среднее
	A	B	2	1	2	3		
1	1	1	1	2,330	2,490	2,420	7,240	2,413
2			2	3,390	3,390	3,680	10,460	3,487
3		2	1	2,400	2,410	2,710	7,520	2,507
4			2	3,420	3,390	3,700	10,510	3,503
5		3	1	2,470	2,590	2,610	7,670	2,557
6			2	3,540	3,550	3,580	10,670	3,557
7	2	1	1	2,580	2,660	2,650	7,890	2,630
8			2	3,700	3,470	3,540	10,710	3,570
9		2	1	2,660	2,490	2,740	7,890	2,630
10			2	3,560	3,490	3,740	10,790	3,597
11		3	1	2,760	2,670	2,610	8,040	2,680
12			2	3,590	3,660	3,680	10,930	3,643
Сумма				36,400	36,260	37,660	110,320	3,064
Среднее				3,033	3,022	3,138		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F расч.	F табл.
Общая	9,331	35	0,267	-	-
Вариантов	9,016	11	0,820	83,46	2,28
Повторений	0,099	2	0,050	5,05	3,47
Ошибки	0,216	22	0,010	-	-
Фактора А	0,132	1	0,132	5,6	18,51
Ошибки 1	0,046	2	0,023	-	-
Фактора В	0,043	2	0,022	1,94	4,50
Факторов АВ	0,004	2	0,002	0,17	4,50
Ошибки 2	0,089	8	0,011	-	-
Фактора С	8,821	1	8,821	1309,4	4,73
Факторов АС	0,010	1	0,010	1,48	4,73
Факторов ВС	0,001	2	0,001	0,09	3,91
Факторов АВС	0,005	2	0,003	0,37	3,91
Ошибки 3	0,081	12	0,007	-	-

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР %
Частных различий 1	0,088	0,124	0,535	17,467
Частных различий 2	0,061	0,086	0,199	6,482
Частных различий 3	0,047	0,067	0,146	4,767
Фактора А	0,036	0,051	0,219	7,131
Фактора В	0,030	0,043	0,099	3,241
Фактора С	0,019	0,027	0,060	1,946

Техкарта сидераты 1997-2001

Результаты расчета затрат на выращивание сидеральных культур, в среднем за 1998, 1999 и 2001 гг.

Статья затрат	Вариант						
	Рапс	Вика	Горох	Вика/рапс	Вика/овес	Горох/овес	Горох/рапс
27. Электроэнергия, кВт. руб.	2,0 0-36	23,3 4-20	46,7 8-41	12,7 2-29	44,2 7-96	46,7 8-41	24,3 4-37
28. Семена - всего, т тыс. руб.	1,2 18,0	14,0 126,4	28,0 252,0	7,6 72,0	26,5 176,5	28,0 196,0	14,6 135,0
29. Амортизация - всего, тыс. руб.	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97
30. Текущий ремонт - всего, тыс. руб.	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
31. Тарифный фонд оплаты труда на весь объем работы, руб.	532-35	535-86	539-81	534-11	538-71	539-81	536-04
32. Доплата за качество и срок, руб.	133-10	133-98	134-97	133-54	134-86	134-97	134-02
33. Отпуска, руб.	38-39	38-65	38-93	38-52	38-86	38-93	38-66
34. Доплата за стаж, руб.	53-24	53-59	53-98	53-41	53-87	53-98	53-60
35. Всего оплаты труда с начислениями, в т. ч. с отчислениями, руб.	757-08 972-76	762-08 999-36	767-69 1006-67	759-58 996-04	766-30 1004-85	767-69 1006-67	762-32 999-63
36. Всего прямых затрат, в т. ч. с накладными расходами в т. ч. на 1 га, руб.	48604-48 60755-60 607-56	156782-76 195978-45 1959-78	282955-98 353694-97 3536-95	102703-61 128379-51 1283-80	207640-54 259550-67 2595-50	226955-49 283694-97 2836-95	165790-49 207238-11 2072-38

Приложение 116
Техкарта озимая рожь 1998 2000

Приложение 117
Техкарта вика овес 2008-2010

Результаты расчета затрат на выращивание викоовсяных смесей на зеленое удобрение, в среднем за 2008-2010 гг.

Статья затрат	Вариант				
	1 : 5	1 : 3	1 : 1	2 : 1	3 : 1
27. Электроэнергия, кВт.	56,7	57,7	65,1	68,3	72,4
руб.	141-75	144-25	162-75	170-75	181-00
28. Семена - всего, т	4,2/12,9	6,0/11,4	12,0/7,6	15,6/5,0	18,0/3,8
тыс. руб.	33,6/77,4	48,0/68,4	96,0/45,6	124,8/30,0	144,0/22,8
29. Амортизация - всего, руб.	29228-29	29949-22	33236-35	34964-06	36538-73
30. Текущий ремонт - всего, руб.	13489-98	13822-72	15339-85	16137-25	16864-03
31. Тарифный фонд оплаты труда на весь объем работы, руб.	23324-88	23408-74	23370-92	23388-26	23411-23
32. Доплата за качество и срок, руб.	5843-79	5845-23	5855-31	5859-59	5865-38
33. Отпуска, руб.	1683-03	1687-95	1686-35	1687-60	1689-26
34. Доплата за стаж, руб.	2332-48	2340,87	2337-09	2338-82	2341-12
35. Всего оплаты труда с начислениями, в т. ч. с отчислениями, руб.	33184-18 43139-43	33282-79 43267-55	33249-67 43224-57	33274-27 43256-55	33306-99 43299-08
36. Всего прямых затрат, в т. ч. с накладными расходами в т. ч. на 1 га, руб.	267551-30 334439-12 3344-39	274150-61 342688-26 3426-88	304240-50 380300-62 3803-00	320055-64 400069-55 4000-69	334469-93 418087-41 4180-87

Приложение 120
Озимая рожь 2002-2004

Приложение 121
Озимая рожь 2002-2004

Приложение 122
Озимая рожь 2002-2004

Приложение 123
Озимая рожь 2010-2012

Приложение 124
Озимая рожь 2010-2012

Приложение 125
Озимая рожь 2010-2012

Приложение 126
Озимая рожь 2010-2012

