

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Орловский государственный аграрный университет»

На правах рукописи

Чадаев Ильяс Магамедович

**Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от сидеральных
и непаровых бобовых предшественников в лесостепной зоне ЦЧР**

по специальности 06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Гурин А.Г.

Орел, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА (Обзор литературы).....	9
1.1. Биологические особенности озимой пшеницы и требования к условиям произрастания.....	9
1.2. Роль сидеральных культур в повышении плодородия земель и урожайности сельскохозяйственных культур.....	12
1.3. Выбор предшественника для озимых пшеницы.....	18
Глава 2. МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА.....	24
2.1. Почвенные условия места проведения исследования.....	24
2.2. Погодные условия в годы проведения исследования.....	27
2.3. Объект исследования.....	30
2.4. Методики полевых и лабораторных исследований.....	31
Глава 3. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ.....	34
3.1. Твердость и плотность почвы.....	34
3.2. Структурно-агрегатное состояние и коэффициент структурности почвы.....	39
3.3. Содержание продуктивной влаги в почве в зависимости от предшественников.....	44
3.4. Содержание легкогидролизуемого азота в почве на посевах озимой пшеницы.....	51
3.5. Аккумуляция элементов питания почвы предшественниками озимой пшеницы.....	52
3.6. Содержание фосфора в почве после предшественников.....	55
3.7. Содержание калия в почве после предшественников.....	57
3.8. Биологическая активность почвы.....	60

ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	65
4.1. Ассимиляционная поверхность листового аппарата.....	65
4.2. Фотосинтетический потенциал.....	67
ГЛАВА 5. РОСТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ, УРОЖАЙНОСТЬ, СТРУКТУРА И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ.....	71
5.1. Густота стояния растений озимой пшеницы.....	71
5.2. Засоренность посевов озимой пшеницы.....	77
5.3. Рост растений озимой пшеницы.....	80
5.4. Урожайность озимой пшеницы.....	89
5.5. Урожайность предшествующих культур.....	92
5.6. Структура урожая озимой пшеницы.....	94
5.7. Качество зерна озимой пшеницы.....	97
ГЛАВА 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И УДОБРЕНИЙ.....	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	108
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ.....	110
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	111
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	129
Приложение А Температурные данные за период проведения исследований....	130
Приложение Б Количество осадков (мм) за период проведения исследований..	131
Приложение В Акт внедрения результатов исследования.....	132
Приложение Г Акт внедрения результатов исследования.....	133

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Среди зерновых колосовых культур озимая пшеница занимает ведущее значение. В Российской Федерации озимая пшеница является основной продовольственной культурой. В Центрально-Черноземной зоне, где ее посевы составляют более четырех миллионов гектар, одним из основных производителей является Орловская область. На ее долю приходится почти 12% площадей. Валовые сборы зерна в орловской области ежегодно составляют 1,5-1,8 млн.т. при средней урожайности 4,0-4,7т/га.

Получение высоких урожаев озимой пшеницы обеспечивается за счет строгого соблюдения научно-обоснованных технологий возделывания, начиная от подбора высокоурожайных сортов и подготовки почвы и заканчивая применением систем удобрений, защиты растений и т.д.

В череде значимых агротехнических мероприятий по возделыванию озимой пшеницы немаловажное значение имеет подбор предшественников. Озимая пшеница является одной из наиболее требовательных культур к предшественнику [104, 105, 141].

В ЦЧР лучшими предшественниками считаются чистые и сидеральные пары [9, 106, 107, 108, 116, 136].

Негативной стороной данного агротехнического приема является то, что поле под чистыми и сидеральным паром не дает товарной продукции, вследствие чего производители крайне редко используют пары в качестве предшественника для озимой пшеницы [38, 143].

Введение в севообороты бобовых на зерно в качестве предшественника не только повышает ее урожайность и экономическую эффективность, но способствует сохранению плодородия [7, 11, 47, 48, 73].

Степень разработанности темы. Имеющиеся в научной литературе данные по исследуемой теме показывают, что, несмотря на большое количество данных, рекомендующих использование в качестве предшественника сидеральных паров, а также зернобобовых культур, не все аспекты остаются до

конца изученными. При этом ряд положений носит дискуссионный характер [14, 72, 80, 81, 90, 101, 102, 133, 135, 149]. В частности, не изучалась эффективность возделывания озимой пшеницы в условиях серой лесной почвы ЦЧР после сидеральных бобовых предшественников и зернобобовых однолетних предшественников, выращиваемых на зерно. В связи с чем, возникла необходимость в проведении исследований по выявлению данных приемов на физико-химические свойства почвы, продуктивность и экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы. Эти обстоятельства обуславливают актуальность темы настоящего диссертационного исследования.

Цель исследований. Заключается в повышении плодородия серой лесной почвы и урожайности озимой пшеницы на основе использования сидеральных паров и зернобобовых предшественников, выращиваемых на зерно, в условиях лесостепной зоны ЦЧР.

Задачи исследований:

1. Выявить эффективность воздействия паровых и непаровых и непаровых зернобобовых предшественников на физико-химические свойства серой лесной почвы.
2. Провести оценку фотосинтетической деятельности посевов озимой пшеницы в зависимости от предшественников и минеральных удобрений.
3. Изучить влияние предшественников и минеральных удобрений на ростовые особенности, урожайность и качество зерна озимой пшеницы.
4. Дать экономическую оценку использования паровых и непаровых зернобобовых предшественников озимой пшеницы на фоне минеральных удобрений.

Научная новизна. Проведена сравнительная оценка эффективности паровых и непаровых зернобобовых предшественников для озимой пшеницы на серой лесной почве в условиях лесостепной зоны ЦЧР.

Доказано, что сидеральные пары, по сравнению с чистым паром и непаровыми зернобобовыми предшественниками, более активно влияют

на физические свойства (твердость, плотность, структурное состояние), а также водный и пищевой режимы почвы.

Установлено, что в сидеральных парах в большей степени активизируется микробиологическая деятельность почвы, улучшается фитосанитарное состояние посевов, активизируются ростовые процессы растений, повышается урожайность и качество зерна.

Определено, что использование люпина узколистного в качестве сидеральной культуры обеспечивает оптимизацию условий произрастания озимой пшеницы и максимальное повышение ее продуктивности и качества зерна.

Экспериментально доказана эффективность применения минеральных удобрений на посевах озимой пшеницы после бобовых предшественников.

Теоретическая и практическая значимость. Получены новые знания, которые вносят существенные дополнения в развитие теоретических представлений о влиянии бобовых культур, используемых в качестве паровых и непаровых предшественников, на физико-химические и микробиологические свойства серой лесной почвы и расширяют научное представление об их влиянии на условия питания и формирование высокопродуктивных посевов озимой пшеницы.

Установлено, что лучшим предшественником для озимой пшеницы является люпин узколистный, высеваемый как на сидерат, так и на зерно.

Доказано, что сидеральные культуры в большей степени влияют на физико-химические свойства почвы, относительно зернобобовых культур возделываемых на зерно. Однако, показатели экономической эффективности в звене севооборота «предшественник - озимая пшеница» выше после непаровых зернобобовых культур.

Внесение минеральных удобрений на посевах озимой пшеницы в дозе $N_{54}P_{52}K_{52}$ обеспечивают прибавку урожая не менее чем на 11-12%.

Итоги диссертационного исследования могут быть использованы при разработке и совершенствовании технологии возделывания озимой пшеницы,

а также в хозяйствах, занимающихся производством зерна и особенно в небольших фермерских хозяйствах.

Результаты исследования используются в учебном процессе в ФГБОУ ВО Орловский ГАУ.

Методология и методы исследований. Методология исследований основана на анализе и обобщении ранее известных достижений науки и практики, а также на принципах системного подхода и решению изучаемой проблемы. Методы исследований – обобщающий, экспериментальный полевой опыт и лабораторные исследования почвенных и растительных образцов, статистический и экономический методы исследований, текстовое и графическое, а также цифровое отображение полученных результатов.

Основные положения, выносимые на защиту:

- сидеральные бобовые культуры оказывают большее влияние на улучшение физико-химических свойств серой лесной почвы, относительно зернобобовых культур, возделываемых на зерно;

- формирование структуры урожая озимой пшеницы и показатели качества зерна в основном зависят от внесения минеральных удобрений и в меньшей степени от размещения её по паровым и непаровым бобовым предшественникам;

- лучшим зернобобовым предшественником для озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны является люпин узколистый;

- экономически эффективно возделывание озимой пшеницы по непаровым зернобобовым и предшественникам с внесением минеральных удобрений.

Степень достоверности и апробации результатов исследований. Результаты исследований внедрены и используются при возделывании озимой пшеницы в ООО «ОПХ Орловское» Орловского района и ООО «Агроком» Комаричского района Брянской области на площади 383 га.

Апробация работы. Результаты исследований подтверждаются достаточным объемом экспериментальных данных, проведенных в 2016-2019 г.г. Материалы диссертации докладывались и получили положительную оценку на международной научно-практической конференции. Орел, 2017; Международной

интернет конференции. Орел, 2017; Международной научно-практической конференции «Коняевские чтения». Екатеринбург, 2017; Международной научно-практической конференции аспирантов, молодых ученых и специалистов. Орел, 2018; Международной научно-практической конференции «Экология и сельское хозяйство: на пути инновациям. Орел, 2019. Результаты исследований ежегодно докладывались на заседаниях кафедры агроэкологии и охраны окружающей среды Орловского ГАУ.

Диссертационные исследования прошли производственную проверку и внедрены на полях ООО «ОПХ Орловское» на площади 137 га и ООО «Агроком» на площади 246 га.

Личный вклад автора. Проведен патентный поиск и проанализирована научная литература отечественных и зарубежных авторов, разработана схема закладки опытов, проведение полевых и лабораторных исследований, анализ и обобщение полученных экспериментальных данных, математическая обработка, подготовка публикаций.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 10 печатных работах, в т.ч. 3 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Доля личного участия составила 75-80%.

Структура и объем диссертации. Изложена на 133 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 6 глав, выводов и рекомендаций производству, включает 21 таблицу, 10 рисунков, 4 приложения. Список литературы включает 181 наименование, в т.ч. 24 иностранных авторов.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА

(Обзор литературы)

1.1. Биологические особенности озимой пшеницы и требования к условиям произрастания

Озимая пшеницы является важнейшей продовольственной и фуражной культурой. В мире под пшеницей занято более 30% пашни [66]. Ее ценность заключается в высоком содержании углеводов, белка, жиров.

У нас в стране озимая пшеница занимает более 40% всей посевной площади [83].

Озимая пшеница относится к семейству Мятликовые. На сегодняшний день установлено 22 вида озимой пшеницы, которая подразделяется на два вида: мягкая пшеница и твердая пшеница. Среди каждого вида имеется большое количество разновидностей [18].

Корневая система озимой пшеницы мочковатая, распространяющаяся в основном в пахотном слое на глубине до 20 см. Масса корневой системы составляет 20-25% общей массы растения. Корневая система состоит из первичных и вторичных корней. В зависимости от сортовых особенностей и механического состава почвы количество корешков может составлять 2-10 шт.

Как правило, после образования узла кущения начинают развиваться узловые (вторичные) корни. В этот период развития рост корневой системы озимой пшеницы во многом зависит от предшественника, который на данном этапе определяет условия питания и обеспеченность растений влагой [15].

Стебель озимой пшеницы – соломина, разделенная узлами с поперечными перегородками на 5-6 и более междоузлий. Длина стебля зависит как от сортовых особенностей, так и условий возделывания. При оптимальных условиях развития, стебель способен образовывать боковые побеги, возникающие из сближенных подземных стеблевых узлов или узла кущения. В начальной фазе выхода в трубку

стебель растет медленно, затем интенсивность роста повышается и в период цветения достигает максимального развития [17].

Лист образуется на каждом стеблевом узле. Их количество и размеры довольно сильно варьируют, что связано с сортовыми различиями и условиями произрастания [34].

Соцветие озимой пшеницы - колос, состоящий из коленчатого стержня и колосков. На каждом выступе колоскового стержня расположено по одному колоску. Колосок состоит из двух широких колосовых чешуй, защищающими расположенные выше части колоска. Между колосковыми чешуйками расположены цветки. По длине колосья подразделяются на: мелкие, средние и крупные. Однако длины колоса могут варьировать в зависимости от условий возделывания.

Цветок имеет две цветковые чешуи, между которыми находятся главные части цветка – пестик с двумя перистыми рыльцами и три тычинки. Цветки обоеполые, собраны в соцветие сложный колос.

Плод озимой пшеницы - голая зерновка, в которой семя срастается с околоплодником. Зерновка состоит из плодовой и семенной оболочек, эндосперма и зародыша [90, 134].

Для нормального роста развития озимой пшеницы необходимы определенные температурные условия. Они различны в зависимости от периода вегетации. Семена начинают прорастать при температуре 1-2°C, всходы появляются через 7-9 дней при температуре воздуха 14-16 °C. Через 13-15 дней при температуре 12-15 °C растения проходят фазу кущения, которая длится 30-45 дней. При снижении среднесуточной температуры воздуха до 4-5 °C ротовая активность озимой пшеницы затухает.

В зимний период озимая пшеница выдерживает понижение температуры до – 17-19 °C без снежного покрова. При наличии снежного покрова не погибает при – 25 °C.

Начало ростовой активности в весенний период у озимой пшеницы наблюдается при температуре 5 °C. В этот период для нее крайне нежелательны

резкие температуры в дневное время до плюс десяти градусов, а в ночное – до минус десяти. В фазу выхода в трубку оптимальной температурой является + 14-16 °С [62].

В период колошения озимой пшеницы требуется прогрев воздуха 18-20 °С. Для созревания оптимальной температурой воздуха является 22-25 °С. При температуре свыше 35 °С и низкой влажности зерно формируется щуплым и невыполненным [51, 131].

Озимая пшеница также предъявляет неодинаковые требования к влагообеспеченности почвы в течение вегетационного периода. В период прорастания зерна растениям требуется незначительное количество влаги, т. к. они в этот период используют влагу семян. Тем не менее, для обеспечения дружных всходов необходимо наличие в 0-10 см. слое почвы запаса продуктивной влаги не менее 10 мм. [31, 74].

В период осеннего кущения растений озимой пшеницы количество и продуктивность влаги в слое почвы 0-20 см. должно составлять не менее 30 мм.

До 70% всей потребляемой влаги растениями озимой пшеницы приходится на период от весеннего отрастания до колошения. При этом фаза выхода в трубку колошения является критическим периодом по отношению к влаге [140].

Озимая пшеница предъявляет повышенные требования к почвенным условиям. Наиболее пригодными являются почвы с мощным гумусовым горизонтом и высоким содержанием элементов питания. Лучшими являются почвы с нейтральной или слабокислой реакцией почвенной среды рН 6-7, содержанием гумуса не менее 3-4% [27].

Несмотря на то, что корни у пшеницы могут прорасти глубоко, она слабо использует питательные элементы из почвы. Поэтому озимая пшеница отзывчива на внесение минеральных удобрений и предъявляет высокие требования к обеспеченности почвы элементами питания [55].

Озимая пшеница расходует на формирование 1 ц зерна 3-4 кг азота, 1-2 кг калия. Для формирования высокого урожая с отличным качеством зерна

необходимо обеспечить содержание общего азота в листьях в фазу кущения – 5,0-5,5%; в фазу выхода в трубку – 4,5-5,0, в фазу колошения – 3,0-4,0% [3, 57].

Фосфор также необходим для нормального роста и развития озимой пшеницы. Он повышает зимостойкость растений, способствует развитию корневой системы и генеративных органов, ускоряет созревание. В листьях озимой пшеницы максимальное содержание (1-1,5%) наблюдается в фазу всходов. В дальнейшем содержание его уменьшается [110].

Максимальное потребление фосфора происходит в фазу выхода в трубку и продолжается до цветения [69, 113].

Достаточная обеспеченность калием также важна для озимой пшеницы. Калий повышает устойчивость растений к полеганию, снижает поражаемость корневыми гнилями и ржавчиной.

В начальные фазы развития растений озимой пшеницы оптимальное содержание калия в листьях составляет 2,5-3,5%. В дальнейшем происходит его постепенное снижение до 0,8-1,1%. Максимальное потребление данного элемента озимой пшеницей происходит в фазу выхода в трубку и до цветения [155].

1.2. Роль сидеральных культур в повышении плодородия земель и урожайности сельскохозяйственных культур

Современное сельскохозяйственное производство в своем стремлении получать максимум урожая совершенно не обращает внимание на состояние почв, на которых и произрастает продукция. Состояние пахотных земель характеризуется как неудовлетворительное [45, 63, 82, 126].

Необходимо иметь в виду, что рациональное природопользование относится к числу важнейших проблем сельского хозяйства [52]. Современная концепция развития сельского хозяйства, признанная не только у нас в стране, но и за рубежом предусматривает стабильное воспроизводство ресурсов и создание оптимальных условий для поддержания высокого их потенциала в течение длительного периода.

По мнению многих ученых, важным резервом повышения плодородия почвы является использование так называемого зеленого удобрения, или сидерации. Термин «Сидерат» введен в обиход в 19 в. французским ученым Ж. Вилем [109].

Несмотря на то, что удобрительные свойства зеленых растений были известны еще в Древнем Риме [4], более или менее широкое применение сидератов в Европе началось в 16-18 в.в. [44].

Большая заслуга в теоретическом обосновании вопросов применения зеленых удобрений принадлежит отечественному ученому, классику травопольного землевладения Д.Н. Прянишникову [114].

Ценность зеленого удобрения, по мнению ведущих ученых, состоит в том, что они являются неисчерпаемым, постоянно возобновляемым источником органического вещества [43, 86, 116, 118, 150].

По данным Р.С.Шакирова и Р.И. Шамсутдинова[151], применение сидератов в два с лишним раза дешевле внесения навоза и в пять раз дешевле использования минеральных удобрений. По их мнению, заплата в почву 25 т зеленой массы растений равноценна внесению 50 т навоза. Использование донника в качестве сидеральной культуры в восьмипольном севообороте позволяет поддерживать положительный баланс гумуса.

Немаловажное значение имеют сидеральные культуры в качестве улучшителей физических свойств почвы. Как правило, на почвах с неудовлетворительными физическими свойствами продуктивность сельскохозяйственных культур, в т.ч. и озимой пшеницы не велика, в силу ослабленного роста корневой системы и соответственно надземной массы.

Сидеральные культуры, как правило, имеют хорошо развитую корневую систему с выраженным стержневым строением, которая способна проникать в нижние горизонты почвы и тем самым способствовать снижению ее плотности. Так, заплата люпина в сидеральных парах уменьшала плотность сложения серой оподзоленной почвы.

Немаловажным моментом также является то, что заплата сидерата благотворно влияет на агрегатный состав почвы, улучшают водопрочность агрономически ценных агрегатов. Так по данным С.Н. Зудилина [68] использование люпина в качестве сидеральной культуры способствовали увеличению водопрочных агрегатов до 10%.

Улучшение агрофизических свойств почвы под влиянием сидеральных культур отмечено многими отечественными и зарубежными учеными, проводившие исследования в различных почвенно-климатических условиях [32]; [63, 88, 122, 124, 139, 165, 176].

Полевые культуры, особенно бобовые, используемые в качестве сидератов обладают высокой удобрительной ценностью. Зеленые удобрения улучшают агрохимические свойства почвы. Под влиянием сидерации снижается кислотность, повышается сумма поглощенных оснований, но самое ценное, что с зеленой массой в почву поступает до 200 кг азота, до 70 кг фосфата и до 170 кг калия [13, 29, 75].

Многочисленными исследованиями доказана положительная роль сидерации в повышении содержания элементов питания в почве [14, 42, 72, 87, 129, 132, 156, 163, 179].

Удобрительные свойства сидератов обусловлены наличием в их составе элементов питания, которые переходят в подвижные формы при разложении их в почве. Сидеральные культуры по содержанию азота равноценны навозу КРС и даже превосходят его [99, 156].

Количество поступающего азота в почву зависит как от вида сидеральной культуры, так и от количества запахиваемой биомассы.

По данным К.Г. Шультмейстера и др. [154] в условиях Нижнего Поволжья использование донника в качестве сидеральной культуры позволяет накапливать в почве порядка 150 кг азота. Между тем В.И.Хохлов [142] утверждает, что заплата люпина в количестве 30 т/га обеспечивает поступление 150 кг азота в почву. Использование только пожнивных-корневых остатков снижает поступление азота в почву в три раза.

Высокая эффективность донника отмечена также в условиях Забайкалья. При этом указывается, что с пожнивно-корневыми остатками в почву поступает до 105 кг азота, 26 кг фосфата и 92 кг калия. В тоже время заделка зеленой массы обеспечивает поступление в почву 154 кг азота, 41 кг фосфата и 129 кг калия [10].

Заделка в почву гороха по данным А.П.Исаева [71] способствует поступлению в почву 145 кг азота, 27 кг фосфора и 121 кг калия. В тоже время заделка рапса (при аналогичной биомассе) обеспечила поступление 170 кг азота, 25 кг фосфора и 75 кг калия. Как утверждают К.И.Саранин и В.Н.Федорищев [120] заделка в почву крестоцветных сидератов массой 20 т/га обеспечила накопление 140 кг азота, 66 кг фосфора и 144 кг калия.

Немаловажное значение имеет и то, что под влиянием сидерации активизируются биологические процессы почвы. Как известно, плодородие почвы формируется при непосредственном участии почвенной биоты. С жизнедеятельностью обитателей почвы связаны процессы разложения органических остатков растений. Так, гетеротрофные бактерии усваивают углерод из отмерших органических веществ, разлагая их на простые соединения. К гетеротрофам относятся аммонифицирующие, целлюлозоразрушающие, денитрифицирующие бактерии и др.

Помимо бактерий в почвообразовании принимают участие грибы актиномицеты.

Грибная микрофлора для питания использует отмершие органические остатки, при этом она способна полностью минерализовать сложные соединения, такие как клетчатка, лигнин, пектины и др [94].

Биологическая активность почвы, которая тесно связана с численностью почвенной биоты, напрямую зависит от наличия в ней достаточного количества органических веществ. Поскольку сидерация способствует обогащению почвы органикой, то данный агротехнический прием активизирует деятельность почвенных микроорганизмов, происходит увеличение численности различных групп микроорганизмов, для которых сидеральная масса является энергетическим материалом. В результате жизнедеятельности микроорганизмов осуществляется

минерализация органического вещества и образование доступных для растений форм элементов питания.

Химический состав сидератов характеризуется узким соотношением С: N, близким к 10:1. Данное соотношение способствует повышению биологической активности почвы и соответственно, усилению процессов минерализации органического вещества и накопления усвояемых форм питания растений. Внесение навоза с широким соотношением С: N 40-5:1 приводит к иммобилизации элементов питания в почве [123, 125].

Даже на черноземных почвах применение сидерации повышает ее биологическую активность и ведет к увеличению численности почвенных микроорганизмов [2]. По данным авторов, запашка клевера и внесение навоза увеличивала целлюлозоразрушающую активность почвы под озимой пшеницей на 20-30%.

Целлюлозоразрушающая и нитрификационная активность почвы наблюдается не только в первый год после запашки сидератов, но и сохраняется на второй год [92].

Важная роль зеленых удобрений заключается также в том, что они увеличивают азотфиксацию за счет активизации азотфиксирующих бактерий [87], а также активность почвенных ферментов [25, 26, 44].

Активизация почвенной микрофлоры отмечается многими исследователями [33, 54, 56, 84, 91, 111].

При возделывании озимой пшеницы немаловажное значение имеет отсутствие сеgetальной растительности в посевах. Засоренность посевов даже в средней степени снижает урожайность на 15-20% [112]. Проведенные многочисленные исследования подтверждают положительное влияние сидератов в снижении засоренности посевов последующих культур в т.ч. и пшеницы [5]; [30, 58, 80, 127, 153].

По данным В.Ф. Кормилицина [77] в Саратовской области сидерация снижала засоренность последующих культур в 1,5-2 раза. Аналогичные результаты получены в опытах М.Н. Новиков [100], когда использование редьки

масличной в качестве сидеральной культуры, снижало численность сорных растений в последующем посеве зерновых практически в два раза.

В условиях Белорусии запашка в почву многолетнего люпина способствовала снижению засоренности последующих посевов более чем в два раза [16].

По данным И.В.Дудкина и Т.А.Дудкиной [52] (Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии) при замене черного пара гороховым сидератом практически не оказала влияние на численность и массу сорной растительности. Положительную роль зеленого удобрения в подавлении сорной растительности отмечают другие исследователи [41, 98, 116].

Современные севообороты, как правило, насыщены зерновыми культурами, доля которых доходит до 70-80% [123]. Такое состояние негативно отразилось на фитосанитарном состоянии посевов. Заболеваемость пшеницы корневыми гнилями наблюдается повсеместно. В тоже время в научной литературе имеются данные, что использование сидерации способствует снижению заболевания на 22-24%. Снижение заболеваемости происходит в результате того, что при запашке зеленой массы активно развиваются грибы-антагонисты возбудителей корневых гнилей.

Данное явление не единственный случай. Положительное влияние сидерации, особенно крестоцветными культурами, на снижение корневых гнилей на зерновых культурах отмечено многими исследователями, которые отмечают снижение болезни от 5-13% до 50-60% [39, 89, 120].

В научной литературе имеется много данных о повышении продуктивности сельскохозяйственных культур, в том числе и озимой пшеницы, под влиянием сидерации [8, 76, 78] Так, лучшей сидеральной культурой, по мнению В.М. Тужилина и А.В Быневой [136, 137] считают донник. Урожай озимой ржи по их данным был на 10,5 ц/га выше по сидеральному пару, в отличие от чистого пара.

В ФРТ за 10 лет исследования урожайность озимой пшеницы была выше на 11,0% после сидерального пара.

Во Франции использование простоцветных культур на сидерат способствовало повышению силосной массы кукурузы до 23%.

Роль предшественников для формирования высокой продуктивности озимой пшеницы неоспорима. В связи с этим изучение конкретных предшественников в условиях серой лесной почвы Северной части ЦЧР является актуальной задачей. Решению задач совершенствования технологии возделывания озимой пшеницы по различным предшественникам в условиях Орловской области посвящена представленная диссертация.

1.3. Выбор предшественника для озимой пшеницы

Озимая пшеница представляет повышенные требования к предшественникам. Предшественники должны оставлять поле чистое от сорняков и вредителей хлебных злаков. Также важно, чтобы в посевном слое и ризосфере озимой пшеницы, почва должна иметь оптимальную влажность для дружного прорастания семян и активного роста корневой системы и при этом обеспечена в необходимом количестве элементами минерального питания [104]. Предшественники, после которых остается достаточное количество влаги в пахотном слое почвы являются лучшими для озимой пшеницы [40].

Обеспечить такие условия для озимой пшеницы, по мнению В.А Корчагина [78], а также многих других ученых [133, 135, 149, 155] можно лишь в черном пару, т.к. здесь создается наиболее благоприятный водный режим. Однако при оценке пара необходимо иметь ввиду какое влияние он оказывает на свойства почвы, а главное, какое влияние он будет оказывать на продуктивность последующей культуры, в т.ч. и озимой пшеницы [104].

По мнению Н.С. Эйгеса и др. (2015) в зоне неустойчивого увлажнения чистый пар не накапливает в достаточном количестве почвенной влаги в летний период, и его роль заключается не в накоплении, а сбережении влаги в осенне-зимнего периода. В.М. Пенчуков и Г.Р. Дорожко [46] также не подтверждают

преимущества чистого пара перед занятым по урожайности озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения.

Низкие запасы почвенной влаги являются одной из основных причин низкой продуктивности озимой пшеницы [47]. В условиях Ставропольского края, по мнению исследователей, больше всего влаги содержится в занятых парах.

Проведенные исследования и проделанные расчеты рядом ученых говорят о том, что занятые пары, как предшественники озимой пшеницы, экономически более рентабельны, чем чистые пары [143].

Несмотря на то, что черный пар остается лучшим предшественником для озимой пшеницы, во многих регионах, его наличие существенно снижает общую продуктивность севооборота. Но самое главное, черный пар значительно ускоряет минерализацию органического вещества почвы [67].

Сельхозтоваропроизводители в последние годы вынуждены заниматься производством, так называемых рыночных культур, не требующих вложения больших энергетических затрат. В основном это зерновые и крупяные культуры, которые не относятся к улучшителям почвенного плодородия, что негативно сказывается на состоянии пахотных земель. Кроме того выращивание зерновых по зерновым снижает продуктивность этих культур. Бессменное возделывание культур, как известно, приводят к накоплению инфекций и возбудителей болезней.

Для сохранения плодородия почвы имеет большое значение введение в севооборота бобовых культур выращиваемых на зерно.

По мнению авторов [21, 22, 23, 24, 60, 71] бобовые являются лучшими предшественниками. Поживно-корневые остатки после бобовых легко минерализуются за счет повышенной ферментативной активности и аккумуляцией питательных веществ. После бобовых культур создаются более благоприятные условия минерального питания не только за счет содержания питательных элементов в поживно-корневых остатках, но и за счет повышения подвижности элементов питания, содержащихся в подпахотном горизонте почвы.

Бобовые зерновые культуры признаны лучшими во многих регионах страны. В нечерноземной зоне выращивание озимых зерновых после бобовых предшественников позволили получать до 50 ц/га зерна высокого качества.

В Волго-Вятском регионе возделывание гороха на зерно по эффективности, как показали исследования, не уступает вико - овсяному пару.

В Мордовии, по данным сельскохозяйственной опытной станции, урожайность озимой ржи была выше после чистого пара, чем после гороха на зерно и вико - овсяной смеси, однако с учетом урожая предшествующих культур в целом в два года эффективность была выше [96].

В Башкирии замена второго поля яровой пшеницы горохом в зернопропашном севообороте повысила продуктивность севооборота. При этом увеличилось содержание нитратного азота в почве почти в 2,5 раза. Также повысилось содержание продуктивной влаги в метровом слое. Продуктивность севооборота с горохом повысилась на 30% в среднем за две ротации.

В Татарстане в зоне достаточного увлажнения на серой лесной почве замена чистого пара гороховым также является экономически выгодным. Суммарная урожайность в гороховом звене была больше, чем в паровом. Урожайность последующих культур (пшеница и ячмень) была одинаковой [119].

На легких почвах с хорошим увлажнением лучшим предшественником является люпин узколистый, т.к. он более устойчив к антракнозу. В Белоруссии урожайность озимой пшеницы после люпина на зерно была такой же, как и после картофеля и гречихи [95].

Зернобобовые культуры имеют важное значение в повышении плодородия почв как самостоятельная или промежуточная культура на сидерат. На слабокультуренных почвах урожайность сельскохозяйственных культур увеличивается на 40-60%. При этом необходимо иметь в виду, что зернобобовые культуры выполняют свою средообразующую роль в севооборотах, только когда для них самих созданы благоприятные условия для роста и развития. В этом случае осуществляется симбиотическая азотфиксация атмосферного азота. В опытах ВНИИ ЗБК [67] озимая пшеница после бобово-злаковой смеси,

убранной на сенаж, имела урожайность более 60 ц/га только при внесении фосфорно-калийных удобрений в качестве весенней подкормки. Последствие биологического азота было устойчивее минерального, и по эквивалентности приравнивалось к дозе 60 кг действующего вещества азота.

Бобовые культуры играют важную роль в улучшении азотного питания всех культур. Так, по данным Башкирского НИИСХ под озимой рожью после гороха в среднем за вегетационный период, нитратов содержалось больше, чем после черного пара. В опыте четко прослеживалась усиленная минерализация органического вещества. Нивелирование различий по содержанию нитратного азота между черным и занятым паром отмечено только на пятый год исследования. Что касается содержания фосфора и калия, здесь выявлена иная закономерность. Горох интенсивно потребляет элементы питания, и их содержание в почве снижается, тогда как в пару увеличивается [6]. По мнению зарубежных ученых это объясняется тем, что разложение и минерализация остатков бобовых культур идет значительно быстрее, чем зерновых.

Немаловажное значение имеет и тот факт, что бобовые предшественники улучшают фитосанитарную обстановку. Так, после гороха отмечено уменьшение засоренности овсюгом, благодаря тому, что корневая система гороха угнетает его всходы, которые появляются позже всходов гороха [67].

В условиях Алтайского края засоренность яровой пшеницы после вико-овсяной смеси не отмечалась от засоренности по чистому пару. В то время как после гороха на зерно засоренность была больше, чем после пара [59].

После люпина и гороха поражение растений озимой пшеницы было в полтора раза меньше, чем по зерновым предшественникам [158].

При выборе предшественника необходимо также иметь в виду, что посеы озимой пшеницы засоряются в большей степени ранними сорняками, чем поздними. В ее посевах увеличивается количество зимующих сорняков.

По данным М.Б. Батуевой и А.П. Батудаева [11] в севообороте с горохом на зерно была выявлена самая большая численность многолетних сорных растений и незначительное количество однолетних злаковых сорняков.

В условиях Ставропольского края пораженность озимой пшеницы корневыми гнилями в большей степени проявляется по парозанимающим предшественникам, по вико-пшеничной смеси развитие болезни существенно снижается. Наименьшая пораженность этой болезнью отмечена после эспарцета, люцерны и гороха [28].

Наращение патогенной микрофлоры неизбежно при зерновой монокультуре. По данным Н.Г.Захарова и др. [61] при включении в севооборот зернобобовых культур распространенность и развитие болезней зерновых уменьшается.

Предшественники озимой пшеницы также оказывают существенное влияние на численность вредных организмов, таких, как злаковые тли, пшеничные трипсы, хлебные жужелицы и др. Зернобобовые культуры в значительной мере снижают численность вредителей [7].

При возделывании озимой пшеницы весьма значимыми являются факторы плодородия почвы, в т.ч. агрофизические и агрохимические. От этих показателей во многом зависит продуктивность озимой пшеницы [21, 65, 93].

Одним из основных показателей, характеризующих физические свойства почвы, является ее плотность. Оптимизация плотности пахотного слоя почв является одной из главных задач земледелия [50].

Предшественники также влияют на структурный состав почвы. Основная роль в структурообразовании почвы принадлежит корням растений [46].

Первостепенное значение структурообразованию почвы принадлежит, помимо корневой системы, также растительным остаткам. В научной литературе имеется много данных о положительном влиянии их на структуру почвы [12, 20, 148, 157, 158].

Вместе с тем, как показал анализ имеющихся литературных источников, большое количество проводимых исследований осуществлялось в различных

почвенно-климатических условиях. Что касается исследований, проводимых в Орловской области, то их явно недостаточно. В связи с этим перед нами была поставлена задача, изучить влияние бобовых предшественников на ростовую активность и урожайность озимой пшеницы на серых лесных почвах в условиях Орловской области.

ГЛАВА 2. МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Почвенные условия места проведения исследований

В лесостепи Среднерусского Черноземья серые лесные почвы, являются очень распространёнными и занимают около 900 тысяч гектаров. Общая площадь серых лесных почв составляет более 60 млн. га, или 2,8% всех почв страны. Распаханность их по отношению к площади сельхозугодий достигла в целом по России 91%, хотя они заметно уступают по продуктивности черноземам. Запас гумуса составляет: 130-160 тонн в светло-серых, 180-190 в серых и 220-290 тонн на гектаре в темно-серых почвах. В основе разделения серых лесных почв на подтипы светло-серых, серых и темно-серых кроме их морфологического строения лежит и содержание гумуса. В обобщенном виде в горизонте А содержание гумуса таково: у светло-серой лесной почвы 2-3%, у серой - 3-4%, у темно-серой – 5-6% при мощности этого горизонта соответственно 15-20, 25-30 и 30-40 см.

Несмотря на то, что они по содержанию гумуса уступают черноземам, находясь в условиях лучшего увлажнения дают хорошие урожаи зерновых, технических и кормовых культур. Они благоприятны для выращивания садов. На них произрастают ценнейшие дубравы, которые выполняют важную почвозащитную, водо-охранную, рекреационную роль и поставляют древесину высочайшего качества. Серые лесостепные почвы приурочены преимущественно к склоновым местностям, имеют недостаточно водостойкую структуру и поэтому подвержены эрозии. Смытые их варианты характеризуются низким плодородием. Урожайность зерновых культур снижается в среднем на 20-30 процентов на слабосмытых, на 35-40 на среднесмытых и на 55-70 процентов на сильносмытых почвах. Эти почвы нуждаются в защите от эрозии.

Серые лесные почвы Орловской области сформировались по приводораз-

дельным склонам рек Оки, Орлика, Зуши, Навли, Цона преимущественно на четвертичных покровных лессовидных суглинках. Следует помнить, что разности оподзоленных черноземов и темно-серых оподзоленных почв лесостепи, выделяемые при почвенных обследованиях, часто бывают очень близки между собой по свойствам, генезису и агрономической характеристике. Они различаются только по степени проявления процесса оподзоливания, то есть кремнеземистая присыпка и иллювий коллоидов у темно-серых оподзоленных почв бывают обычно выражены сильнее, чем у оподзоленных черноземов.

Серые и особенно светло-серые оподзоленные почвы лесостепи отличаются от темно-серых почв значительно меньшим содержанием гумуса. Так, например, у суглинистых, темно-серых оподзоленных почв Средне-Русской возвышенности содержание гумуса колеблется от 5 до 9%, у серых — от 3 до 5%, у светло-серых — от 2 до 3%. Сильно понижается и мощность гумусового горизонта. У тяжелосуглинистых серых оподзоленных почв лесостепи она часто колеблется в пределах 25-40 см. У светло-серых оподзоленных почв она в большинстве случаев не превышает мощности пахотного горизонта 20-25 см, и углубление пахотного слоя на них в отличие от других оподзоленных почв лесостепи часто приходится производить за счет бедного гумусом оподзоленного горизонта.

После распашки серой лесной почвы, вышедшей из-под леса, на участках, которые систематически засеваются зерновыми культурами с корневой системой, распространяющейся не глубже 120-150 см, иссушение растениями глубоких горизонтов почвы и почвообразующей породы прекращается. Так как, в условиях лесостепи осенне-зимнее и раннее весеннее промачивание почвы сравнительно велико, и очень часто превышает глубину иссушения почвы корневыми системами зерновых злаков, то в глубоких горизонтах почвы и грунта на участках, вышедших из-под леса и находящихся под зерновыми культурами, сильное иссушение, созданное лесом, устраняется. При этом почвы приобретают сравнительно высокую влажность. В результате на такой почве, находящейся под культурой зерновых хлебов, летом, особенно после уборки, наблюдается иное распределение влаги по почвенному профилю. Поверхностный слой почвы,

подверженный непосредственному воздействию палящих лучей солнца, в отличие от почвы, находящейся под лесом, оказывается сильно иссушенным. С глубиной влажность почвы постепенно возрастает и на глубине 1,5-2 м достигает уже значительной величины. Наличие сильно иссушенного слоя на поверхности почвы и влажного слоя на глубине около 1,5 м периодически создает условия для появления восходящих капиллярных токов воды, вместе с которыми из почвенных горизонтов, залегающих глубже линии вскипания, поднимаются к поверхности почвы и растворы бикарбоната кальция. Происходит процесс вторичного поднятия карбонатов, приводящий к понижению гидролитической кислотности почвы и повышению насыщенности ее основаниями.

Процессы вторичного поднятия карбонатов в пахотных почвах лесостепи могут вызываться также и деятельностью землероев, особенно беспозвоночных (черви), которые, как известно, развиваются и на пахотных почвах и при известных условиях могут оказаться основным фактором вторичного поднятия карбонатов. Поэтому у старопахотных серых лесных почв не всегда наблюдается прямая связь между глубиной залегания линии вскипания и степенью насыщенности почвы основаниями в пахотном и подпахотном слоях. По линии вскипания залегают большое количество карбонатов (больше 0,7% CaCO_3).

Вторично карбонаты поднимаются значительно выше линии вскипания, но высота этого поднятия не может быть обнаружена методом определения линии вскипания, так как количество поднявшихся карбонатов недостаточно для того, чтобы вызвать вскипание от пробы соляной кислоты. В то же время такое поднятие карбонатов с почвенными растворами, не приводящее еще к повышению линии вскипания, достаточно для повышения степени насыщенности почвы основаниями и резкого уменьшения кислотности почвы в верхней части ее профиля. В южных районах лесостепи процессы вторичного поднятия карбонатов у серых и особенно светло-серых лесных почв проявляются позднее, а у темно-серых и особенно у выщелоченных и оподзоленных черноземов — раньше. Различная кислотность и степень насыщенности основаниями серых лесных почв имеют существенное агрономическое значение.

Это следует принимать во внимание при использовании фосфорных (физиологически щелочных) удобрений. Поэтому среди лесостепных почв следует четко выделять:

- а) оподзоленные черноземы,
- б) темно-серые, серые и светло-серые лесные почвы, вторично насыщенные основаниями.

Главная особенность морфологии серых лесных почв – заметное разделение гумусового слоя на 2 горизонта, четкая дифференциация профиля на генетические горизонты. «У серых лесных почв, сформированных на лессах, в профиле отчетливо выражена элювиальная часть, которая включает верхний перегнойно-элювиальный горизонт А и переходный горизонт А₁ А₂. Почвы обоих горизонтов имеют густую белесую присыпку и непрочную структуру».

Валовой химический состав и физико-химические свойства серых лесных почв на глубине 15-25 см (горизонт А₁ А₂):

- гигроскопическая вода, % - 2,51
- гумус, % - 2,56
- гидролитическая кислотность, мг-экв. на 100г. почвы - 2,8
- степень насыщенности и основаниями, % - 89,0
- рН: Н О - 6,9
- КС1 - 5,7

Почва опытного участка - серая лесная слабооподзоленная, тяжелосуглинистая, содержание гумуса 2,46%, РНКС1-5,6, содержание подвижного фосфора - 115-118 мг/кг, обменного калия - 143-151 мг/ кг.

2.2. Погодные условия в годы проведения исследований

Продуктивность сельскохозяйственных культур в значительной мере определяется погодными условиями. Несмотря на то, что урожай определяется целым комплексом метеорологических условий, основными являются температура воздуха и атмосферные осадки. Рост, развитие и урожайность

сельскохозяйственных культур, в т.ч. и озимой пшеницы во многом зависят от сроков и количества выпадающих осадков.

Наиболее заметна эта зависимость в районах недостаточного увлажнения. Решающее значение для озимой пшеницы имеет накопление влаги в почве за счет выпадающих осадков в период, предшествующий севу. Также влагообеспеченность почвы актуальна в первой половине лета, т.е. в период интенсивного роста растений.

Помимо количества выпадающих осадков, важное значение имеют термические условия, которые регулируют интенсивность процессов фотосинтеза, транспирации и других физиологических и биохимических процессов растений.

В годы проведения исследований погодные условия были неодинаковы (табл. 1, приложение 1, табл. 2, приложение 2).

В 2016г условия для перезимовки растений озимой пшеницы были благоприятными. Средняя температура января составила – 9,2°C, февраля – 0,5°C, марта 1,0°C. Количество осадков за эти месяцы выпало соответственно 87, 58 и 69 мм, что позволило сформировать устойчивый снежный покров.

Весна была достаточно теплой. Средняя температура апреля составила 9,1°C, мая 14,3°C. Суммарное количество осадков за эти месяцы составило 90 мм. С учетом зимних запасов этого количества осадков хватило для нормального развития озимой пшеницы.

Температура летнего периода была близка к средней многолетней, что положительно повлияло на рост и формирование урожая. В июне выпало 67 мм осадков, июле 129 мм и в августе 105 мм. Избыточное количество осадков, особенно во второй половине лета негативно сказалось на формировании зерна озимой пшеницы, особенно его качества. Выпадающие дожди не позволили вовремя убрать урожай.

Осенние месяцы были благоприятными для сева озимых, в т.ч. и пшеницы. Всходы были дружными. Теплообеспеченность и влагообеспеченность позволили растениям вовремя пройти фазу осеннего кущения и уйти в зиму хорошо подготовленными.

Температура зимних месяцев 2017 года была умеренно низкой. Средняя температура января составила – 6,6°С, февраля – 5,0°С, марта 3,1°С. Количество осадков за эти месяцы составило 45 мм, 31 мм и 35 мм соответственно. Растения озимой пшеницы хорошо прозимовали.

Весенние месяцы были относительно теплыми. Средняя температура апреля составила 7,7°С, в мае 12,7°С. В апреле выпало всего 8 мм осадков, что было явно недостаточно для прохождения весенней фазы кущения, учитывая малоснежную зиму. В мае выпало 56 мм осадков, что близко к многолетним значениям.

Средняя температура июня составила 15,8°С при 61 мм выпавших осадков, что является удовлетворительным для роста озимой пшеницы. Июль характеризуется как дождливый, за месяц выпало 145 мм осадков. Средняя температура составила 18,2°С. Данные погодные условия способствовали развитию болезней.

В августе температура воздуха составила 19,8°С, осадков выпало 88 мм. Таким образом, погодные условия были благоприятными для уборки урожая и последующего сева.

Осенние месяцы характеризуются как благоприятные для роста растений озимой пшеницы и хорошей подготовленности к зимнему периоду.

Погодные условия 2018 года в целом характеризуются как благоприятные. Среднегодовая температура составила 6,8°С, что выше многолетних значений. Годовая сумма осадков составила 703 мм, что близко к среднемесячному значению. Условия зимних месяцев способствовали хорошей перезимовке растений озимой пшеницы. Весенние месяцы характеризуются также благоприятными для завершения весеннего кущения и дальнейшего роста. Температура в апреле-мае составила 17-18°С. С учетом зимних запасов, влаги было также достаточно. Летние месяцы были достаточно теплыми – в июне 18,0°С, в июле 20,5°С, августе 19,8°С. В начале лета осадков выпало небольшое количество – в июне 16 мм. Июль был в меру дождливым, осадков выпало 111 мм, август был сухим. Все это способствовало вызреванию урожая и его уборке в оптимальные сроки.

В сентябре выпало 41 мм осадков, что было достаточным для получения дружных всходов. Октябрь был достаточно теплым. Средняя температура составила 7,3°C. Осадков в этот период выпало 49 мм. В результате растения озимой пшеницы хорошо подготовились к зимнему периоду.

Условия 2019 года были наиболее благоприятными для озимой пшеницы. Среднегодовая температура составила 8,0°C, что почти в два раза выше нормы. Осадков выпало за год 692 мм, что также достаточно для хорошего развития озимой пшеницы. Причем выпадали они более или менее равномерно. Зима была достаточно мягкой. Средняя температура января составила – 6,8°C, февраля –2,0°C и марта 0,8°C. Снежный покров был достаточно большой, что способствовало хорошей перезимовке растений.

В период весенней вегетации погодные условия также были благоприятными для роста озимой пшеницы. Суммарное количество осадков за этот период выпало 46 мм, что было ниже многолетних значений. В июле выпало рекордное количество осадков, которое составило 159 мм при среднемесячной температуре воздуха 20,7°C. Эти условия были благоприятными для роста и развития растений озимой пшеницы.

В июле были также хорошо обеспечены влагой растения пшеницы. Осадков выпало 87 мм. Средняя температура воздуха составила 17,3°C. Также погодные условия способствовали развитию болезней, что потребовало проведение дополнительных защитных мероприятий.

К моменту уборки погодные условия способствовали хорошему вызреванию урожая. Среднемесячная температура воздуха в августе составляла 17,3°C. Осадков выпало 38 мм. Это позволило провести уборку урожая в оптимальные сроки и без потерь.

2.3 Объект исследования и схема опыта

Исследования проводились в двух факторном опыте, который был залогом в ОПХ «Орловские» ФГБНУ ВНИИ ЗБК.

Варианты опыта:

Фактор А

1. Чистый пар-(контроль);
2. Горох на зерно;
3. Горох на сидерат;
4. Люпин на зерно;
5. Люпин на сидерат;
6. Вика + овес на зерно;
7. Вика + овес на сидерат;

Фактор Б:

1. Без внесения минеральных удобрений;
2. N₅₄P₅₂K₅₂

Опыт заложен в трёх кратной повторности, площадь делянки 120 м². Объекты исследования: озимая пшеницы – Московская 39; горох – Темп; люпин узколистный – Орловский сидерат; вика яровая – Никольская; овес – Скакун. В чистом пару внесено 20 т/га навоза КРС. В вариантах с использованием минеральных удобрений с осени внесена диамофоска 10:26:26 – 2 ц/га, весной внесена аммиачная селитра 1ц/га.

Сидеральные культуры скашивали с измельчением роторной косилкой КИР-1,5 в фазу бутонизации-цветения с последующей запашкой измельченной массы плугом ПН-4-35 на глубину 20-25 см.

2.4. Методики полевых и лабораторных исследований

Исследования выполнены в соответствии с Паспортом специальностей ВАК Министерства науки и высшего образования РФ по специальности 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство.

В связи с поставленными задачами на всех вариантах опыта исследования проводили в соответствии с общепринятой методикой полевого опыта. Анализ почвы и растений также проводился по общепринятым методикам. Твердость

почвы - с помощью твердомера Ю.Ю. Ревякина (твердость почвы замерялась и усреднялась на глубине 0,25 м) содержание легкогидролизуемого азота - по Корнфильду в мг/кг; - содержание подвижного фосфора (P205) и обменного калия (K20) - по Чирикову (ГОСТ 26204-91); влажность почвы - методом послойного (через 10 см) отбора образцов почвы в трех точках делянки с последующим их высушиванием до постоянного веса при 105°C (ГОСТ 5180-84); плотность почвы - объемно-весовым методом по Н.А. Качинскому; агрегатный состав почвы и водопрочность почвенных агрегатов - по И.В. Тюрину и Н.И. Саввинову; Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом (Васильев, 2004). 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), учет урожайности озимой пшеницы - путем пробного снопа с каждой делянки отдельно в 6-кратной повторности с последующим пересчетом на 100% чистоту и стандартную влажность; качество зерна - белок, клейковина, ИДК, ГОСТ 10987-76, 10840-64, 10842-89, 13586.1-68. 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 91 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). Статистическую обработку и дисперсионный анализ полученных данных проводили по методике Б.А. Доспехова (1985) с использованием ПЭВМ. Экономическую эффективность рассчитывали по технологическим картам с использованием типовых норм по ценам 2019 г.

ГЛАВА 3. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ

3.1. Твёрдость и плотность почвы

Интенсивность роста корневой системы любой культуры, в том числе и пшеницы, обусловлена, прежде всего, генетической структурой. Тем не менее, на рост корней, их архитектуру существенное влияние оказывают физические свойства почвы, такие, как твердость и плотность почвы. Твердость почвы оказывает механическое сопротивление росту корней и является информативным показателем, характеризующим ее физико-механические свойства. Данный показатель характеризует изменения свойств почвы под влиянием агротехнических мероприятий, в том числе изменения физических свойств после предшественников.

Как известно, оптимальная твердость для нормального роста зерновых культур составляет 5-25 кг/см².

Проведенные нами исследования показали, что предшественники оказали влияние на твердость почвы под посевом озимой пшеницы (табл. 1).

В среднем за 4 года исследований наименьшие показатели твердости почвы перед посевом озимой пшеницы были после бобовых культур, используемых на сидерат – 6,1-6,8 кг/см². После бобовых культур, убранных на зерно, твердость почвы в слое 0-20 см составила 8,3-8,9 кг/см². В контрольном варианте, где было внесено на чистом пару 20 т/га навоза КРС, твердость почвы составила 8,8 кг/см², что было на уровне вариантов с уборкой на зерно. При этом следует отметить, что независимо от варианта показатели твердости почвы были на уровне оптимальных значений.

Таблица 1. Твердость почвы в слое 0-20 см под озимой пшеницей в зависимости от бобовых предшественников и внесения удобрений, кг/см² (2016-2019г.г.)

Варианты	Срок отбора		
	посев	Выход в трубку	уборка
без внесения удобрений			
Чистый пар (контроль)	8,8	22,4	38,7
Горох на зерно	8,9	21,8	36,3
Горох на сидерат	6,8	20,4	36,9
Люпин на зерно	8,3	21,4	37,1
Люпин на сидерат	6,1	19,7	36,4
Вика+овес на зерно	8,7	21,8	37,7
Вика+овес на сидерат	6,5	20,8	37,5
НСР ₀₅	0,59	1,07	F _φ <F _τ
N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂			
Чистый пар (контроль)	8,9	22,1	37,5
Горох на зерно	8,8	21,7	36,4
Горох на сидерат	6,8	20,5	35,9
Люпин на зерно	8,2	21,2	36,7
Люпин на сидерат	6,1	19,6	35,8
Вика+овес на зерно	8,8	21,9	37,1
Вика+овес на сидерат	6,5	20,6	36,2
НСР ₀₅	0,54	1,06	F _φ <F _τ

Повторное измерение твердости почвы проводилось в первой половине лета в фазу выхода в трубку. В этот период во всех вариантах наблюдалось увеличение данного показателя, которое составило 19,6-22,4 кг/см². В вариантах, где бобовые культуры возделывались на зерно, наблюдалось незначительное увеличение твердости почвы относительно вариантов с заделкой зеленой массы на сидерат. Различия составляли 1,0-1,7 кг/см². В контрольном варианте твердость почвы составила 22,4 кг/см² и была наиболее высокой. Минимальный показатель 19,7 кг/см² отмечен в варианте с посевом люпина на сидерат.

К концу вегетации озимой пшеницы твердость почвы увеличилась до 35,8-38,7 кг/см² в зависимости от варианта. Данное явление связано со свойствами почвы возвращаться к равновесному состоянию. К моменту уборки урожая озимой пшеницы, действие изучаемых факторов нивелировалось, и различия между вариантами были в пределах ошибки опыта.

Следует отметить тот факт, что внесение минеральных удобрений не оказало существенного влияния на твердость почвы во все периоды наблюдения. Отсутствие различий по данному показателю в вариантах без внесения и с внесением удобрений, по нашему мнению, связано с тем, что во всех вариантах твердость почвы в период вегетации была оптимальной для роста корневой системы озимой пшеницы.

Не менее важным физическим фактором состояния почвы является плотность сложения. Данный показатель влияет на состояние почвы, механический состав, определяет тепловой, воздушный и водный режимы почвы. Увеличение плотности почвы снижает воздухо- и влагообмен, что негативно влияет на развитие корневой системы культурных растений.

Исследования показали, что заправка сидеральных культур существенным образом изменяет плотность сложения почвы (табл. 2)

В период сева озимой пшеницы наименьшие показатели плотности почвы были в вариантах, где в качестве предшественников использованы бобовые культуры, возделываемые на сидерат – 1,04-1,08 г/см³. В контрольном

варианте (чистый пар) данный показатель незначительно отличался и составил 1,18-1,19 г/см³.

Таблица 2. Плотность сложения почвы в слое 0-20 см под озимой пшеницей в зависимости от бобовых предшественников и внесения удобрений, г/см³ (2016-2019 г.г.)

Варианты	Срок отбора		
	посев	Выход в трубку	уборка
без внесения удобрений			
Чистый пар (контроль)	1,19	1,24	1,30
Горох на зерно	1,16	1,20	1,28
Горох на сидерат	1,06	1,13	1,27
Люпин на зерно	1,11	1,19	1,27
Люпин на сидерат	1,04	1,10	1,24
Вика+овес на зерно	1,17	1,20	1,27
Вика+овес на сидерат	1,08	1,14	1,26
НСР ₀₅	0,11	0,12	F _φ <F _τ
N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂			
Чистый пар (контроль)	1,18	1,23	1,29
Горох на зерно	1,17	1,20	1,27
Горох на сидерат	1,07	1,14	1,26
Люпин на зерно	1,12	1,18	1,27
Люпин на сидерат	1,04	1,10	1,25
Вика+овес на зерно	1,16	1,19	1,27
Вика+овес на сидерат	1,07	1,15	1,27
НСР ₀₅	0,11	0,11	F _φ <F _τ

Уменьшение показателей плотности почвы в вариантах с заделкой сидерата объясняется наличием большого объема запаханной массы, благодаря которой произошло снижение плотности почвы.

Что касается чистого пара, в котором также было запахано органическое вещество, плотность почвы здесь была выше. Объяснить это можно тем, что навоз был внесен за год до посева озимой пшеницы, т. е. под основную обработку почвы, в отличие от бобовых предшественников.

Навоз имел более длительный период разложения. Зеленая масса бобовых культур ежегодно запахивалась в фазу бутонизации – цветения, т.е. в середине лета за 2,0-2,5 месяца до посева пшеницы. За этот период запаханная зеленая масса не успевала полностью разложиться, что повлияло на снижение плотности сложения почвы.

В фазу выхода в трубку растений озимой пшеницы плотность почвы во всех вариантах увеличилась и составила 1,10-1,24 г/см³ в вариантах с возделыванием бобовых культур на зерно. В контрольном варианте плотность почвы была минимальной 1,23-1,24 г/см³.

Среди изучаемых бобовых культур максимальное снижение плотности почвы обеспечили посевы люпина. Данная культура, в отличии от остальных, формирует наибольшее количество зеленой массы, запахивание которой способствует наибольшему уменьшению плотности почвы. Кроме того люпин узколистный обладает развитой корневой системой, что способствует накоплению большого количества корневых остатков, которые остаются в почве после уборки на зерно, что также способствует уменьшению плотности почвы.

Разделывание гороха и вико-овсяной смеси по своему воздействию на почву незначительно отличается друг от друга. При возделывании на сидерат плотность почвы в варианте с посевом гороха составила в среднем за три года 1,13-1,14 г/см³, при возделывании вико-овса 1,14-1,15 г/см³.

Аналогичная закономерность отмечена при возделывании данных культур на зерно. Плотность почвы при возделывании гороха на зерно составило 1,20 г/см³.

УК моменту уборки урожая озимой пшеницы плотность сложения почвы увеличилась в еще большей степени и составила 1,25-1,30 г/см³ в зависимости от варианта. Такое увеличение мы объясняем «памятью» почвы и ее стремлением к возврату равновесной плотности.

Если в начальные периоды вегетации озимой пшеницы наблюдалось явное преимущество вариантов с заделкой зеленой массы на сидерат, то к уборке плотность почвы во всех вариантах была практически одинакова. Различия были в пределах ошибки опыта.

Внесение минеральных удобрений также не оказало влияния на плотность почвы. Различия по данному показателю в аналогичных вариантах были не существенны.

Таким образом, сидераты в большей степени влияют на физические свойства почвы, относительно предшественников, возделываемых с целью получения зерновой продукции, а также чистого пара.

Данное превосходство прослеживается в начальные периоды вегетации озимой пшеницы. К моменту уборки урожая такие физические свойства почвы, как твердость и плотность сложения стремятся вернуться к равновесному состоянию.

Лучшим предшественником, обеспечивающим наиболее благоприятные условия для озимой пшеницы, является люпин узколистный. Горох и вика с овсом несколько уступают люпину по воздействию на физические свойства почвы. Чистый пар с внесением 20 т/га навоза оказывает такое же влияние на почву, как и горох с вико-овсяной смесью, возделываемые на зерно.

Внесение минеральных удобрений под озимую пшеницу не оказало существенного влияния на физические свойства почвы.

3.2. Структурно-агрегатное состояние и коэффициент структурности почвы

Другим немаловажным свойством физического состояния почвы, с агрономической точки зрения, является ее структурное состояние.

Структурность – это способность почвы распадаться на агрегаты, а совокупность агрегатов различной величины, формы и качественного состава называется почвенной структурой. Давно известно большое влияние структуры почвы не только на физические ее свойства и водно-воздушный режим, но и на плодородие почвы в целом.

Как известно в структурной почве создаются благоприятные условия обеспечения растений влагой и воздухом, активнее идут микробиологические процессы, рыхлое ее сложение улучшает условия для прорастания семян сельскохозяйственных растений. Следовательно, для обеспечения оптимальных условий роста и развития растений необходимо создание агрономически ценной структуры почвы. Структурообразование осуществляется под воздействием физических, химических и биологических факторов. При этом основная роль в структурообразовании почвы принадлежит биологическим факторам, которые направлены на повышение органического вещества, в том числе и за счет применения сидеральных культур. Исходя из этого изучение структурного состояния почвы в зависимости от предшественников, в т.ч. бобовых, имеет важное значение.

Данные представленные в таблице 3 показывают, что предшественники оказывают заметное влияние на структурное состояние серой лесной почвы.

Перед посевом озимой пшеницы структурное состояние почвы было неравнозначным. Предшественники оказали заметное влияние на данный показатель. Количество агрономически ценных агрегатов составило в среднем за три года 64,1-79,6% в зависимости от варианта, что говорит об отличном агрегатном состоянии. Тем не менее, предшественники повлияли на данный показатель. В чистом пару (контроль), где было внесено 20 т/га навоза, количество агрономически ценных агрегатов было 74,7%.

В вариантах с посевом бобовых, выращиваемых на зерно, количество мезоагрегатов составило, в зависимости от культуры, от 64,1% до 70,1%. Наибольшее количество было отмечено в варианте с люпином. Эта культура имеет хорошо развитую коренную систему, что способствовало наибольшему

накоплению в почве пожнивно - корневых остатков, что и обеспечило в конечном итоге наилучший эффект.

Таблица 3. Структурное состояние серой лесной почвы (слой 0-20 см) под озимой пшеницей в зависимости от бобовых предшественников (2016-2019 г.г.)

Варианты	Количество агрегатов, %		
	Σ агрегатов >10 мм	Σ агрегатов 0,25-10 мм	Σ агрегатов <0,25 мм
без внесения удобрений			
Чистый пар (контроль)	21,6	74,7	3,7
Горох на зерно	30,8	64,1	5,1
Горох на сидерат	19,8	75,9	4,3
Люпин на зерно	25,5	70,1	4,4
Люпин на сидерат	17,4	79,6	3,0
Вика+овес на зерно	28,1	65,2	6,7
Вика+овес на сидерат	19,1	76,3	3,8
НСР ₀₅	2,13	53,8	0,36
N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂			
Чистый пар (контроль)	41,7	53,2	5,1
Горох на зерно	41,2	51,9	6,9
Горох на сидерат	46,3	53,7	5,6
Люпин на зерно	42,0	52,9	5,1
Люпин на сидерат	39,1	54,1	5,8
Вика+овес на зерно	40,7	52,6	6,7
Вика+овес на сидерат	42,5	52,2	5,3
НСР ₀₅	3,21	F _ф <F _т	0,53

После гороха на зерно количество агрономически ценных агрегатов составило 64,1% и после вико - овсяной смеси, выращиваемой также на зерно, данный показатель составил 65,2%. Указанные культуры несколько уступают люпину узколистному по воздействию на почву. Наилучшие показатели структурного состояния почвы были в вариантах, где в качестве предшественника

возделывались бобовые культуры на сидерат. Количество агрономически ценных агрегатов в этих вариантах было 75,9-79,6%, что существенно превышает данные показатели вариантов, где бобовые возделывались на зерно.

Наибольший показатель отмечен в варианте, где в качестве предшественника выращивался люпин узколистный на сидерат.

На оструктурирование почвы, как известно, большое влияние оказывает наличие органического вещества. Внесение навоза в чистом пару, а также запашка зеленой массы бобовых культур способствует накоплению в почве органики. Чем больше органического вещества внесено, тем выше эффект оструктурирования почвы. Этим объясняется большое количество агрономически ценных агрегатов в вариантах с заделкой сидерата.

Количество микроагрегатов размером $<0,25$ мм в целом по опыту составил 3,0-6,7%, что характеризует почву как достаточно структурную. Наименьшее количество данных агрегатов было в вариантах с заделкой предшественника на сидерат 3,0-4,3%

Заделка бобовых культур в почву заметно уменьшила количество макроагрегатов >10 мм. Количество данных агрегатов в указанных вариантах было в пределах 17,4-19,8%, против 25,5-30,8% в вариантах, где в качестве предшественника возделывались бобовые на зерно.

В конце вегетации озимой пшеницы, т.е. пред уборкой произошло существенное уменьшение количества агрономически ценных агрегатов 0,25-10 мм во всех вариантах опыта. В зависимости от варианта количество данных агрегатов составило 51,9-54,1%. При этом различия по данному показателю были не достоверны.

Количество макроагрегатов несколько увеличилось к моменту уборки озимой пшеницы и составило 5,1-6,9%. В вариантах с заделкой бобовых на сидерат количество микроагрегатов было достоверно меньше (5,1-5,3%), чем в вариантах, где бобовые культуры возделывались на зерно (6,7-6,9%).

Более заметно к моменту уборки увеличилось количество макроагрегатов 39,1-46,3%. При этом не во всех вариантах, где использовались бобовые

культуры на сидерат, количество данных агрегатов было меньше, чем при возделывании их на зерно. Так, в вариантах, где предшественником был горох, количество агрегатов >10 мм составили 41,2% при возделывании на зерно и 46,3% при выращивании на сидерат.

Таким образом, действие сидерации на оструктурирование почвы наблюдается в течение непродолжительного периода. В дальнейшем данное действие снижается, количество структурных агрегатов снижается.

Изменения процессов, влияющих на структурообразование почвы, которые происходят через периодически повторяющиеся циклы фрагментации, происходящих под влиянием сезонных смен процессов увлажнения-высыхания, промораживания, оттаивания, а также сезонной смены фитоценоза на пашне, обработки почв и др.

Контролирующим параметром этих изменений служит коэффициент структурности. Представленные на рисунке 1 данные свидетельствуют, что перед посевом озимой пшеницы коэффициент структурности почвы в целом по опыту составляет 1,79-3,90. Согласно градации представленные коэффициенты указывают на отличное агрегатное состояние, независимо от варианта .

К моменту уборки урожая озимой пшеницы, как уже указывалось, количество агрономически ценных агрегатов уменьшилось независимо от предшественника и увеличилось количество макроагрегатов, т.е. >10 мм.

Коэффициент структурности почвы заметно снизился и составил по опыту от 1,03 до 1,18, что говорит, тем не менее, о хорошем агрегатном состоянии серой лесной почвы.

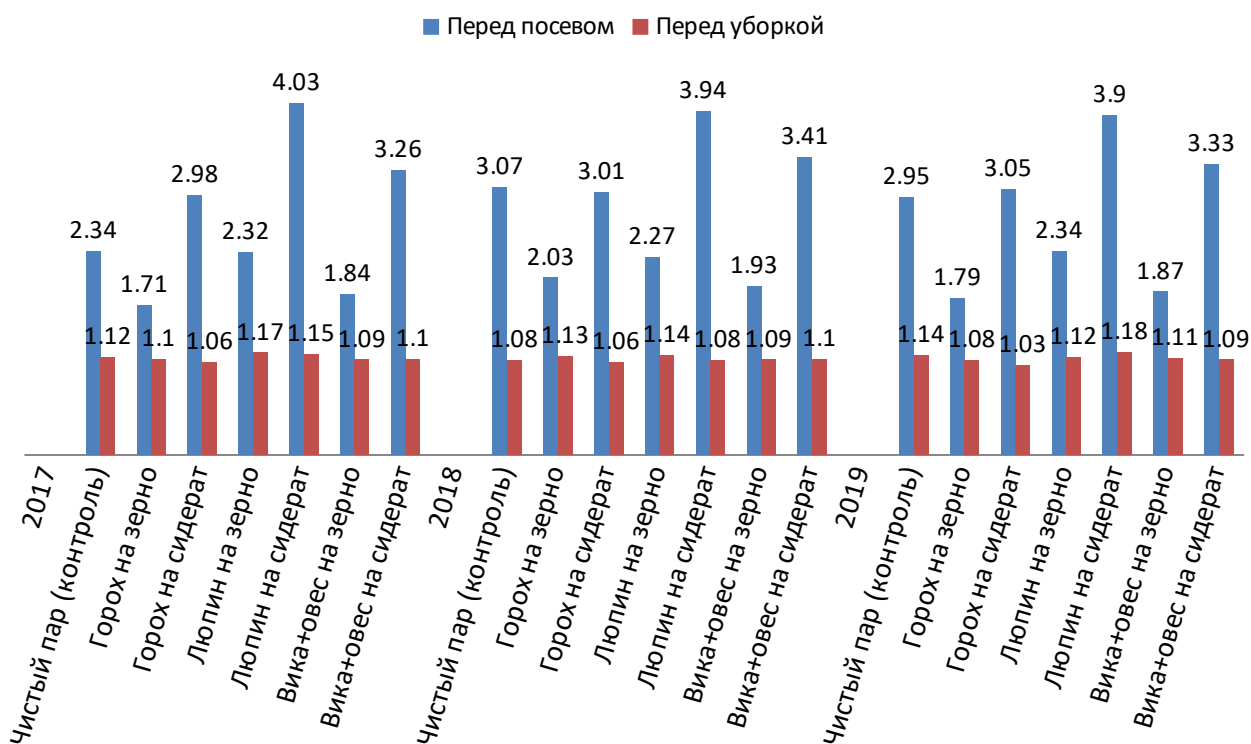


Рисунок 1. Коэффициент структурности почвы (слой 0-20 см) под озимой пшеницей в зависимости от предшественников

3.3. Содержание продуктивной влаги в зависимости от предшественника

Озимая пшеница предъявляет повышенные требования к влагообеспеченности почвы. Даже в фазу прорастания зерна, когда растения потребляют относительно небольшое количество влаги, для появления дружных всходов необходимо иметь в верхнем слое почвы не менее 10 мм продуктивной влаги. А для нормального осеннего кущения необходимо иметь не менее 30 мм продуктивной влаги в 20 см слое почвы. Наибольшее количество влаги озимая пшеница расходует в период от весеннего отрастания и до колошения (до 70% общей потребности).

Несмотря на то, что корневая система озимой пшеницы может проникать на глубину 1,5-2 см, основная масса корней располагается ближе к поверхности почвы. Следовательно, создание оптимального увлажнения корнеобитаемого слоя

имеет важное значение для нормального роста растений и получения высоких урожаев.

В опыте условия влагообеспечения почвы в разные годы проведения исследования были неодинаковы и зависели от количества выпадающих осадков.

Так, осенью 2016 г. перед посевом озимой пшеницы за июль-август выпало в сумме 234 мм осадков, что отразилось на содержании продуктивной влаги в почве. В 0-40 см слое почвы в этот период продуктивной влаги по опыту составило 107,8-112,3 мм в зависимости от вариантов (табл. 4).

Предшественники не оказали влияния на данный показатель. Различия между вариантами по содержанию продуктивной влаги были не существенны.

После весеннего отрастания и к моменту цветения в 2017 г. с апреля по июль выпало 125 мм осадков. Количество продуктивной влаги в 0-40 см слое почвы уменьшилось и составило в среднем по опыту 68,3-98,7 мм. В этот период прослеживается влияние предшественников на содержание продуктивной влаги. После бобовых предшественников, выращиваемых на зерно, количество продуктивной влаги было несколько ниже, чем в чистом пару – 68,3-74,1 мм, против 76,4 мм в контрольном варианте.

Сидеральные пары в большей степени оказали влияние на сохранение продуктивной влаги в почве. В зависимости от бобовой культуры содержание продуктивной влаги составило от 86,2 до 98,7 мм. Наибольшее количество продуктивной влаги отмечается после люпина на сидерат.

Большая сохранность продуктивной влаги после сидеральных паров объясняется снижением плотности почвы в этих вариантах, как было отмечено ранее, и, соответственно, повышением ее влагоемкости.

Внесение удобрений также оказало влияние на содержание продуктивной влаги. Во всех вариантах содержание продуктивной влаги в период цветения было меньше, чем без внесения удобрений. Так, в контрольном варианте (чистый пар), количество продуктивной влаги было 76,4 мм (без внесения удобрений) и 69,3 мм с внесением минеральных удобрений.

Таблица 4. Содержание продуктивной влаги в почве 0-40 см под посевами озимой пшеницы в зависимости от предшественников и внесения удобрений, мм (2016-2017г.)

Варианты	Срок отбора		
	посев	Выход в трубку	уборка
без внесения удобрений			
Чистый пар (контроль)	111,3	76,4	71,2
Горох на зерно	104,7	71,6	69,4
Горох на сидерат	114,1	94,3	73,1
Люпин на зерно	109,4	74,1	70,6
Люпин на сидерат	112,6	98,7	72,8
Вика+овес на зерно	107,8	68,3	71,3
Вика+овес на сидерат	108,3	86,2	69,7
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_T$	6,34	$F_{\phi} < F_T$
N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂			
Чистый пар (контроль)	110,9	69,3	70,8
Горох на зерно	101,6	64,5	71,1
Горох на сидерат	111,2	89,7	69,7
Люпин на зерно	110,1	67,2	70,3
Люпин на сидерат	112,3	91,1	68,9
Вика+овес на зерно	108,9	62,6	71,3
Вика+овес на сидерат	110,4	79,8	69,9
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_T$	7,02	$F_{\phi} < F_T$

В остальных вариантах наблюдается такая же закономерность. Объяснить это можно более сильным развитием растений озимой пшеницы при

дополнительном внесении удобрений, и, соответственно, более интенсивным потреблением почвенной влаги, что и привело к ее снижению в почве.

К окончанию вегетации содержание продуктивной влаги в почве во всех вариантах опыта было примерно одинаковым, независимо от предшественников и внесения минеральных удобрений. В июле выпало 145 мм осадков, что сказалось на высоком содержании продуктивной влаги в почве. Кроме того, к периоду уборки урожая различия по плотности почвы нивелировались, что также сказалось на ее влагообеспеченности.

В августе месяце 2018г. выпало всего 18 мм осадков, что негативно сказалось на содержании продуктивной влаги в почве перед посевом.

В июле-августе 2017 г. в сумме выпало 225 мм осадков. Это позволило накопить в почве достаточное количество продуктивной влаги для появления дружных всходов озимой пшеницы в опыте, независимо от предшественников. Различия по содержанию влаги по вариантам опыта были незначительными, как без внесения удобрений, так с внесением минеральных удобрений (табл. 5).

Иное положение наблюдалось в период цветения озимой пшеницы 2018 года. В мае-июне выпало 48 мм осадков, что было недостаточно для нормальной водообеспеченности почвы. Содержание продуктивной влаги в контрольном варианте было 48,4 мм. В вариантах, где в качестве предшественников возделывались бобовые на зерно, запасы влаги были ниже и составили после гороха – 44,7 мм, люпина – 43,1 мм, вико-овса – 44,7 мм.

Сидеральные пары позволили сохранить большое количество продуктивной влаги в почве к моменту цветения – 63,2-69,9 мм в зависимости от предшественника.

В вариантах с внесением минеральных удобрений количество продуктивной влаги, как и в предыдущем году, было меньше на 3-7 мм, по сравнению с аналогичными вариантами без внесения удобрений.

Таблица 5. Содержание продуктивной влаги в почве 0-40 см под посевами озимой пшеницы в зависимости от предшественников и внесения удобрений, мм (2017-2018г.)

Варианты	Срок отбора		
	посев	Выход в трубку	уборка
без внесения удобрений			
Чистый пар (контроль)	97,9	48,4	53,9
Горох на зерно	96,7	44,7	54,1
Горох на сидерат	98,3	63,2	58,2
Люпин на зерно	94,2	43,1	50,6
Люпин на сидерат	93,1	69,9	61,3
Вика+овес на зерно	97,4	44,7	52,4
Вика+овес на сидерат	94,9	63,3	57,9
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_{\tau}$	4,62	5,21
N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂			
Чистый пар (контроль)	97,7	45,6	51,1
Горох на зерно	97,1	41,4	50,3
Горох на сидерат	98,6	59,7	53,8
Люпин на зерно	94,4	41,0	48,2
Люпин на сидерат	93,3	61,3	56,4
Вика+овес на зерно	97,1	40,5	49,2
Вика+овес на сидерат	95,1	60,8	52,3
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_{\tau}$	4,51	5,17

К периоду уборки содержание продуктивной влаги в почве составляло от 49,2 до 61,3 мм в зависимости от варианта. После бобовых предшественников, возделываемых на зерно, количество влаги было 49,2-54,1 мм, после сидеральных паров – 52,3-61,3мм. Наименьшее количество влаги сохранилось в почве после вико-овса и после люпина. Это связано, как уже отмечалось ранее, с лучшим развитием подземной массы этих культур и, соответственно, с большим потреблением ими влаги. В августе 2018 г выпало всего 18 мм осадков, что негативно сказалось на водообеспеченности почвы перед посевом (табл. 6).

Таблица 6. Содержание продуктивной влаги в почве 0-40 см под посевами озимой пшеницы в зависимости от предшественников и внесения удобрений, мм (2018-2019г.)

Варианты	Срок отбора		
	посев	Выход в трубку	уборка
без внесения удобрений			
Чистый пар (контроль)	53,4	116,7	71,3
Горох на зерно	48,3	115,2	67,1
Горох на сидерат	68,1	117,1	77,4
Люпин на зерно	46,7	113,2	66,2
Люпин на сидерат	72,6	114,9	81,3
Вика+овес на зерно	47,9	116,8	70,5
Вика+овес на сидерат	67,4	117,4	78,3
НСР ₀₅	5,63	$F_{\phi} < F_T$	6,07
N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂			
Чистый пар (контроль)	53,7	117,1	67,4
Горох на зерно	48,1	116,4	63,8
Горох на сидерат	67,9	117,5	72,1
Люпин на зерно	46,5	114,8	62,3
Люпин на сидерат	72,3	113,7	75,2
Вика+овес на зерно	48,0	115,9	66,4
Вика+овес на сидерат	67,2	116,6	70,3
НСР ₀₅	5,49	$F_{\phi} < F_T$	6,11

В этих условиях пары, как чистый, так и сидеральные, существенно превосходили по содержанию продуктивной влаги варианты, в которых в качестве предшественников возделывались бобовые на зерно. После гороха на зерно количество продуктивной влаги составило 48,3 мм без внесения удобрений и 48,1 мм с внесением минеральных удобрений, после люпина на зерно 46,7 и 46,5 мм соответственно, после вико-овсяной смеси 47,9 и 48,0 мм.

В чисто пару (контроль) содержание продуктивной влаги было больше – 53,4 и 53,7 мм. Однако он уступал по количеству влаги сидеральным парам.

Содержание продуктивной влаги после гороха на сидерат было 68,1 мм (без внесения удобрений) и 67,9 мм с внесением минеральных удобрений. После люпина на сидерат количество влаги было 72,6 и 72,3 мм, после вико-овса на сидерат 67,4 и 67,2 мм соответственно.

К периоду цветения 2019 г. только за июнь выпало 159 мм осадков. В слое почвы 0-40 см количество продуктивной влаги составляло 113,2-117,5 мм по вариантам опыта. Различия между ними были недостоверны.

Перед уборкой урожая содержание продуктивной влаги в почве уменьшилось и составляло в зависимости от варианта 62,3-81,3 мм. При этом наибольшее количество влаги сохранялось после сидеральных паров (без применения удобрений). В аналогичных вариантах с внесением минеральных удобрений содержание продуктивной влаги было на 4-6 мм меньше.

Таким образом, на основании проведенного анализа можно сделать выводы, что в условиях достаточного увлажнения предшественники не оказывают существенного влияния на содержание продуктивной влаги в почве; в условиях дефицита влаги после сидеральных паров сохраняется больше продуктивной влаги, относительно предшественников, возделываемых на зерно чистого пара; по удобренному фону водопотребление озимой пшеницы увеличивается, что приводит к снижению продуктивной влаги в почве.

3.4. Содержание легкогидролизуемого азота

Как известно, азоту принадлежит ведущая роль в почвообразовании, а его общие запасы определяют потенциальное плодородие. При этом наиболее стабильной его формой является легкогидролизуемый азот, который позволяет оценивать азотное питание не только в краткосрочной, но и долгосрочной перспективе. Наши исследования (табл. 7) показали, что предшественники оказали влияние на содержание легкогидролизуемого азота в почве посевом озимой пшеницы. Наименьшее его содержание было в контрольном варианте

на чистом пару. Его количество за три года исследований составило в слое почвы 0-10 от 96,9 до 107,8 мг/кг, в слое почвы 10-20 см – 79,4-94,1 мг/кг.

Таблица 7. Содержание легкогидролизуемого азота (мг/кг) в почве под посевом озимой пшеницы после бобовых предшественников

Варианты	2017		2018		2019	
	0-10см	10-20см	0-10см	10-20см	0-10см	10-20см
Чистый пар (контроль)	96,9	79,4	101,3	89,7	107,8	94,1
Горох на зерно	108,4	93,2	124,7	109,1	126,4	113,5
Горох на сидерат	121,1	113,7	129,3	110,8	129,1	115,2
Люпин на зерно	112,3	96,8	125,1	111,3	124,3	111,7
Люпин на сидерат	128,7	117,1	136,2	119,2	138,9	126,7
Вика+овес на зерно	109,6	82,8	122,2	103,9	124,1	114,6
Вика+овес на сидерат	113,2	95,1	129,1	106,12	127,3	11,2
НСР ₀₅	7,61	6,93	8,14	7,07	7,64	6,49

После бобовых количество легкогидролизуемого азота в почве было больше, относительно контрольного варианта, что объясняется более высокими запасами органического вещества, остающегося после предшественников.

Содержание легкогидролизованного азота было выше после бобовых, возделываемых на сидерат, относительно вариантов, где бобовые культуры возделывались на зерно. Так, содержание азота в почве после гороха на зерно колебалось по годам от 107,4 до 126,4 мг/кг в слое почвы 0-10см и от 93,2 до 113,5 мг/кг в слое 10-20см. При возделывании гороха на сидерат количество легкогидролизуемого азота было несколько больше – 121,1-129,3 мг/кг в слое почвы 0-10см и 110,8-115,2 мг/кг в слое 10-20см.

В остальных вариантах наблюдалась аналогичная закономерность. Большое накопление азота после сидеральных культур объясняется большей массой органики, заделываемой в почву. В вариантах, где возделывались бобовые на зерно, запахивалась только пожнивно-корневые остатки, масса которых значительно меньше.

Наибольшее содержание легкогидролизуемого азота в почве отмечено после люпина, возделываемого на сидерат – 128,7-138,9 мг/кг в слое 0-10см и 117,1-126,7 мг/кг в слое 10-20 см. В этом варианте количество корневых остатков и надземной массы в сыром виде составило более 47 т/га. Этим объясняется наибольшее содержание легкогидролизуемого азота. В вариантах с возделыванием гороха и вико-овсяной смеси количество легкогидролизуемого азота в почве было одинакового, различия не существенны.

3.5. Аккумуляция элементов питания в почве предшественниками озимой пшеницы

Предшественники оказывают существенное влияние на пищевой режим почвы за счет снижения органического вещества и элементов питания в своих органах, а также вследствие возвращения их в почву вместе с поступающими пожнивно-корневыми остатками и надземной массой растений.

Наши исследования показали, что предшественники озимой пшеницы, возделываемые как на сидерат, так и на зерно аккумулируют в пожнивно-корневых остатках и вегетативной массе довольно большое количество элементов питания (табл. 8).

Таблица 8. Аккумуляция элементов питания в пожнивно-корневых остатках и надземной массе предшественников, возделываемых на зерно и на сидерат (2016-2018г.г.)

Варианты	Пожнивно-корневые остатки, т/га сырой массы	Пожнивно-корневые остатки + надземная масса, т/га сырой массы	Накоплено элементов питания, кг/га		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Горох на зерно	5.61	-	41.2	14.9	22.2
Горох на сидерат	-	27.46	151.4	43.7	86.9
Люпин на зерно	8.93	-	62.1	19.3	31.6
Люпин на сидерат	-	47.86	193.7	59.2	112.8
Вика+овес на зерно	6.14	-	43.9	14.1	26.3
Вика+овес на сидерат	-	31.28	143.6	37.8	67.9
НСР ₀₅	0.75	3.28	17.64	3.14	11.04

Количество элементов питания зависит главным образом от массы пожнивно-корневых остатков и подземной массы предшественников, поступивших в почву при их заделке. При возделывании предшественников на семена, в почву возвращаются только пожнивно-корневые остатки, масса которых в опыте в зависимости от культуры составляла 5,61-89,3 т/га. С этим количеством органической массы в почву возвращалось, в зависимости от культуры от 41,2 до 62,1 кг/га обменного калия. Наибольшее количество накоплено элементов питания пожнивно-корневыми остатками люпина. Суммарное количество элементов составило 113 кг/га. Пожнивно-корневыми остатками вики и овса в сумме накоплено 84,3 кг/га и остатками гороха соответственно 78,3 кг/га.

При выращивании предшественников на сидерат органическая масса возделываемых культур составила 27,46-47,86 т/га в сыром весе. Сидеральные культуры по массе в 5-6 раз превосходили массу пожнивно-корневых остатков,

запахиваемых в почву после уборки бобовых на зерно. Этой массой было накоплено азота 143,6-193,7 кг/га, подвижного фосфора 37,8-59,2 кг/га, обменного калия 67,9-112,8 кг/га. Максимальное количество элементов питания было накоплено биомассой люпина – 365,7 кг/га, что на 32,8% больше, чем при возделывании вико-овсяной смеси на сидерат и на 22,9% больше, чем при возделывании гороха.

Несмотря на весомый возврат элементов питания пожнивно-корневыми остатками, остающихся после возделывания бобовых на зерно, сидеральными культурами аккумулируется значительно больше элементов питания, количество которых вполне хватит для обеспечения потребностей не только озимой пшеницы, но и последующей культуры без дополнительного внесения минеральных удобрений.

Таким образом, предшественники оказывают существенное влияние на содержание легкогидролизуемого азота в почве. Количество азота находится в прямой зависимости от количества органического вещества, возвращаемого в почву с пожнивно-корневыми остатками и надземной массой сидеральных культур.

Наибольшее количество легкогидролизуемого азота отмечено при возделывании люпина на сидерат – 128,7-138,9 мг/кг.

Сырая масса сидератов составила 27,5-47,9 т/га, что в 5-6 раз больше массы пожнивно-корневых остатков, остающихся в почве после уборки зерна.

Наибольшее количество элементов питания 365,7 кг/га аккумулировано биомассой люпина, что обеспечит потребность в питании не только озимую пшеницу, но и последующие культуры.

3.6. Содержание фосфора в почве после предшественника

Фосфор в жизнедеятельности растений имеет важное значение. Он участвует в образовании углеводов, входит в состав нуклеиновой кислоты, фосфатидов, ферментов и витаминов.

Фосфор, в отличие от азота, малоподвижен в почве. Перемещение фосфора из нижележащих горизонтов вверх по профилю почвы осуществляется за счет корневой системы растений.

Увеличение содержания подвижного фосфора в почве происходит за счет сидерации, т.к. данный агроприем способствует активации биологической активности и переводу фосфора в доступные соединения.

В нашем опыте наибольшее количество подвижного фосфора было сосредоточено в верхнем 0-10 см слое почвы, с увеличением глубины содержание фосфора снижалось как вначале вегетации озимой пшеницы, так и в конце (табл. 9).

Перед посевом озимой пшеницы содержание подвижного фосфора в почве после бобовых предшественников, выращиваемых на зерно, было на уровне контрольного варианта. Это, прежде всего, касается таких предшественников, как горох и вико-овсяная смесь.

Перед посевом озимой пшеницы содержание подвижного фосфора в этих вариантах в слое почвы 0-10см составило 129-123 мг/кг, тогда как в контроле значение данного показателя было 123 мг/кг.

После люпина содержание подвижного фосфата в верхнем слое почвы было выше – 136 мг/кг. Повышенное содержание подвижного фосфора в этом варианте объясняется большим накоплением достаточного элемента пожнивными остатками, относительно других предшественников.

Таблица 9. Содержание подвижного фосфора под озимой пшеницей в зависимости от предшественников и внесения удобрений, мг/кг (2017-2019 г.г.)

Предшественники	Слой почвы, см	Сроки отбора		
		перед посевом	цветение	перед уборкой
без внесения удобрений				
Чистый пар (контроль)	0-10	123	111	103
	10-20	107	93	89
Горох на зерно	0-10	129	117	111
	10-20	116	109	92

Горох на сидерат	0-10	138	121	114
	10-20	127	119	108
Люпин на зерно	0-10	136	124	117
	10-20	122	116	109
Люпин на сидерат	0-10	144	135	128
	10-20	134	127	119
Вика+овес на зерно	0-10	123	112	107
	10-20	114	107	91
Вика+овес на сидерат	0-10	133	118	104
	10-20	129	112	97
N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂				
Чистый пар (контроль)	0-10	129	117	104
	10-20	113	104	91
Горох на зерно	0-10	132	121	109
	10-20	121	116	98
Горох на сидерат	0-10	140	127	119
	10-20	131	122	113
Люпин на зерно	0-10	139	128	121
	10-20	131	121	115
Люпин на сидерат	0-10	150	139	130
	10-20	137	131	122
Вика+овес на зерно	0-10	129	117	113
	10-20	116	110	94
Вика+овес на сидерат	0-10	138	124	116
	10-20	131	116	107

Повышенное содержание подвижного фосфора в этом варианте наблюдалось и в последующие периоды вегетации. В период цветения озимой пшеницы содержание в 0-10 см слое почвы составило 124 мг/кг, а перед уборкой – 117 мг/кг.

После сидеральных предшественников количество подвижного фосфора было значительно больше, относительно бобовых предшественников выращиваемых на зерно. Так, после гороха на зерно содержание фосфора в слое почвы 0-10 см составило 129 мг/кг (в начальный период вегетации), а после гороха на сидерат – 138 мг/кг, что на 6,9% больше. Аналогичные результаты получены после других предшественников. Данная закономерность прослеживалась в период до окончания вегетации растений.

Внесение минеральных удобрений несколько повысило содержание подвижного фосфора в почве. Данная закономерность прослеживается во всех вариантах опыта. Особенно это заметно было перед посевом озимой пшеницы и далее до фазы цветения. К моменту уборки урожая содержание подвижного фосфора в аналогичных вариантах нивелировалось. Так, после чистого пара (контрольный вариант) содержание данного элемента в слое почвы 0-10 см без внесения удобрений составило перед посевом 123 мг/кг, с внесением минеральных удобрений – 129 мг/кг. В фазу цветения содержание фосфора составило соответственно 111 и 117 мг/кг и перед уборкой – 103 и 104 мг/кг. В остальных вариантах прослеживается аналогичная закономерность.

Таким образом, сидеральные предшественники способствовали большему накоплению подвижного фосфора в почве, как в верхнем слое почвы, так и в более глубоких слоях. Внесение минеральных удобрений перед посевом озимой пшеницы способствовало повышению содержания подвижного фосфора в почве в зависимости от предшественника. Наибольшее содержание данного элемента отмечено после люпина на сидерат.

3.7. Содержание калия в почве после предшественников

Калий также необходим растениям как азот и фосфор. Он занимает второе место среди элементов питания, по потреблению его растениями. Калий активно участвует в процессах обмена веществ, повышает устойчивость растений к неблагоприятным условиям внешней среды. Калий в растениях сосредоточен главным образом в цитоплазме и вакуолях клеток в ионной форме.

В отличие от азота и фосфора, калий концентрируется в вегетативных органах, а не в репродуктивных. В соломе озимой пшеницы калия в 2 раза больше, чем в зерне. Поэтому вынос калия с нетоварной частью урожая обычно больше, чем с товарной, за исключением зернобобовых культур. Критический период в потреблении калия растениями озимой пшеницы приходится на первые

15 дней после появления всходов. Период максимального потребления совпадает с периодом интенсивного роста.

Данные, по влиянию предшественников на содержание обменного калия в почве под посевами озимой пшеницы, представлены в таблице 10.

Основное содержание обменного калия, также как и подвижного фосфора сосредоточено в верхнем 0-10 см слоев почвы. В слое почвы 0-20 см его заметно меньше. Перед посевом озимой пшеницы прослеживалось влияние предшественников на содержание обменного калия. Так в чистом пару содержание данного элемента в слое почвы 0-10 см составило в среднем за 3 года 146 мг/кг. После бобовых предшественников, возделываемых на зерно, содержание калия составляло 1490186 мг/кг. После гороха и вико-овсяной смеси содержание обменного калия находилось на одном уровне с контрольным вариантом. Наибольшее количество калия было после люпина – 186 мг/кг.

Сидеральные культуры обеспечили более заметное накопление обменного калия. В этих вариантах его содержание в слое почвы 0-10 см составило 171-203 мг/кг и в слое 10-20 134-188 мг/кг. Максимальное накопление обменного калия отмечено после люпина на сидерат. К периоду цветения озимой пшеницы, содержание обменного калия в почве несколько снизилось и составило в целом по опыту в слое 0-10 см 134-186 мг/кг и в слое 10-20 120-165 мг/кг.

Таблица 10. Содержание обменного калия в почве под озимой пшеницей в зависимости от предшественников и внесения удобрений, мг/кг (2017-2019 г.г.)

Предшественники	Слой почвы, см	Сроки отбора		
		перед посевом	цветение	перед уборкой
без внесения удобрений				
Чистый пар (контроль)	0-10	146	134	131
	10-20	127	120	117
Горох на зерно	0-10	154	146	139
	10-20	139	128	124
Горох на сидерат	0-10	171	157	149
	10-20	158	132	134
Люпин на зерно	0-10	186	161	158
	10-20	163	151	146

Люпин на сидерат	0-10	203	186	179
	10-20	188	165	161
Вика+овес на зерно	0-10	149	138	134
	10-20	132	124	119
Вика+овес на сидерат	0-10	153	147	142
	10-20	134	129	123
N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂				
Чистый пар (контроль)	0-10	149	135	132
	10-20	131	126	120
Горох на зерно	0-10	160	154	141
	10-20	142	130	126
Горох на сидерат	0-10	174	158	148
	10-20	161	136	132
Люпин на зерно	0-10	193	178	160
	10-20	171	163	147
Люпин на сидерат	0-10	211	191	184
	10-20	191	169	157
Вика+овес на зерно	0-10	153	142	136
	10-20	137	129	121
Вика+овес на сидерат	0-10	160	151	144
	10-20	138	131	126

Снижение содержания обменного калия в этот период объясняется потреблением данного элемента растениями озимой пшеницы. Закономерности по влиянию предшественников на содержание обменного калия в почве сохранились. Наибольшее содержание элемента отмечено после люпина на сидерат. В слое почвы 0-10 см содержание калия составило 186 мг/кг и в слое 10-20 165 мг/кг.

Внесение минеральных удобрений перед посевами озимой пшеницы несколько повысило содержание обменного калия в почве. Так, перед посевом пшеницы содержание калия в контрольном варианте без внесения удобрений, составило в слое почвы 0-10 см 146 мг/кг, с внесением – 149 мг/кг. После люпина на сидерат, где отмечено наибольшее содержание обменного калия, внесение минеральных удобрений также повысило его содержание в почве – 211 мг/кг, против 203 мг/кг без внесения удобрений.

Увеличение содержания обменного калия при внесении минеральных удобрений прослеживается в начальный период вегетации. К моменту уборки урожая озимой пшеницы различия по содержанию калия нивелировались.

Таким образом, после бобовых сидератов в качестве предшественника, наблюдается наибольшее накопление в почве обменного калия, относительно чистого пара и бобовых, возделываемых с целью получения товарной продукции. Повышенное содержание в почве данного элемента сохраняется до конца вегетации озимой пшеницы. Дополнительное внесение минеральных удобрений увеличивает содержание калия в почве. Влияние минеральных удобрений прослеживается только на начальных стадиях вегетации озимой пшеницы. Дополнительное внесение минеральных удобрений увеличивает содержание калия в почве. Влияние минеральных удобрений прослеживается на начальных стадиях вегетации озимой пшеницы.

3.8. Биологическая активность почвы

В результате жизнедеятельности микроорганизмов в биологический круговорот вовлекается большое количество микробной биомассы, что обуславливает почвенное плодородие и снабжение растений необходимыми элементами и другими жизненно важными веществами, которые поступают в сбалансированном виде, и что особенно важно, в необходимые для растений сроки.

В агроэкосистемах с большим насыщением зерновых культур, сокращается микробное разнообразие, снижается их активность.

Данные представлены на рисунке 2. Наибольшее разложение льняного полотна было в верхнем 0-10 см слое почвы. За трёх месячный период экспозиции разложение ткани в данном горизонте составило 27,6-44,6 %. В слое почвы 10-20 см разложение ткани не превысило 34,9%. Наименьшее разложение льняной ткани было в слое почвы 20-30 см, которое составило 11,3- 22,4% в зависимости от предшественника. Таким образом, можно утверждать, что наибольшая

численность почвенных микроорганизмов сосредоточена в верхнем слое почвы.

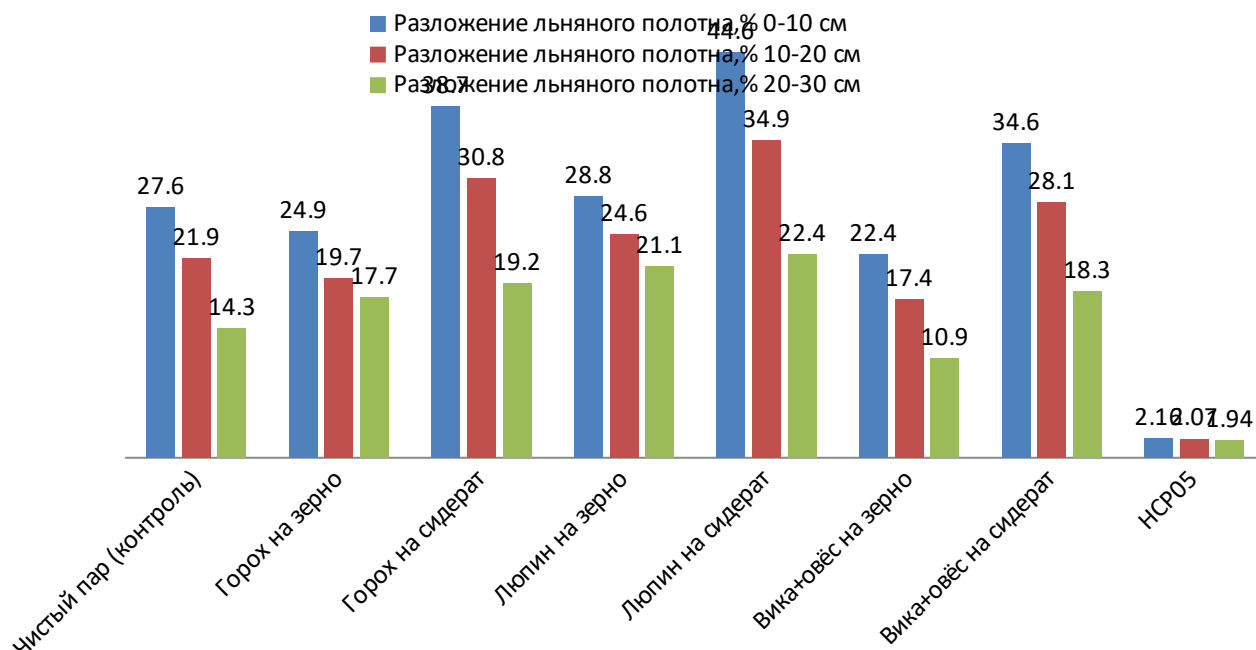


Рисунок 2. Разложение льняного полотна целлюлозоразрушающими микроорганизмами в серой лесной почве в зависимости от предшественников, (2016-2018 г.г.)

Предшественники также оказали влияние на активность разложения льняного полотна. Наименьшее количество разложившейся ткани было в контрольном варианте после чистого пара – 27,6%. После бобовых предшественников активность микроорганизмов была выше. Процент разложения в слое почвы 0-10 см составил 32,4-44,6%.

Среди изучаемых бобовых предшественников, используемых на сидерат, наибольший процент разложившейся ткани наблюдался после люпина. Несколько меньше были показатели в вариантах после гороха – 34,9-38,7%. Минимальные показатели отмечены в вариантах после вики с овсом – 32,4- 34,6%.

Различия по биологической активности между указанными вариантами в наибольшей степени зависели от количества органического вещества запаханного в почву. Небольшая биологическая масса в среднем за три года наблюдалась на посевах люпина – 37,1 т/га, а наименьшая на посевах вики с овсом – 25,5 т/га. В чистом пару вносилось 20 т/га свежего навоза, что

отразилось в наименьшей степени разложения ткани.

Наименьшие показатели биологической активности почвы были в вариантах с посевом бобовых на зерно. Степень разложения льняной ткани в слое почвы 0-10 см составила 22,4-28,8 %. Меньшая степень разложения, в указанных вариантах, объясняется незначительным поступлением в почву органического вещества, состоящего из корневых остатков, поскольку надземная масса была отчуждена за пределы поля вместе с урожаем.

В вариантах с возделыванием бобовых на зерно небольшая степень разложения льняного полотна наблюдалась в варианте с люпином. Степень разложения полотна здесь составила 28,8%. После возделывания гороха разложилось 24,9% полотна, что на 3,9% меньше, чем после люпина. Наименьшая степень разложения отмечена после посева вики с овсом 22,4%.

В более нижних слоях почвы отмечена аналогичная закономерность, но менее выраженная. Так, в слое почвы 20-30 см после посева бобовых на сидерат, степень разложения полотна составила 18,3-22,4%, а после посева бобовых на зерно – 17,7-21,1% в зависимости от культуры. Меньшая степень разложения полотна, по нашему мнению, связана с уменьшением численности микроорганизмов в результате меньшего количества кислорода в почве, т.к. видовой состав их представлен аэробами.

Таким образом, использование в качестве предшественников бобовых культур, выращиваемых на сидерат, позволяет существенно повысить биологическую активность почвы. В условиях серой лесной почвы для этих целей предпочтительно использовать в качестве сидеральной культуры люпин.

Наряду с целлюлозоразрушающей активностью, нами также проведены исследования по активности почвенных ферментов, благодаря которым также осуществляется минерализация органических веществ и растительных остатков. Данные исследования представлены на рисунке 3.

Как известно уреазы это гидролитический фермент из группы амидаз, обладающий специфическими свойствами катализировать гидролиз мочевины до диоксида углерода и аммиака, участвующий в процессах почвообразования.

Наши исследования показали, что запахка сидерата разных видов бобовых культур оказала незначительное влияние на активность уреазы – 0,16-0,22 мг NH₃, относительно контрольного варианта. После выращивания бобовых на зерно активность уреазы была ниже контрольного значения – 0,14-0,16 мг NH₃.

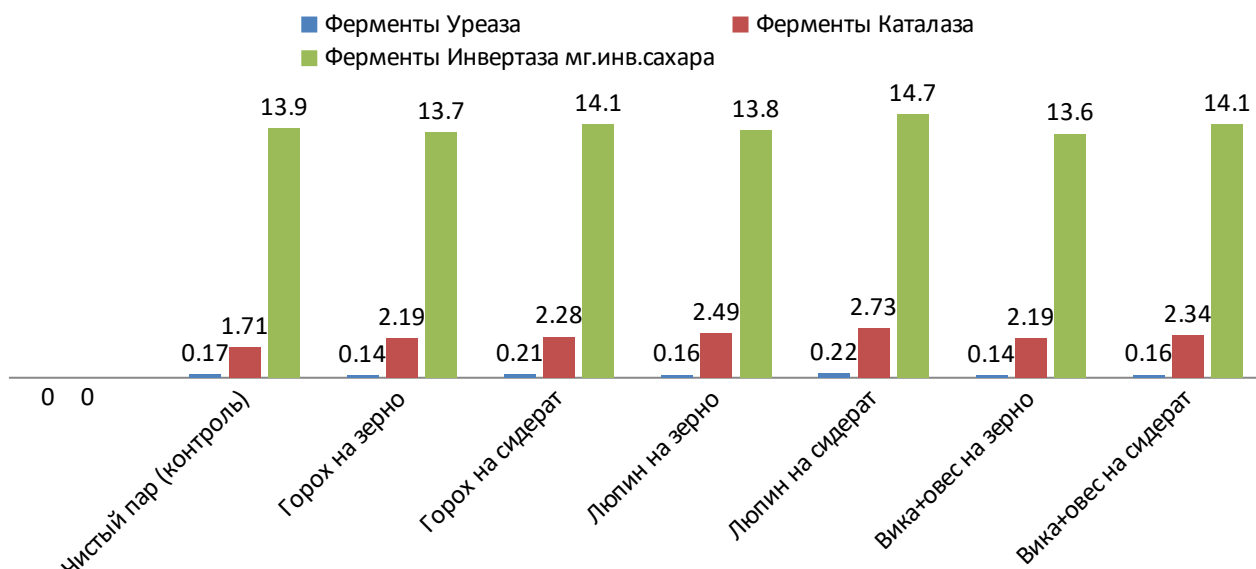


Рисунок 3. Ферментативная активность почвы (0-30 см) в посевах озимой пшеницы в зависимости от предшественников (2016-2018 г.г.)

Что касается каталазы, относящейся к группе дыхательных ферментов, разрушающих пероксид водорода до воды и кислорода. Активность её зависит, прежде всего, от наличия растений с мощной, глубоко проникающей корневой системой. Изучаемые предшественники оказали существенное влияние на данный показатель. В вариантах с запахкой бобовых культур на сидерат активность каталазы увеличилась относительно контрольного варианта в 1,33-1,60 раза, в вариантах с возделыванием бобовых культур на зерно в 1,28- 1,40 раза.

Фермент инвертаза катализирует гидролиз дисахаридов до моносахаридов и имеет важное значение в освобождении сахаров с низкой молекулярной массой, который является важнейшим источником энергии для почвенных микроорганизмов. В первый год после выращивания бобовых предшественников выявить закономерность в активности инвертазы не удалось. Содержание данного фермента колебалась от 13,6 мг до 14,7 мг инвертного сахара на 1 г почвы.

Имеется тенденция увеличения активности инвертазы в вариантах с выращиванием бобовых на сидерат.

Таким образом, использование люпина на сидерат в качестве предшественника пшеницы в условиях серой лесной почвы позволяет существенно повысить активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Запашка бобовых культур на сидерат оказала незначительное влияние на активность уреазы, относительно чёрного пара. В вариантах с запашкой бобовых на сидерат активность каталазы увеличилась на 33-60%, в вариантах с возделыванием бобовых на зерно на 28-46% относительно контрольного варианта. В первый год после возделывания бобовых не выявлена закономерность в активности инвертазы. Прослеживается тенденция увеличения её активности в вариантах с выращиванием бобовых на сидерат.

ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

4.1. Ассимиляционная поверхность листового аппарата

Существенная часть ассимиляционной поверхности посевов сельскохозяйственных культур, в т.ч. и озимой пшеницы, приходится на листья, т.к. в них в основном осуществляется фотосинтез. Изучение ассимиляционной поверхности листьев имеет важное значение. Площадь листовой поверхности растений может варьировать в достаточно широких интервалах в зависимости от условий выращивания, а также в течение вегетации. Как известно, максимальное

поглощение фотосинтетически активной радиации осуществляется, когда площадь ассимиляционной поверхности составляет порядка 40-50 тыс. м²/га.

В начале развития растений ассимиляционная поверхность посевов озимой пшеницы незначительная. В дальнейшем темпы нарастания площади листьев увеличиваются и достигают максимума к моменту прекращения линейного роста. К концу вегетации ассимиляционная поверхность уменьшается за счет отмирания нижних листьев. Очень важно к периоду формирования зерна обеспечить максимальное нарастание листовой поверхности, что является залогом получения высоких урожаев. Следовательно, изучение динамики формирования листовой поверхности на посевах озимой пшеницы имеет важное значение.

Результаты исследования показали, что ассимиляционная поверхность листьев озимой пшеницы в начальный период вегетации незначительная и составляет от 8,0 до 11,6 тыс. м²/га в зависимости от варианта (рис. 4).

К моменту выхода в трубку площадь листовой поверхности увеличивается в два с лишним раза и составила в зависимости от вариантов 15,3-23,2 тыс. м²/га.

Максимальное нарастание листовой поверхности отмечено в фазу цветения. В этот период ассимиляционная поверхность посевов озимой пшеницы составила 39,7-54,8 тыс. м²/га.

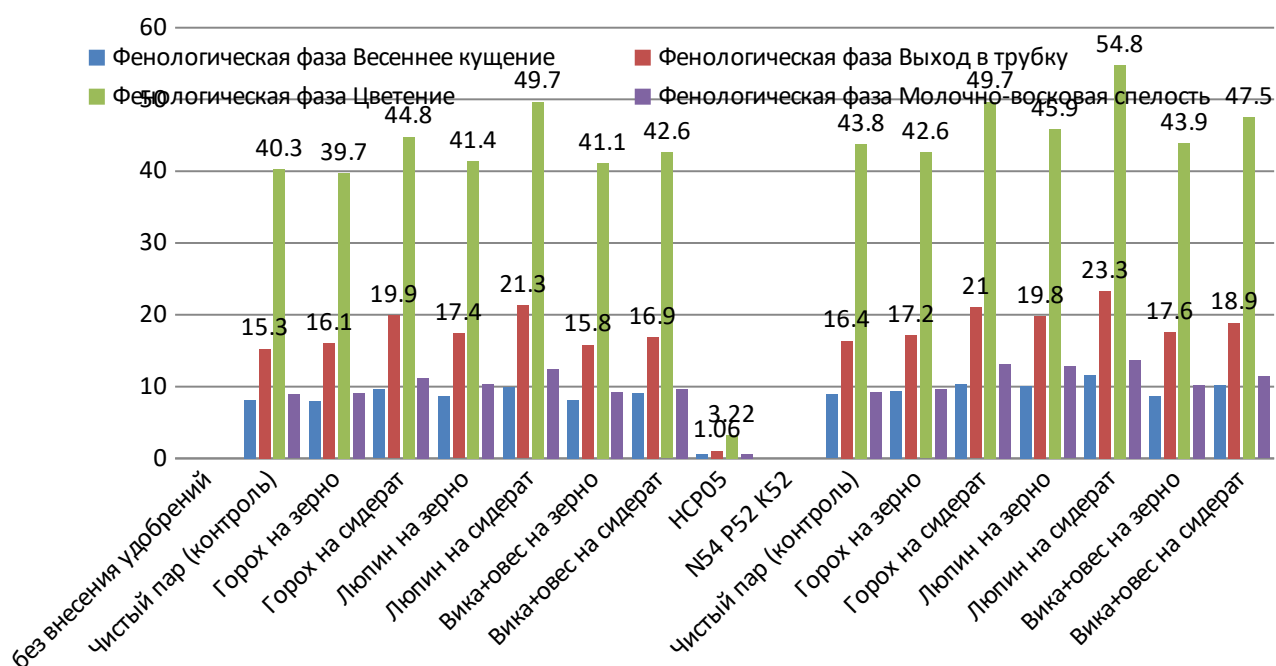


Рисунок 4. Ассимиляционная поверхность листьев озимой пшеницы
в зависимости от предшественников и внесения удобрений, тыс. м²/га
(2016-2019 г.г.)

В фазу молочно-восковой спелости площадь листовой поверхности значительно сократилась и составила по вариантам опыта 8,9-13,7 тыс. м²/га.

Предшественники озимой пшеницы оказали заметное влияние на процесс формирования ассимиляционного аппарата растений. Данное влияние прослеживается во все фазы развития пшеницы.

Установлено, что лучшие показатели обеспечил посев бобовых культур с заделкой на сидерат. В указанных вариантах площадь листовой поверхности в фазу цветения составила 42,6-49,7 тыс. м²/га. Возделывание бобовых на зерно несколько уступало по данному показателю. Площадь листьев здесь была на 3,6-20,0% меньше в зависимости от культуры.

Выращивание бобовых на зерно практически не отличалось по этому показателю от черного пара (контроль), 39,7-41,4 тыс. м²/га в вариантах с посевом бобовых на зерно и 40,3 тыс. м²/га в контрольном варианте.

Внесение минеральных удобрений также оказало положительное влияние на формирование ассимиляционного аппарата. Несмотря на то, что бобовые культуры оставляют после себя достаточное количество элементов питания для последующих культур, тем не менее, внесение минеральных удобрений способствовало активизации ростовых процессов озимой пшеницы. Так, в контрольном варианте без внесения минеральных удобрений площадь листовой поверхности в период цветения составила в среднем за 4 года исследований 40,3 тыс. м²/га, что на 8,7% больше. Увеличение ассимиляционной поверхности листьев озимой пшеницы наблюдалось во всех аналогичных вариантах.

Наибольшая площадь листовой поверхности отмечена после посева люпина на сидерат с внесением минеральных удобрений в дозе N₅₄P₅₂K₅₂ – 54,8 тыс. м²/га, против 49,7 тыс. м²/га в аналогичном варианте, но без внесения минеральных удобрений.

Следовательно, для формирования оптимальной площади ассимиляционного аппарата на посевах озимой пшеницы в условиях серой лесной почвы, после бобовых предшественников необходимо дополнительно вносить минеральные удобрения.

4.2. Фотосинтетический потенциал

Важным показателем, напрямую влияющим на продуктивность озимой пшеницы является фотосинтетический потенциал. Он является показателем изменения величины ассимиляционной поверхности листьев и продолжительности их работы.

Величина фотосинтетического потенциала определяется многими факторами, и прежде всего условиями, влияющими на интенсивность ростовых процессов растений.

Результаты исследований показали, что величина фотосинтетического потенциала была неодинакова в разные фазы вегетационного развития (табл. 11).

Таблица 11. Фотосинтетический потенциал озимой пшеницы в зависимости от предшественников и внесения удобрений, тыс. м²×сутки/га (2016-2019 г.г.)

Варианты	Фенологическая фаза				
	всходы – осеннее кущение	весеннее кущение – выход в трубку	выход в трубку – цветение	цветение – молочно- восковая спелость	всходы – полная спелость
без внесения удобрений					
Чистый пар (контроль)	309,7	343,1	759,3	913,6	2325,7
Горох на зерно	311,2	351,7	746,9	898,4	2308,2
Горох на сидерат	327,1	376,3	824,1	921,6	2449,1
Люпин на зерно	328,9	354,9	778,4	909,7	2371,9
Люпин на сидерат	351,6	382,2	916,7	1021,3	2671,8

Вика+овес на зерно	306,4	321,8	735,9	907,6	2271,7
Вика+овес на сидерат	327,6	349,3	751,8	921,1	2349,8
N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂					
Чистый пар (контроль)	313,4	361,2	787,9	936,7	2396,2
Горох на зерно	331,1	369,7	801,2	919,6	2421,6
Горох на сидерат	343,6	391,1	847,5	961,8	2544,0
Люпин на зерно	339,9	375,3	803,9	927,3	2446,4
Люпин на сидерат	389,4	403,1	882,7	1093,2	2767,5
Вика+овес на зерно	359,1	364,8	789,1	928,5	2441,5
Вика+овес на сидерат	337,6	360,4	786,9	931,1	2416,0

В начальный период роста растений величина фотосинтетического потенциала была невысокой и составляла, в целом по опыту, в период от всходов до осеннего кущения 309-389 тыс. м²×сутки/га. С момента возобновления весенней вегетации и до выхода в трубку данный показатель также был небольшой – 343-403 тыс. м²×сутки/га. По мере развития растений и увеличения площади листовой поверхности величина фотосинтетического потенциала увеличивалась. Так в межфазный период «выход в трубку – цветение» величина данного показателя увеличилась более чем в два раза и составила 759-918 тыс. м²×сутки/га. В следующий межфазный период «цветение – молочно-восковая спелость» величина фотосинтетического потенциала также была достаточно высокой – 913-1093 тыс. м²×сутки/га.

Таким образом, наибольший фотосинтетический потенциал озимой пшеницы в среднем за 4 года наблюдался в период от момента «выхода в трубку» и до созревания зерна.

Величина фотосинтетического потенциала также в значительной степени зависела от предшественников. Так в контрольном варианте (черный пар) величина фотосинтетического потенциала за весь период вегетации составила 2325,7 тыс. м²×сутки/га. В вариантах с возделыванием бобовых культур на зерно данный показатель был в пределах 2271,7-2371,9 тыс. м²×сутки/га. Максимальная

величина данного показателя была в варианте с посевом люпина – 2371,9 тыс. м²×сутки/га, минимальная – при посеве гороха – 2308,2 тыс. м²×сутки/га.

Использование бобовых в качестве сидеральных культур способствовало увеличению фотосинтетического потенциала до 2449,1-2671,8 тыс. м²×сутки/га, что на 6,1-12,6% больше по сравнению с вариантами, где бобовые культуры возделывались на зерно. Наибольший фотосинтетический потенциал был при использовании люпина на сидерат.

Несмотря на то, что бобовые культуры, а также чистый пар, оставляют после себя достаточное количество элементов питания, тем не менее, внесение дополнительно минеральных удобрений позволило несколько повысить величину фотосинтетического потенциала во всех вариантах. Так на чистом пару без внесения минеральных удобрений данный показатель составил 2325,7 тыс. м²×сутки/га, а при внесении дополнительно удобрений в дозе N₅₄P₅₂K₅₂ фотосинтетический потенциал увеличился на 70,5 тыс. м²×сутки/га или на 30%. В варианте с посевом люпина на сидерат (без внесения удобрений) фотосинтетический потенциал составил 2671,8 тыс. м²×сутки/га, а при внесении удобрений на 3,6% больше.

Как видно из представленного материала внесение минеральных удобрений незначительно повысило величину фотосинтетического потенциала. В большей степени данный показатель зависел от вида предшественника, и на какие цели он возделывался.

ГЛАВА 5. РОСТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ, УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

5.1. Густота стояния растений озимой пшеницы

Формирование урожайности сельскохозяйственных культур, в т.ч. и озимой пшеницы, начинается на ранних стадиях развития растения. Поэтому очень важно иметь представление о состоянии посевов на всех стадиях развития, чтобы своевременно принять меры по улучшению состояния растений и, соответственно, по повышению урожайности.

Одним из таких показателей, характеризующих состояние посевов, является густота стояния растений. Оптимизация густоты стояния одна из главных задач разработки любых агротехнологических приемов. На величину данного показателя влияет много факторов, начиная от биологических особенностей

сорта, нормы высева, погодных условий, почвенного плодородия, и заканчивая агротехникой возделывания.

Наблюдения за динамикой густоты стояния растений озимой пшеницы показали, что в разные годы исследования величина данного показателя была неодинакова (рис. 5). Погодные условия влияли на густоту стояния растений, начиная от осеннего кущения и заканчивая созревaniem.

Предшественники, а также внесение минеральных удобрений, оказали влияние на данный показатель. В 2016 г. в вариантах без внесения удобрений густота стояния растений в фазу осеннего кущения составила по вариантам 356-384 шт./м² или 79,1-85,3% от числа посеянных семян. При этом в вариантах с сидератами густота стояния растений была несколько больше, чем в вариантах, где бобовые возделывались на зерно. Так, в вариантах с сидерацией густота стояния растений в указанную фазу составила 376-384 шт./м², тогда как при выращивании на зерно – 349-367 шт./м². Наибольшая густота стояния отмечена в варианте с посевом люпина на сидерат – 384 шт./м². В контрольном варианте густота стояния составила 356 шт./м². На одном уровне с контролем были варианты с посевом бобовых культур на зерно.

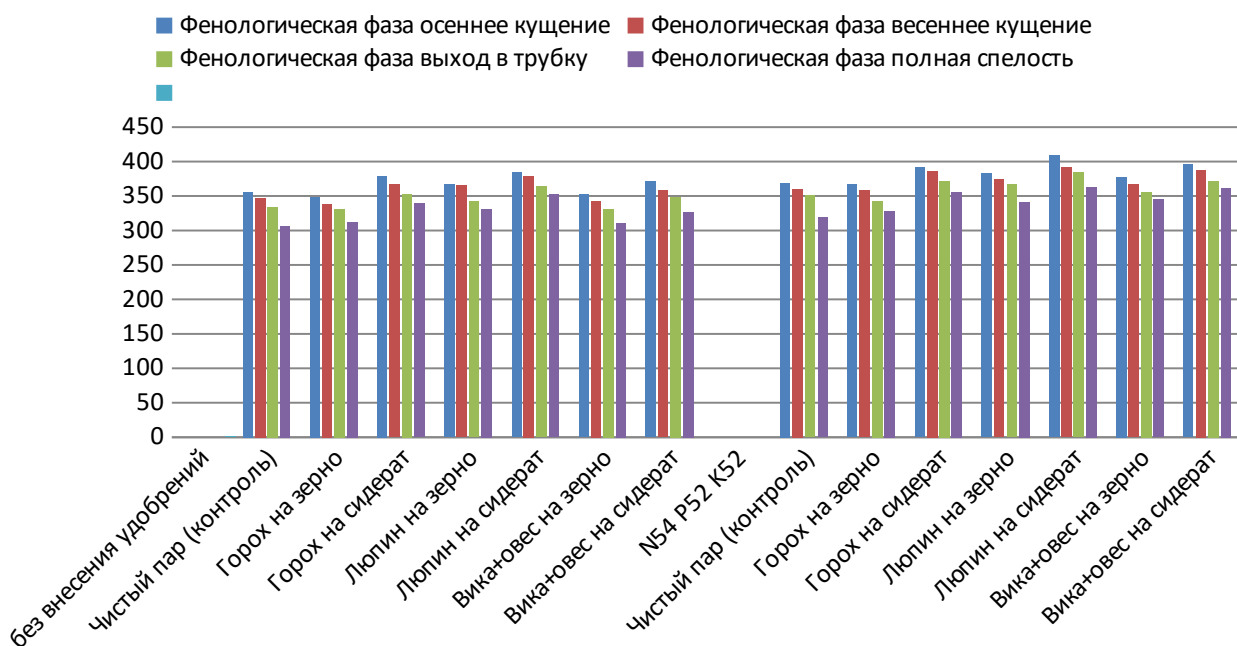


Рисунок 5. Густота стояния растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников и внесения удобрений, шт./ м² (2016г.)

Превышение вариантов с заделкой бобовых на сидерат над вариантами с возделыванием на зерно по густоте стояния растений можно объяснить накоплением в почве большого количества элементов питания и влаги, что способствовало более дружным и равномерным всходам в этих вариантах.

Внесение минеральных удобрений после бобовых предшественников также способствовало увеличению густоты стояния растений озимой пшеницы. В контрольном варианте данный показатель повысился на 3,7%, в варианте с заделкой люпина на сидерат густота стояния растений увеличилась на 6,5%. В остальных вариантах наблюдалась аналогичная закономерность.

После перезимовки в контрольном варианте сохранилось 347 шт./м² растений или 97,4%. В вариантах, где в качестве предшественника возделывались бобовые на зерно, перезимовали 95,6-96,8%. В вариантах, где бобовые выращивались на сидерат количество перезимовавших растений составило 358-379 шт./м² или 96,4-98,7%.

Аналогичная закономерность наблюдалась в вариантах, где дополнительно вносились минеральные удобрения.

В фазу выхода в трубку густота стояния растений несколько уменьшилась в целом по опыту. Тем не менее, наибольшая густота стояния отмечена в вариантах, где в качестве предшественника были бобовые культуры, возделываемые на сидерат – 349-364 шт./м². Среди представленных вариантов наибольшая густота стояния растений озимой пшеницы была после люпина на сидерат.

В вариантах с внесением минеральных удобрений отмечена такая же закономерность, как и в предыдущем случае. Максимальная густота стояния выявлена в варианте с посевом люпина на сидерат – 384 шт./м².

К моменту уборки урожая количество растений озимой пшеницы в вариантах, где в качестве предшественников возделывались бобовые культуры

на сидерат, составили 88,1-91,7%, тогда как на чистом пару (контроль) число растений составило 307 шт./м² или 86,2%.

В вариантах с возделыванием бобовых на зерно количество сохранившихся растений к моменту созревания составило 311-331 шт./м², что соответствует уровню контрольного варианта.

Необходимо отметить, что наибольшее количество сохранившихся растений озимой пшеницы было при возделывании люпина на сидерат как при внесении минеральных удобрений, так и без внесения.

В 2017 г. (рис. 6) на чистом пару в фазу осеннего кущения густота стояния растений озимой пшеницы составила 371 шт./м² без внесения минеральных удобрений и 387 шт./м² с внесение удобрений, что составило 82,4 и 86,0% соответственно от числа высеянных семян.

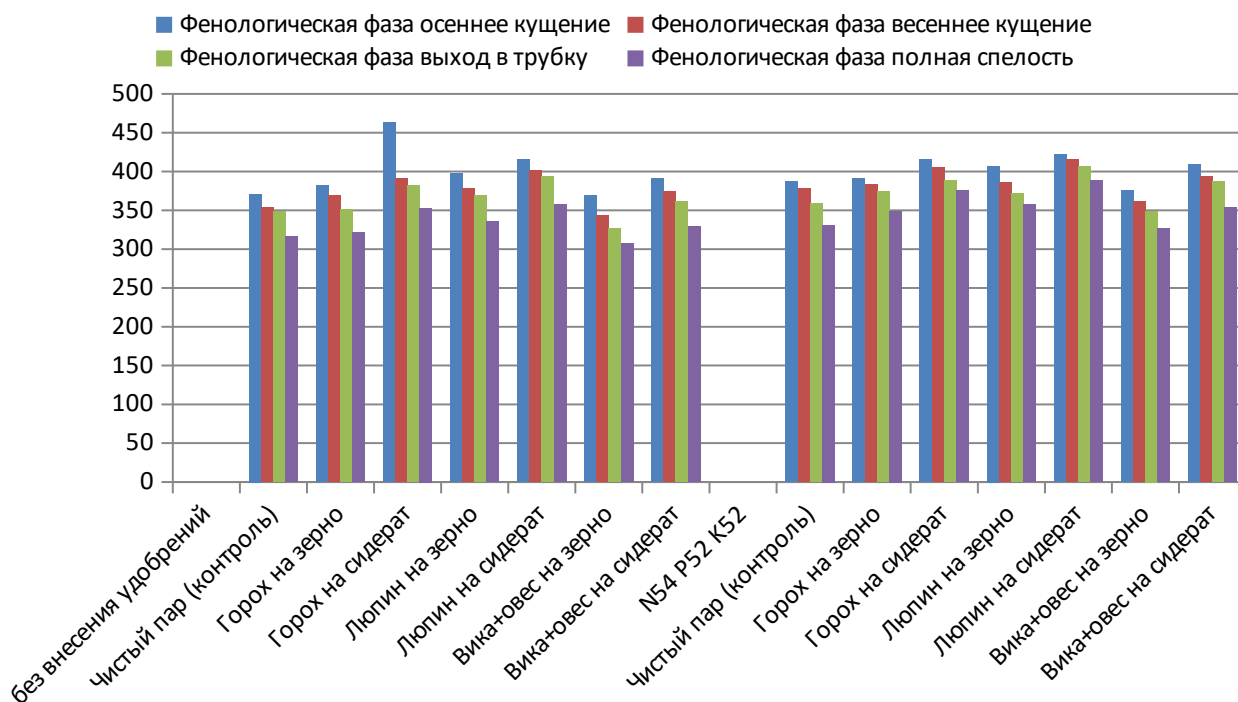


Рисунок 6. Густота стояния растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников и внесения удобрений, шт./ м² (2017г.)

Также как и в прошлом году, бобовые предшественники оказали положительное влияние на данный показатель, который составил в вариантах с возделыванием бобовых на зерно 369-382 шт./м² без внесения удобрений и 375-391 шт./м² с внесением минеральных удобрений.

Сидерация оказала еще более значительное воздействие на данный показатель. В вариантах без внесения минеральных удобрений густота стояния растений озимой пшеницы составила 391-416 шт./м² или 86,9-92,4% от числа внесенных семян. В вариантах с внесением минеральных удобрений густота стояния была 409-422 шт./м² или 90,9-93,8% от числа высеянных семян. При этом наилучшие показатели выявлены в варианте с посевом люпина на сидерат.

Таким образом, сидерация совместно с внесением под основу обработки минеральных удобрений обеспечивает наилучшие условия для прорастания семян и дальнейшего роста растений озимой пшеницы.

В последующие фазы развития растений озимой пшеницы сохранилась отмеченная выше закономерность. Наибольшая густота стояния была после люпина внесенного на сидерат с дополнительным внесением минеральных удобрений. К моменту уборки количество растений озимой пшеницы сохранилось 92,2% от числа взошедших, а густота стояния составила 389 шт./м².

В 2018 г. (рис. 7) условия были более благоприятными для более дружных всходов озимой пшеницы, что обеспечило большее стояние растений, относительно предыдущих лет. В фазу осеннего кущения на черном пару (контроль) без внесения минеральных удобрений густота стояния составила 427 шт./м².

В вариантах с возделыванием бобовых культур на зерно количество растений было 439-441 шт./м² без внесения удобрений и 451-469 шт./м² в вариантах с внесением минеральных удобрений.

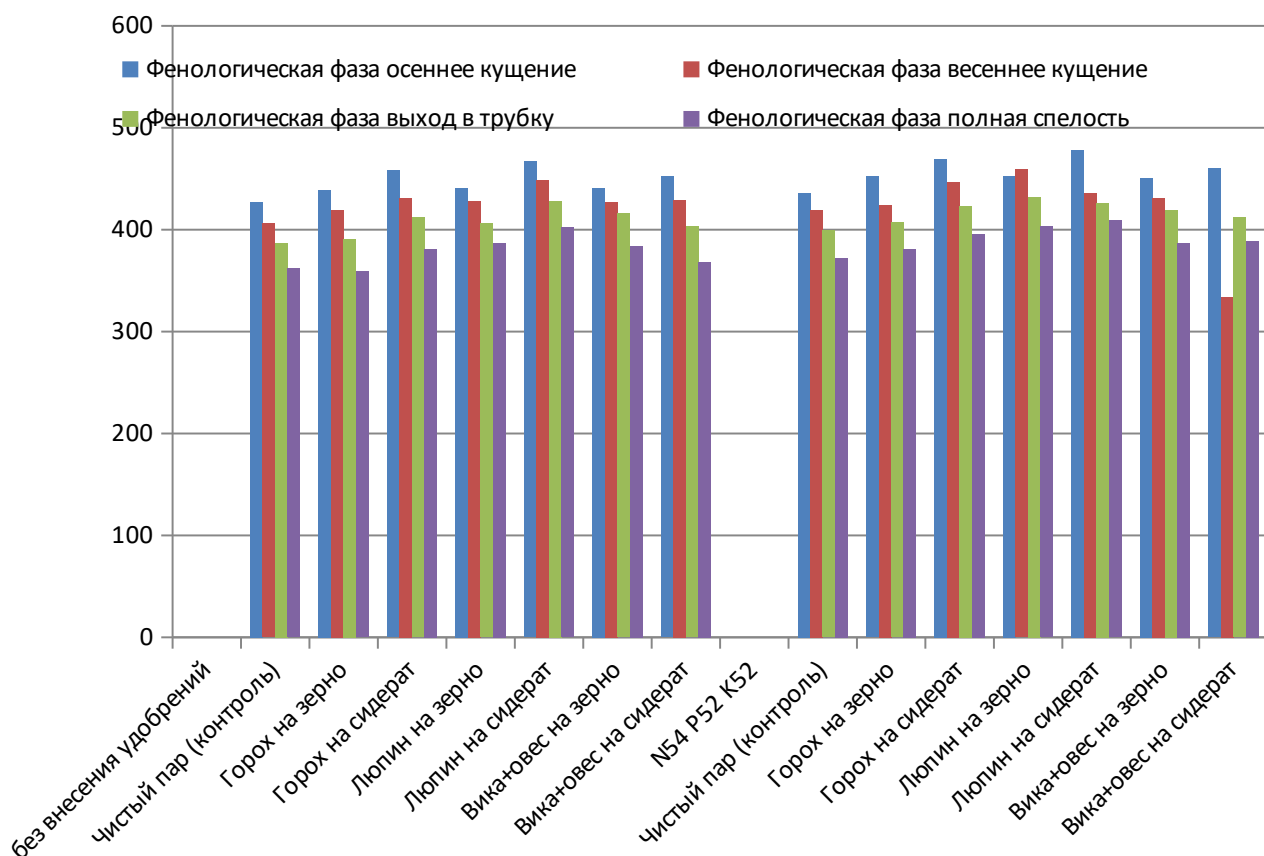


Рисунок 7. Густота стояния растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников и внесения удобрений, шт./ м² (2018г.)

Сидерация оказала более заметное влияние на густоту стояния растений. В вариантах с заделкой зеленой массы густота стояния составила 452-467 шт./м² без внесения удобрений и 460-478 шт./м² с внесением минеральных удобрений. Наибольшая густота стояния отмечена при заделке зеленой массы люпина.

К началу весенней вегетации сохранилось в целом по опыту 91-95% от числа растений ушедших в зиму. Зимние условия 2017-2018/ г.г. были благоприятными для озимой пшеницы. Выявить закономерность между вариантами по перезимовке растений не удалось.

К окончанию вегетации количество растений на чистом пару (контроль) составило 362 шт./ м² без внесения удобрений и 372 шт./ м² с внесением удобрений. В вариантах, где в качестве предшественника были бобовые культуры, возделываемые на зерно, данный показатель незначительно отличался

от контрольного варианта как при внесении удобрений – 381-409 шт./ м², так и без внесения удобрений – 359-402 шт./ м².

К уборке урожая больше всего сохранилось растений в вариантах с сидерацией. При этом в варианте с заделкой люпина в почву сохранилось наибольшее количество растений озимой пшеницы – 402 и 409 шт./ м² соответственно без внесения минеральных удобрений и с внесением.

В 2019 г. (рис. 8) влияние предшественников было такое же, как и в предыдущие годы.

Густота растений в вариантах, где в качестве предшественников возделывались бобовые культуры, выращиваемые на зерно, была на уровне с контрольным вариантом. Различия были не существенны. Предшественники, возделываемые на сидерат, несколько превосходили по данному показателю указанные ранее варианты. Достоверное превышение отмечено в варианте с возделыванием люпина на сидерат на ранних этапах развития растений озимой пшеницы. К концу вегетации эти различия нивелируются. В фазу полной спелости густота стояния в целом по опыту составляла 319-349 шт./ м². Различия между вариантами не существенны.

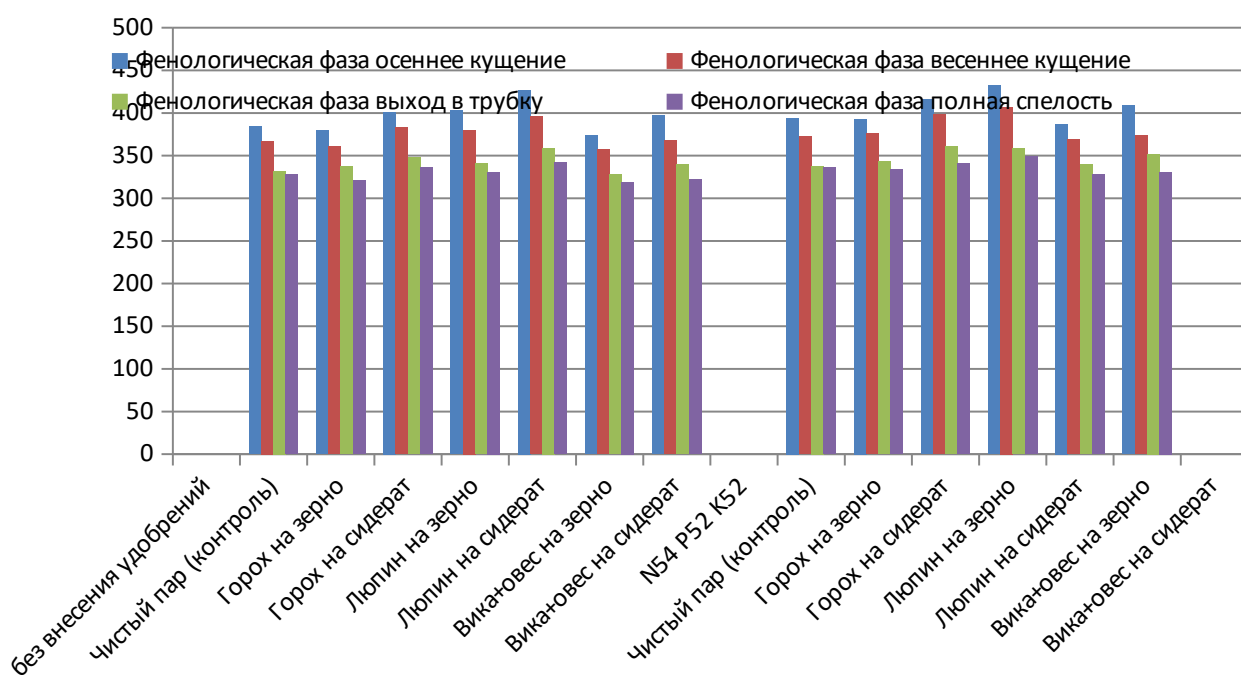


Рисунок 8. Густота стояния растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников и внесения удобрений, шт./ м² (2019г.)

Таким образом, заделка зеленой массы на сидерат обеспечивают более дружные всходы и большую густоту стояния растений озимой пшеницы. Наилучшие показатели отмечены при использовании в качестве сидеральной культуры люпина узколиственного на фоне минеральных удобрений в дозе N₅₄P₅₂K₅₂.

5.2. Засоренность посевов озимой пшеницы

Немаловажное значение для озимой пшеницы имеет фитосанитарная обстановка, создаваемая предшественниками, поскольку от этого также зависит величина урожайности. Как известно навоз, вносимый в паровом поле, содержит довольно большой запас семян сорных растений, что сильно повышает потенциальную засорённость посевов.

Использование бобовых культур с заделкой зелёной массы на удобрение существенно снижало количество сорных растений в посевах пшеницы (рис. 9).

Так, если в чистом пару с внесением 40 т/га навоза их общая численность в среднем за 4 года составляла 97 шт./м², то в вариантах с возделыванием гороха на сидерат - 71 шт./м². При этом достоверных различий по засорённости между вариантами, в которых выращивали бобовые культуры на сидерат не обнаружено.

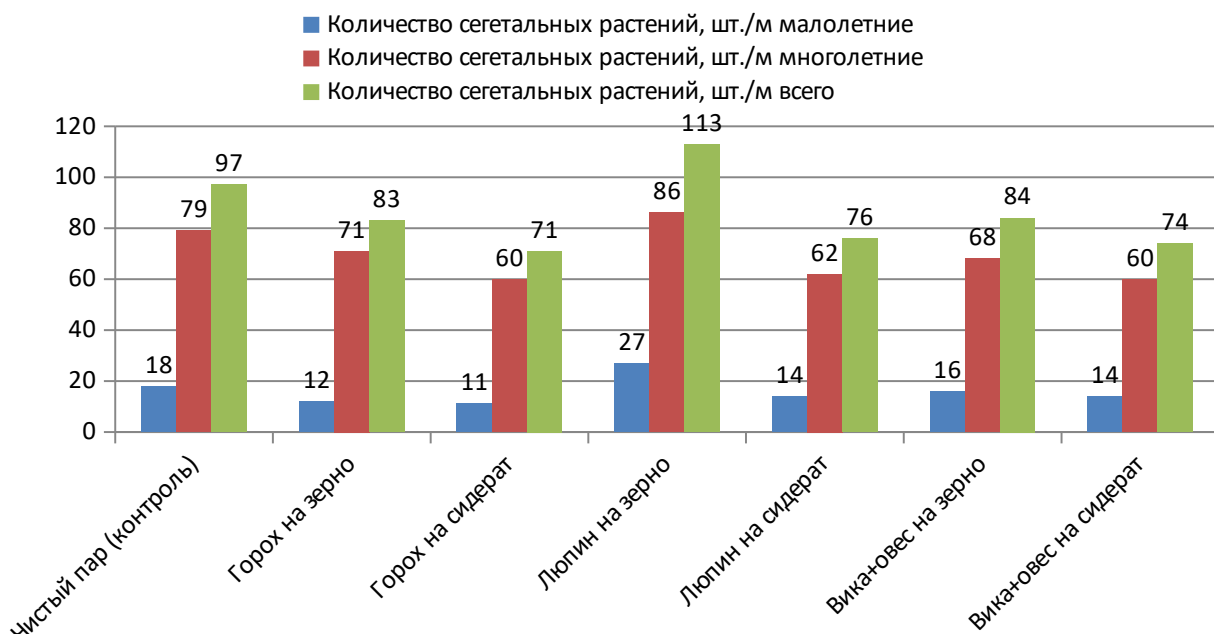


Рисунок 9. Засоренность посевов озимой пшеницы в зависимости от предшественников (среднее за 2016-2019 гг.)

После бобовых культур на зерно поле оставалось более засорённым. Количество сорных растений в этих вариантах составляло 83-113 шт./м. При этом наименьшую численность сорняков отмечали после гороха – 83 шт./м и смеси вика + овес – 84 шт./м. После люпина на зерно количество сорных растений было наибольшим и составило 113 шт./ м.

Меньшая засорённость посевов пшеницы в вариантах с сидеральными культурами, объясняется тем, что скашивание зелёной массы и заделка их в почву происходила в период цветения, когда у многих видов сорных растений семена еще не созрели. Тогда как ко времени уборки бобовых культур на зерно семена сорняков уже осыпались и попали в почву.

Семена сорных растений могут сохраняться в почве в течение многих лет. Избавиться от сеgetальной флоры за один год, даже в чистом пару, к сожалению, не удаётся. В нашем опыте потенциальная засорённость почвы также оставалась довольно высокой (рис. 10).

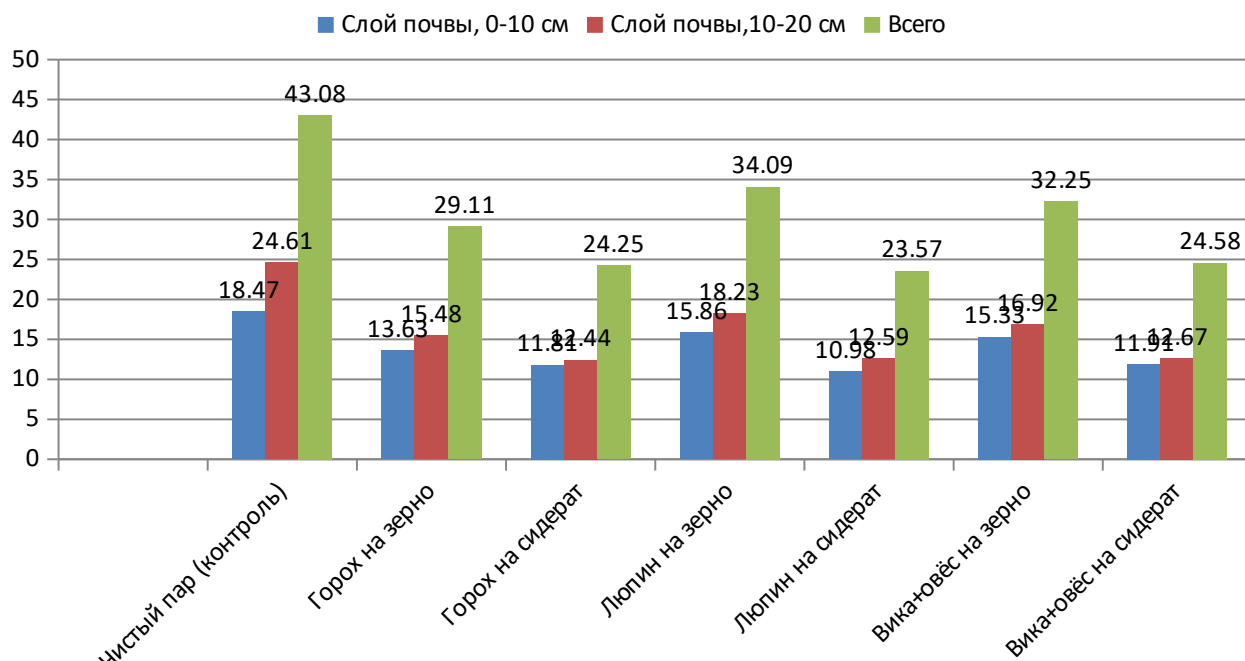


Рисунок 10. Потенциальная засорённость почвы перед посевом озимой пшеницы в зависимости от предшественников, млн. шт./га (2016-2019 г.г.)

В слое почвы 0-10 см количество семян и сорных растений в вариантах с заделкой растений на сидерат составило 10,98-11,91 млн. шт./га, 10-20 см - 12,44-12,67 млн. шт./га. Общее количество семян в пахотном слое колебалось от 23,57 до 24,58 млн. шт./га. Достоверных различий между культурами не выявлено. Это объясняется тем, что заделка зелёной массы в почву происходила в одно время.

При выращивании бобовых на зерно количество семян сорных растений в почве было больше и варьировало в зависимости от культуры от 29,11 до 34,09 млн. шт./га. При этом наименьшую величину этого показателя, как в слое почвы 0-10 см (13,63 млн. шт./га), так и в слое 10-20 см (15,48 млн. шт./га), отмечали после гороха, а максимальную в опыте после люпина – 15,86 и 18,23 млн. шт./га соответственно.

Несмотря на проведение мероприятий по уничтожению сорной растительности в паровом поле, которые позволили снизить количество

вегетирующих сеgetальных растений, в этом варианте потенциальная засорённость почвы перед посевом в пшеничном агроценозе была наибольшей. Количество семян сорных растений составило 43,08 млн. шт./га, что превышало их численность, по сравнению с остальными вариантами, на 26,4-82,7 %.

В целом наибольшее количество семян сорных растений было сосредоточено в слое почвы 10-20 см независимо от варианта. Их численность превышала величину этого показателя в верхнем слое 0-10 см на 10,5-33,5 %. Это можно объяснить тем, что во всех вариантах проводили вспашку с оборотом пласта, а непосредственно перед посевом пшеницы культивацию. В результате проросшие семена в верхней части почвы были уничтожены, что повлияло на снижение их численности.

Таким образом, выращивание бобовых культур с заделкой зелёной массы на сидерат в наибольшей степени снижает численность сорных растений в посевах озимой пшеницы независимо от вида растений.

Возделывание бобовых на зерно повышает численность сорных растений в пшеничном агроценозе. Наибольшая величина этого показателя отмечена после люпина 107 шт./м, наименьшая после гороха - 83 шт./м.

Самая высокая потенциальная засорённость почвы перед посевом пшеницы установлена после чистого пара – 43,08 млн .шт./га, что превышало численность семян сорных растений после бобовых культур на 24,4-82,7 %.

5.3. Рост растений озимой пшеницы

Особенностью роста озимой пшеницы является хорошо выраженная пластичность по отношению к условиям произрастания, что дает ей возможность проявлять изменчивость в широких пределах. В течение вегетации озимая пшеница проходит определенные фазы роста. Воздействие внешних условий, в т.ч. и агротехнических, может оказать заметное влияние на ростовые процессы, как в начальные фазы роста, так и в конце вегетации. Поэтому изучение показателей роста в основные периоды вегетации имеет важное значение.

Погодные условия в годы проведения исследования были неодинаковые, что отразилось на показателях роста растений озимой пшеницы (табл. 12).

Помимо погодных условий, предшественники также повлияли на рост растений. Так, в 2016 г. в фазу выхода в трубку, высота растений в контрольном варианте (чистый пар) составила 52,1 см. После гороха на зерно высота была 54,3 см, а после гороха на сидерат – 55,0 см. Более существенные различия по данному показателю были после люпина на зерно – 54,7 см и на сидерат – 56,8 см. Примерно такая же высота растений была после вико-овсяной смеси на зерно – 55,4 см и на сидерат – 56,1 см.

После бобовых культур, используемых на сидерат прослеживается тенденция увеличения высоты растений, относительно вариантов, где бобовые возделывались на зерно.

Внесение минеральных удобрений оказало более существенное влияние на рост озимой пшеницы. Так в контрольном варианте в фазу выхода в трубку высота растений составила 52,1 см, то при внесении удобрений в дозе $N_{54}P_{52}K_{52}$ высота растений была 61,7 см, что на 18,4% больше.

После бобовых предшественников, возделываемых как на зерно, так и на сидерат отмечено увеличение данного показателя при внесении минеральных удобрений. Так высота растений в вариантах с посевом люпина на сидерат составила без внесения удобрений 56,8 см, а при внесении удобрений – 66,1 см. Число листьев на растении в фазу выхода в трубку, составила от 6,7 до 7,8 шт. без внесения удобрений и 6,9-7,8 шт. с внесением удобрений. Как видно, внесение удобрений не оказало влияния на данный показатель. После бобовых предшественников, используемых в качестве сидеральных культур, отмечено увеличение количества листьев, относительно контрольного варианта.

Таблица 12. Показатели роста растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников и внесения удобрений (2016 г.)

Варианты	Выход в трубку			Цветение		
	высота растений, см	число листьев, шт	площадь листьев, см ²	высота растений, см	число листьев, шт	площадь листьев, см ²
без внесения удобрений						
Чистый пар (контроль)	52,1	0,7	51,9	62,9	10,2	62,1
Горох на зерно	54,3	6,9	52,1	64,7	10,8	64,7
Горох на сидерат	55,0	7,3	53,8	65,2	10,4	65,9
Люпин на зерно	54,7	7,2	53,6	64,3	10,6	65,9
Люпин на сидерат	56,8	7,8	54,4	67,8	10,9	68,8
Вика+овес на зерно	55,4	6,8	51,8	65,1	10,6	63,4
Вика+овес на сидерат	56,1	7,1	52,2	66,0	10,3	52,4
НСР ₀₅	3,01	0,59	2,97	3,04	0,61	2,17
N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂						
Чистый пар (контроль)	61,7	0,9	53,3	63,4	10,4	65,7
Горох на зерно	63,1	7,1	55,8	65,3	10,9	66,8
Горох на сидерат	69,6	7,7	56,0	65,9	10,9	68,9
Люпин на зерно	64,2	7,4	55,9	55,6	10,8	69,7
Люпин на сидерат	66,1	7,8	58,8	68,4	11,0	72,4
Вика+овес на зерно	62,9	7,8	55,6	66,0	10,9	66,3
Вика+овес на сидерат	63,4	7,2	55,7	66,3	10,6	65,8
НСР ₀₅	3,06	0,54	2,41	2,39	0,57	3,09

Площадь листовой поверхности растений озимой пшеницы зависела как от предшественника, так и от внесения минеральных удобрений. Среди изучаемых предшественников наибольшая площадь листьев отмечена в варианте с посевом

люпина на сидерат, которая составила 54,4 см², что больше показателя контрольного варианта на 4,8%. В остальных вариантах менее существенные различия относительно контрольного варианта.

Внесение минеральных удобрений оказало положительное влияние на площадь листовой поверхности растений озимой пшеницы. Как уже указывалось, площадь листьев в варианте с посевом люпина на сидерат (без внесения минеральных удобрений) составила 54,4 см². При внесении минеральных удобрений величина данного показателя составила 58,8 см², что на 8,1% больше. Аналогичная закономерность просматривается и по другим показателям.

К фазе цветения растения озимой пшеницы достигают максимума в своем развитии. В дальнейшем происходит затухание роста, отмирание части листьев и т.д. Поэтому, именно в эту фазу, знания ростовых особенностей имеет важное значение.

Высота растений в указанную фазу роста составила в вариантах с бобовыми предшественниками 64,3-67,8 см, против 62,9 см в контрольном варианте. При этом во всех вариантах, за исключением люпина, высота растений озимой пшеницы была практически одинаковой как при выращивании на зерно, так и при выращивании на сидерат. В варианте с возделыванием люпина на сидерат высота растений составила 67,8 см, а на зерно – 64,3 см.

Внесение удобрений не оказало влияния на высоту растений озимой пшеницы. В контрольном варианте высота растений без внесения удобрений составила 62,9 см, с внесением удобрений – 63,4 см. Различия находились в пределах ошибки опыта. В остальных вариантах прослеживается аналогичная закономерность.

Число листьев в вариантах без внесения минеральных удобрений составило 10,2-10,9 шт. Наибольшее количество было в варианте с возделыванием люпина на сидерат. Внесение удобрений в дозе N₅₄P₅₂K₅₂ практически не оказало влияние на данный показатель, который составил по опыту 10,4-11,0 шт.

К моменту цветения площадь листовой поверхности растений озимой

пшеницы составила в вариантах, где в качестве предшественников возделывались бобовые культуры, от 62,4 см² до 68,8 см², против 62,1 см² в контроле. В вариантах, где возделывалась вико-овсяная смесь, площадь листьев была на уровне контрольного варианта. После люпина, возделываемого как на зерно, так и на сидерат, площадь листьев озимой пшеницы была наибольшая.

Внесение минеральных удобрений положительно сказалось на данном показателе, также как и в фазу выхода в трубку. В контрольном варианте площадь листьев увеличилась на 5,8% относительно аналогичного варианта без внесения минеральных удобрений. В остальных вариантах отмечена аналогичная закономерность.

В 2017 г. (табл. 13) предшественники также оказали положительное влияние на показатели роста растений озимой пшеницы, как в фазу выхода в трубку, так и в фазу цветения. Наибольшая высота растений отмечена после люпина на сидерат – 55,7 см в фазу выход в трубку и 60,8 см в фазу цветения.

За счет внесения удобрений увеличилась высота растений озимой пшеницы.

Особенно это заметно в фазе выхода в трубку. Так в контрольном варианте высота растений без внесения минеральных удобрений составила 49,7 см, с внесением удобрений – 57,3 см. В остальных вариантах высота растений также была больше при внесении удобрений на 7,5-8,4%. В период цветения высота растений нивелировалась на удобренном фоне и неудобренном. На чистом пару высота растений составила соответственно 57,3 и 58,4 см. Количество листьев зависело в большей степени от предшественника. Внесение удобрений не оказало влияния на данный показатель. Площадь листовой поверхности зависела как от предшественника, так и от внесения удобрений. Так, в вариантах с бобовыми культурами без внесения

Таблица 13. Показатели роста растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников и внесения удобрений (2017 г.)

Варианты	Выход в трубку			Цветение		
	высота растений, см	число листьев, шт	площадь листьев, см ²	высота растений, см	число листьев, шт	площадь листьев, см ²
Без внесения удобрений						
Чистый пар (контроль)	49,7	6,1	50,4	56,3	9,3	57,3
Горох на зерно	51,3	5,9	49,7	55,8	9,2	58,1
Горох на сидерат	54,6	6,6	52,8	59,4	9,5	59,4
Люпин на зерно	53,2	6,5	51,9	56,9	9,6	59,1
Люпин на сидерат	55,7	6,9	53,0	59,9	9,8	60,8
Вика+овес на зерно	51,1	5,9	50,1	56,1	9,4	57,2
Вика+овес на сидерат	54,8	6,2	51,3	57,2	9,5	58,3
НСР ₀₅	3,11	0,46	2,44	3,06	0,51	2,31
N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂						
Чистый пар (контроль)	57,3	6,3	52,9	62,8	9,4	58,4
Горох на зерно	56,9	6,2	53,4	64,1	9,4	60,3
Горох на сидерат	58,7	6,7	58,9	65,7	9,7	62,1
Люпин на зерно	59,2	6,7	58,8	65,1	9,8	63,3
Люпин на сидерат	60,4	7,1	61,3	67,3	9,9	64,2
Вика+овес на зерно	56,8	6,3	54,0	61,9	9,6	61,9
Вика+овес на сидерат	58,1	6,5	57,1	62,4	9,7	62,8
НСР ₀₅	3,08	0,48	3,49	3,27	0,47	3,46

удобрений площадь составила в фазу выхода в трубку 49,7-53,0 см², в аналогичных вариантах по удобренному фону 53,4-61,3 см². В фазу цветения эти

различия менее заметны. Достоверное превышение наблюдается только в варианте с посевом люпина на сидерат.

В 2018 г. (табл. 14) также как и в предыдущие года максимальная высота растений озимой пшеницы отмечена в вариантах с посевом люпина на сидерат и зерно. При этом высота растений была больше на удобренном фоне.

Число листьев (6,7-7,8 шт.) было больше в вариантах после бобовых предшественников. При этом удобрения не оказали влияния на данный показатель.

Площадь листьев озимой пшеницы была больше в вариантах, где в качестве предшественника возделывались бобовые культуры на удобренном фоне.

Причем в вариантах с заделкой бобовых на сидерат данный показатель был выше, чем в вариантах, где бобовые возделывались на зерно. Максимальная площадь листовой поверхности наблюдалась в фазу цветения.

В 2019 г. (табл. 15) закономерности роста озимой пшеницы по вариантам опыта сохранились.

Лучшими предшественниками, обеспечивающими лучшие показатели роста озимой пшеницы, оказались люпин, вико-овес возделываемые на сидерат. Показатели роста озимой пшеницы после бобовых, возделываемых на зерно, были несколько ниже. Эти различия были достоверными в фазу выхода в трубку, в фазу цветения различия нивелировались.

В целом за годы исследования можно отметить, что предшественники оказывают влияние на рост растений озимой пшеницы. Лучшим предшественником, обеспечивающими наибольший рост растений, является люпин на сидерат.

Таблица 14. Показатели роста растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников и внесения удобрений (2018 г.)

Варианты	Выход в трубку			Цветение		
	высота растений, см	число листьев, шт	площадь листьев, см ²	высота растений, см	число листьев, шт	площадь листьев, см ²
без внесения удобрений						
Чистый пар (контроль)	54,3	6,4	52,1	63,2	9,5	61,7
Горох на зерно	53,9	6,6	54,8	62,8	9,7	62,3
Горох на сидерат	55,7	6,8	57,2	65,3	9,9	65,8
Люпин на зерно	56,9	7,1	59,1	64,9	9,8	64,7
Люпин на сидерат	58,3	7,6	60,9	68,6	10,1	67,8
Вика+овес на зерно	54,6	6,5	54,9	64,5	9,6	62,2
Вика+овес на сидерат	56,2	6,7	55,3	63,9	9,6	61,9
НСР ₀₅	2,91	0,46	3,24	3,07	0,37	3,41
N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂						
Чистый пар (контроль)	64,6	6,7	53,6	68,8	9,6	62,9
Горох на зерно	63,7	6,9	54,5	68,4	9,7	62,4
Горох на сидерат	66,2	7,2	58,2	71,9	10,1	66,2
Люпин на зерно	67,4	7,3	58,6	74,6	9,9	65,7
Люпин на сидерат	69,3	7,8	62,1	73,6	10,2	68,3
Вика+овес на зерно	64,2	6,7	55,3	69,2	9,8	63,1
Вика+овес на сидерат	65,9	6,8	56,0	69,7	9,7	63,0
НСР ₀₅	3,16	0,53	2,87	3,12	0,44	3,47

Таблица 15. Показатели роста растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников и внесения удобрений (2019 г.)

Варианты	Выход в трубку			Цветение		
	высота растений, см	число листьев, шт	площадь листьев, см ²	высота растений, см	число листьев, шт	площадь листьев, см ²
Без внесения удобрений						
Чистый пар (контроль)	56,7	6,6	53,9	65,7	9,3	63,1
Горох на зерно	57,1	6,4	52,6	65,2	9,6	64,3
Горох на сидерат	58,3	7,3	55,2	67,4	10,2	67,2
Люпин на зерно	57,8	6,9	54,7	65,3	9,8	64,7
Люпин на сидерат	62,4	8,2	57,8	71,9	10,7	70,8
Вика+овес на зерно	58,1	6,5	52,9	68,1	9,7	65,6
Вика+овес на сидерат	59,8	7,7	56,2	69,4	10,4	68,4
НСР ₀₅	3,16	0,51	2,47	3,46	0,57	2,64
N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂						
Чистый пар (контроль)	63,8	6,8	55,6	69,3	9,3	63,9
Горох на зерно	64,2	6,5	54,0	70,1	9,2	65,1
Горох на сидерат	66,4	7,5	56,2	72,4	10,2	68,3
Люпин на зерно	64,9	7,0	55,1	71,8	9,9	65,7
Люпин на сидерат	71,2	8,3	61,3	73,7	10,8	71,1
Вика+овес на зерно	65,8	6,5	53,2	72,1	9,7	66,9
Вика+овес на сидерат	67,1	7,9	57,1	69,7	10,5	69,2
НСР ₀₅	3,03	0,53	2,53	3,29	0,52	2,47

После гороха на сидерат и вико-овсяной смеси, выращиваемой также на сидерат, показатели роста озимой пшеницы несколько меньше. Использование в качестве предшественников бобовых культур, выращиваемых на семена, также обеспечивает нормальное развитие растений озимой пшеницы. Однако растения по силе роста уступают предшественникам, выращиваемым на сидерат. Чистый

пар, как и предшественник, равноценен гороху и вико-овсяной смеси, возделываемых на зерно.

Внесение минеральных удобрений даже после бобовых предшественников, обеспечивает усиление роста растений озимой пшеницы, что отражается в первую очередь на таких показателях, как высота растений и площадь листьев.

Наиболее заметное влияние на рост озимой пшеницы оказывают предшественники в фазу выхода в трубку. В этот период идет наиболее интенсивный рост растений. К моменту цветения ростовые процессы у озимой пшеницы затухают и различия между вариантами, по отдельным показателям, нивелируются.

5.4. Урожайность озимой пшеницы

Как известно, урожай является интегральным показателем, позволяющим провести оценку разрабатываемых агротехнологических мероприятий.

Данные по урожайности озимой пшеницы в опыте представлены в таблице 16.

Как видно из представленных данных урожай в годы проведения исследования был неодинаков и зависел от погодных условий. Тем не менее, независимо от погодных изменений, урожай озимой пшеницы в большей степени зависел от предшественников и внесения удобрений.

Так, в 2016 г. урожайность в контрольном варианте (без внесения удобрений) составила 3,14 т/га. На одном уровне с чистым паром урожай был в вариантах, где в качестве предшественников возделывались бобовые культуры на зерно – 3,16-3,29 т/га.

Таблица 16. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественника и внесения удобрений, т/га (2016-2019 г.г.)

Предшественники	Урожайность
-----------------	-------------

	2016	2017	2018	2019		
без внесения удобрений						
Чистый пар (контроль)	3,14	3,67	4,17	3,09	3,67	100,0
Горох на зерно	3,22	3,64	4,11	3,74	3,68	100,2
Горох на сидерат	3,24	3,74	4,15	3,79	3,72	101,4
Люпин на зерно	3,29	3,81	4,18	3,83	3,78	103,0
Люпин на сидерат	3,57	4,27	4,29	3,88	4,00	108,9
Вика+овес на зерно	3,16	3,71	4,13	3,87	3,69	100,5
Вика+овес на сидерат	3,31	4,09	4,06	3,77	3,81	103,8
НСР ₀₅	0,27	0,24	0,24	0,26		
N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂						
Чистый пар (контроль)	3,87	4,16	4,61	4,26	4,23	100,0
Горох на зерно	3,96	4,21	4,57	4,32	4,27	100,9
Горох на сидерат	4,07	4,35	4,61	4,39	4,36	103,1
Люпин на зерно	4,21	4,42	4,68	4,40	4,43	104,7
Люпин на сидерат	4,39	4,59	4,79	4,46	4,56	107,8
Вика+овес на зерно	3,84	4,19	4,58	4,27	4,22	99,7
Вика+овес на сидерат	3,87	4,24	4,59	4,30	4,25	100,4
НСР ₀₅	0,24	0,31	0,21	0,22		

В вариантах, где бобовые возделывались на сидерат, урожайность была несколько выше и составила. В зависимости от вида бобовых культур, 3,24-3,57 т/га. Наибольшая урожайность озимой пшеницы была после люпина на сидерат – 3,57 т/га.

Внесение минеральных удобрений в наибольшей степени оказало влияние на урожайность озимой пшеницы. Так, в чистом пару (контроль) урожай повысился на 23,2%, в вариантах с бобовыми, выращиваемыми на зерно, на 21,5-27,9% и в вариантах с сидерацией на 17,6-22,9%.

В 2017 г. сидераты обеспечили прибавку урожая относительно контрольного варианта (без внесения минеральных удобрений) на 1,1-5,4%, в то время как варианты с возделыванием бобовых были на уровне контрольного варианта.

Внесение минеральных удобрений позволило повысить урожай озимой пшеницы во всех вариантах на 7,5-13,5%. Наибольший урожай был получен после люпина на сидерат, который составил 4,59 т/га.

Наибольший урожай озимой пшеницы получен в 2018 году, который варьировал по опыту от 4,06 т/га до 4,79 т/га в зависимости от варианта. Так же как и в предыдущие года урожайность после бобовых выращиваемых на зерно была на уровне чистого пара 3,74-3,87 т/га против 3,69 т/га в контрольном варианте.

После сидеральных паров урожайность в вариантах без внесения минеральных удобрений составила 3,77 -3,88 т/га, что незначительно превосходило предыдущие варианты.

Внесение минеральных удобрений в дозе N54P52K52 повысило урожайность во всех вариантах на 10,6 – 11,7 %. Наибольшая урожайность получена в варианте после люпина на сидерат 4,79 т/га.

Аналогичная закономерность по урожайности озимой пшеницы отмечена и в 2019 году. Здесь также получена наибольшая урожайность после люпина на сидерат на фоне внесения минеральных удобрений - 4,46 т/га, который превысил контроль на 7,8%.

В среднем за годы исследования урожайность озимой пшеницы после выращивания бобовых на зерно составила 3,68 -3,78 т/га (без внесения удобрений), что было практически на уровне чистого пара – 3,67 т/га. На фоне

внесения минеральных удобрений урожай озимой пшеницы составил в аналогичных вариантах 4,22 – 4,43 т/га, что превысило контроль на 0,9 -4,7 %.

После сидеральных культур урожай озимой пшеницы незначительно превосходил урожай в вариантах, где бобовые возделывались на зерно, как без внесения удобрений, так и на фоне удобрений.

Внесение минеральных удобрений способствовало получению большей прибавки урожая, в отличие от предшественника. При внесении минеральных удобрений урожай увеличивался на 11-12% в аналогичных вариантах.

За все годы исследования наибольшая прибавка урожая озимой пшеницы получен после люпина на сидерат на фоне внесения минеральных удобрений – 4,56 т/га.

Исходя из выше изложенного можно сделать вывод, что использование бобовых культур в качестве предшественника способствует повышению урожайности озимой пшеницы. В условиях серой лесной почвы под основную обработку почвы с осени необходимо вносить 2 ц/га диамофоски и 1 ц/га аммиачной селитры весной не зависимо от предшественника. Лучшим предшественником для озимой пшеницы, обеспечивающий наибольшую урожайность, является люпин на сидерат.

5.5 Урожайность предшествующих культур

При расчетах экономической эффективности важно учесть не только урожайность озимой пшеницы, но и предшествующих культур. В связи с этим нами произведен учет урожая предшественников, выращиваемых на зерно. Учеты представлены в таблице 17.

Среди предшествующих культур, наибольшая урожайность выявлена на посевах люпина. Урожай зерна колебался по годам от 3,24 т/га в 2015 году до 4,86 т/га в 2017 году. Средняя урожайность за 4 года составила 3,95 т/га.

Бинарный посев вики с овсом в соотношении 1:1 обеспечил получение урожая в среднем за 4 года более 3 т/га. Средняя урожайность вики составила 0,57

т/га. Урожайность овса была существенно выше и составила 2,49 т/га. Наибольшая урожайность викоовсяной смеси была получена в 2017 году, которая составила 3,76 т/га. Минимальная урожайность была в 2015 году – 2,61 т/га.

Наименьшая урожайность среди предшествующих культур была у гороха. По годам урожайность колебалась от 2,13 т/га в 2015 году до 4,17 т/га в 2017 году. В среднем за 4 года урожайность гороха составила 2,89 т/га.

На основании представленного анализа данных, можно сделать вывод, что наибольшая урожайность, среди изучаемых предшественников, отмечена на посевах люпина, который является также и лучшим для озимой пшеницы.

Таблица 17. Урожайность предшественников, возделываемых с целью получения товарной продукции 2016 -2019 г.г.

Культура	Урожай, т/га				
	2015	2016	2017	2018	Всего за 4 года
Горох	2,13	2,21	4,17	3,06	2,89
Люпин	3,24	3,57	4,86	4,11	3,95
Вика	0,44	0,57	0,69	0,59	0,57
Овёс	2,17	2,29	3,07	2,42	2,49
Вика+Овёс	2,61	2,86	3,76	3,01	3,06
НСР05	0,21	0,34	0,36	0,24	

5.6 Структура урожая озимой пшеницы.

На формирование урожая озимой пшеницы оказывают влияние многие факторы, начиная от погодных условий и заканчивая технологическими операциями. При этом одни факторы (температура, выпадение осадков) не

поддаются управлению, в отличие от технологических процессов, за счет которых возможно повышение урожайности. Учет структуры урожая позволяет определить уровень влияния предлагаемых агротехнических мероприятий на величину урожая и поэтому имеет важное значение.

Урожай определяется такими структурными элементами как: количество продуктивных стеблей на единице площади, количество и масса зерна в колосе, масса 1000 зерен и др.

Проведённые учеты показали, что предшественники оказали существенное влияние на структуру урожая озимой пшеницы (табл. 18).

Бобовые предшественники, возделываемые на зерно не оказали влияние на количество продуктивных стеблей озимой пшеницы. Так, после чистого пара (контроль) продуктивных стеблей в среднем за 4 года было 436,9 штук /м², после люпина на зерно – 429,5 шт./м², и после вико-овса – 421,1 шт./м². Внесение минеральных удобрений не изменило закономерностей по данному показателю в указанных вариантах. Количество продуктивных стеблей здесь составило 417,6 – 440,6 шт./м².

После бобовых предшественников, используемых на сидерат количество продуктивных стеблей также было на уровне контрольного варианта 428,1 – 436,6 шт./м². Исключение составляет вариант с люпином, количество продуктивных стеблей здесь было максимальным 444,1 шт/м².

Внесение минеральных удобрений не повлияло на данный показатель, который был во всех вариантах на уровне контроля.

Таблица 18. Структура урожая озимой пшеницы в среднем (2016-2019гг)

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Количество зерен в колосе, шт	Масса зерна в колосе, г.	Масса 1000 зерен, г.	Урожайность, т/га
---------	--	-------------------------------	--------------------------	----------------------	-------------------

Чистый пар(контроль)	436,9	20,3	0,84	41,3	3,67
Горох на зерно	427,9	20,7	0,86	41,6	3,68
Горох на сидерат	432,6	20,8	0,86	41,4	3,72
Люпин на зерно	429,5	21,0	0,88	41,9	3,78
Люпин на сидерат	444,4	21,2	0,90	42,3	4,00
Вика+Овёс на зерно	424,1	21,2	0,87	41,1	3,69
Вика+Овёс на сидерат	428,1	21,8	0,89	40,9	3,81
НСР05	12,23	0,43	0,051	1,12	0,23
N54P52K52					
Чистый пар(контроль)	440,6	22,9	0,96	41,9	4,23
Горох на зерно	417,6	24,7	1,02	42,1	4,26
Горох на сидерат	436,0	23,4	1,00	42,7	4,36
Люпин на зерно	434,3	23,9	1,09	42,6	4,43
Люпин на сидерат	434,3	24,5	1,05	42,9	4,56
Вика+Овёс на зерно	426,3	24,5	0,99	42,4	4,22
Вика+Овёс на сидерат	429,3	24,6	0,99	42,6	4,25
НСР05	17,47	0,71	0,049	0,93	0,26

Количество зерен в колосе главным образом зависело не от предшественника, а от внесения минеральных удобрений. Так на чистом пару без внесения удобрений зерен в колосе было 20,3 шт., при внесении минеральных удобрений – 22,9 шт. В остальных вариантах прослеживается аналогичная закономерность. После гороха на зерно и сидерат без внесения минеральных удобрений количество зерен в колосе составило 20,7 и 20,8 шт. соответственно.

После люпина на зерно 21,0 шт., на сидерат 21,2 шт. С внесением минеральных удобрений – 23,9 и 24,5 шт.

После вико-овса в колосе озимой пшеницы сформировалось 21,2 – 21,8 шт. зёрен (без внесения минеральных удобрений) и 24,5 – 24,6 шт. с внесением удобрений.

Аналогичные результаты получены и по массе 1000 зёрен, которая составила в зависимости от предшественника 40,9-42,9 г. в вариантах без внесения минеральных удобрений и 41,9 – 42,9 г. в вариантах с внесением минеральных удобрений. Таким образом, предшественники также не оказали влияние на данный показатель.

Предшественники повлияли положительно на такой показатель структуры урожая, как масса зерна в колосе. В вариантах, где в качестве предшественников возделывали бобовые на зерно, данный показатель не отличался от контрольного варианта. Масса зерна в колосе составила в вариантах с бобовыми предшественниками 0,86-0,88 г., в варианте с чистым паром – 0,84 г.

После сидеральных культур масса зерна в колосе увеличилась, относительно контрольного варианта и составила 0,86-0,90 г. При этом наибольшая масса зерна в колосе отмечена после люпина на сидерат.

Внесение минеральных удобрений оказало более существенное влияние на формирование зерна в колосе, чем предшественники. Масса зерна в колосе повысилась на 14,3-16,7% относительно аналогичных вариантов, где минеральные удобрения вносились.

Таким образом, исходя из представленного анализа структуры урожая озимой пшеницы можно сделать заключение о том, что количество продуктивных стеблей не зависит от предшественников и внесения минеральных удобрений. Количество зёрен в колосе определялось не предшественниками, а главным образом внесением минеральных удобрений. Аналогичные результаты получены и по массе 1000 зёрен. Наибольшая масса зерна в колосе получена, где в качестве предшественника возделывался люпин на сидерат. Более существенное влияние

на данный показатель оказало внесение минеральных удобрений. Под влиянием удобрений масса зерна в колосе увеличилась на 14,3-16,7%.

5.7 Качество зерна озимой пшеницы

Хозяйственная ценность любой культуры определяется не только её продуктивностью, но и в значительной степени качеством производимой продукции. Качество продукции – это совокупность свойств и признаков обуславливающих её пригодность для удовлетворения определённых потребностей в соответствии со значением.

В ходе выполнения исследований нами проведена оценка роли предшественников на качественные показатели зерна озимой пшеницы (Таблица 19).

Как показали исследования, бобовые предшественники оказали положительное влияние на содержание клейковины в зерне. Так на черном пару (контроль) содержание клейковины в среднем за 4 года составила 22,9%, то после бобовых предшественников 23,7-24,8%. Причем содержание клейковины в большей степени зависело от видовых различий бобовых, а не от целей их возделывания. После гороха на зерно и на сидерат содержание клейковины в зерне пшеницы было 23,8 и 23,9% соответственно; после люпина – 24,6 и 24,8%; после вико-овсяной смеси – 23,7 и 23,9%.

Внесение минеральных удобрений в дозе N54P52K52 несколько повысило содержание клейковины, как после чистого пара (23,7% против 22,9% без внесения минеральных удобрений) так и после бобовых культур, за исключением люпина.

Таблица 19. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от предшественников и минеральных удобрений (2016-2019 г.г.)

Предшественник	Содержание клейковины, %	Натура зерна, г/литр	Качество клейковины,
----------------	-----------------------------	-------------------------	-------------------------

			ИДК
Без внесения удобрений			
Чистый пар (контроль)	22,9	742	86
Горох на зерно	23,8	758	88
Горох на сидерат	23,9	764	91
Люпин на зерно	24,6	759	91
Люпин на сидерат	24,8	771	94
Вика+овёс на зерно	23,7	766	87
Вика+овёс на сидерат	23,9	769	91
N54P52K52			
Чистый пар (контроль)	23,7	756	88
Горох на зерно	24,6	763	87
Горох на сидерат	24,8	777	89
Люпин на зерно	24,8	764	90
Люпин на сидерат	24,9	783	92
Вика+овёс на зерно	24,2	769	88
Вика+овёс на сидерат	24,6	774	90

После люпина, возделываемого как на зерно, так и на сидерат, содержание клейковины составило при внесении минеральных удобрений 24,8 и 24,9% соответственно. Это связано с тем, что после люпина в почве остается довольно большое количество биологического азота, которого было достаточно для

накопления клейковины в зерне пшеницы. Дополнительное внесение азота, в виде минеральных удобрений не повлияло на увеличение количества клейковины.

Другим немаловажным показателем качества урожая озимой пшеницы является натура зерна. Этот показатель характеризует выполненность зерна.

Как показали исследования, предшественники оказали существенное влияние на данный показатель. Так, после черного пара натура зерна составляла 742 г/л. После бобовых предшественников 758-771 г/л, т.е. в этих вариантах она относится к среднему классу, тогда как в контрольном варианте к низкому.

После сидеральных паров натура зерна была выше, чем после бобовых возделываемых на зерно. Так, после гороха на зерно натура составляла 758 г/л, после гороха на сидерат 764 г/л. Наиболее высокие показатели натуры зерна отмечены после люпина на сидерат – 771 г/л.

Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению данного показателя. В зависимости от вида предшественника натура зерна увеличилась на 11-14 г/л. Наибольший показатель отмечен в варианте после люпина на сидерат – 783г/л.

Помимо количественных показателей содержания клейковины в зерне, немаловажное значение имеет такой показатель, как качество клейковины. Качественные показатели хлебных изделий зависят от ИДК (Измеритель деформации клейковины). Клейковина с хорошим качеством глютена относящейся к первой группе ИДК имеет следующие показатели: 45-75 ед.; удовлетворительное: 80-100 ед.; неудовлетворительное: 105-120 ед.

В нашем опыте клейковина имела показатель в среднем по вариантам 86-94 ед., т.е. удовлетворительное качество. Данный показатель зависел от предшественников. Так, в контрольном варианте показатель ИДК составлял 86 ед., после бобовых предшественников 88-94 ед.

В сидеральных парах показатель ИДК был выше и составлял 89-92 ед., чем после бобовых на зерно 87-90 ед. Следовательно, после сидеральных культур качество клейковины ухудшилось.

Внесение минеральных удобрений практически не оказало влияние на данный показатель. Различия по вариантам опыта были несущественные.

ГЛАВА 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И УДОБРЕНИЙ

Применение новых приемов возделывания сельскохозяйственных культур, в т.ч. и озимой пшеницы должно быть экономически оправдано. Только в этом случае они могут быть востребованы производством.

Расчеты экономической эффективности в конечном счете определяет отдачу совокупных вложений, т.е. на сколько окупится дополнительное вложения вложение производственных затрат.

Результаты расчета экономической эффективности возделывания озимой пшеницы представлены в таблице 20.

При расчете экономической эффективности мы учитывали стоимость валовой продукции, полученной по разным предшественникам, а также производственные затраты на возделывание озимой пшеницы.

Исходя из этих показателей экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы выглядит следующим образом: Наибольшая урожайность озимой пшеницы, а следовательно и стоимость валовой продукции получена в варианте где в качестве предшественника возделывается люпин на сидерат. Стоимость валовой продукции составила 38 тыс. рублей/га. После возделывания люпина на зерно стоимость валовой продукции была ниже и составила 35,9 тыс. рублей/га.

Аналогичные результаты получены и после других бобовых предшественников. После сидеральных паров стоимость валовой продукции была выше, относительно бобовых, возделываемых на зерно. Так, после гороха на сидерат стоимость валовой продукции составила 35,34 тыс.руб./га, а после гороха возделываемого на зерно 34,96 тыс.руб./га. В варианте с вико-овсяной смесью используемой на сидерат, валовый доход составил 36,20 тыс.руб./га, а после вико-овсяной смеси возделываемой на зерно – 35,06 тыс.руб./га что на 1,14 тыс. руб.

меньше. Наименьший валовый доход был в варианте с чистым паром который составил 34, 87 тыс.руб./га.

Таблица 20. Эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от предшественников и внесения удобрений (2016-2019гг).

Показатели	Предшественники						
	Чистый пар	Горох на зерно	Горох на сидерат	Люпин на зерно	Люпин на сидерат	Вика+ овёс на зерно	Вика+ овёс на сидерат
Урожайность , т/га	3,67	3,68	3,72	3,78	4,00	3,69	3,81
Стоимость продукции, тыс.руб./га	34,87	34,96	35,34	35,91	38,00	35,06	36,20
Производственные затраты, тыс.руб./га	21,16	21,19	21,23	21,25	21,29	21,22	21,30
Чистый доход, тыс.руб./га	13,71	13,77	14,11	14,66	16,71	13,84	14,90
Себестоимость 1т, тыс.руб.	5,77	5,76	5,70	5,62	5,32	5,75	5,59
Уровень рентабельности	64,79	64,98	66,46	68,98	78,49	65,20	69,93
N54P52K52							
Урожайность , т/га	4,23	4,27	4,36	4,43	4,56	4,22	4,25
Стоимость продукции, тыс.руб./га	40,19	40,57	41,42	42,09	43,32	40,09	40,38
Производственные затраты, тыс.руб./га	23,46	24,48	24,51	24,56	24,58	24,43	24,46
Чистый доход, тыс.руб./га	16,73	16,09	17,91	18,53	19,74	15,66	15,92
Себестоимость 1т, тыс.руб.	5,54	5,73	5,62	5,54	5,30	5,79	5,75
Уровень рентабельности	71,31	65,73	73,07	75,45	80,31	66,10	70,09

Производственные затраты во всех вариантах были одинаковы, поскольку уход за посевами озимой пшеницы был общепринятый в хозяйстве. Различия составляли дополнительные затраты, приходящиеся на уборку урожая. В целом по опыту производственные затраты составили от 13,71 до 16,71 тыс.руб./га в зависимости от варианта. При этом наименьшие затраты были в варианте с чистым паром, а наибольшие после люпина возделываемого на сидерат.

Себестоимость продукции зависела как от величины производственных затрат, так и полученной урожайности озимой пшеницы. Предшественники так же оказали влияние на данный показатель. Наименьшая себестоимость была после люпина возделываемого на сидерат – 5,32 тыс. руб., а наибольшая после чистого пара – 5,77 тыс.руб.

Следует также отметить, что себестоимость продукции была ниже после сидеральных паров, относительно аналогичных вариантов, где предшественники возделывались с целью получения товарной продукции, т.е. на зерно. Так, после гороха на зерно себестоимость составила 5,76 тыс.руб., а гороха на сидерат 5,70 тыс.руб. После люпина на зерно себестоимость 1 т. Озимой пшеницы составила 5,62 тыс. руб., а после люпина на сидерат 5,32 тыс.руб., в вариантах с вико-овсяной смесью себестоимость составила соответственно 5,75 и 5,59 тыс.руб.

Таким образом, использование в качестве предшественников сидеральных паров позволяет снизить себестоимость продукции.

После сидеральных паров был получен более высокий чистый доход, относительно вариантов, где бобовые возделывались на зерно. При этом наибольший чистый доход получен после люпина – 16,71 тыс.руб./га. Минимальный чистый доход был в вариантах с чистым паром и горохом, возделываемым на зерно 13,71 и 13,77 тыс.руб./га соответственно.

Сидеральные пары обеспечили наибольший уровень рентабельности, который составил в зависимости от используемой культуры от 66,46 до 78,49%. Наибольший уровень рентабельности получен в варианте с использованием люпина на сидерат. После бобовых культур, возделываемых на зерно, уровень рентабельности был меньше и составил 64,98 – 68,98%.

Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности озимой пшеницы во всех вариантах и соответственно увеличению стоимости валовой продукции, которая составила 40,19-43,32 тыс.руб./га в зависимости от варианта, что на 5,32-6,18 тыс.руб. больше, чем без применения удобрений .

При внесении удобрений соответственно возросли и производственные затраты, которые составили 23,46-24-58 тыс.руб./га.

Несмотря на увеличение производственных затрат, чистый доход в этих вариантах также увеличился и составил 15,66-19,74 тыс.руб./га. Сидеральные пары обеспечили получение более высокого чистого дохода, относительно бобовых предшественников выращиваемых на зерно, который составил 16,09-19,74 тыс.руб./га. Более высокий чистый доход получен после люпина на сидерат.

Внесение минеральных удобрений способствовало снижению себестоимости продукции.

Внесение минеральных удобрений положительно повлияло на уровень рентабельности. Так, в варианте с чистым паром уровень рентабельности без внесения удобрений составил 64,79%, при внесении минеральных удобрений он составил 71,31%. Максимальный уровень рентабельности отмечен в варианте, где в качестве предшественника возделывался люпин на сидерат – 80,31%.

Таким образом, сидеральные пары обеспечивают более высокие показатели экономической эффективности возделывания озимой пшеницы, относительно чистого пара и возделывания бобовых на зерно. Наилучшие показатели экономической эффективности получены в варианте, где в качестве предшественника возделывался люпин на сидерат.

Представленный расчет экономической эффективности не учитывает затрат по уходу за предшественниками. Иная картина наблюдается когда расчет экономической эффективности осуществляется с учетом затрат, приходящихся на предшественник, а также с учетом стоимости товарной продукции предшественника (таблица 21).

Показатели	Чистый пар+ озимая пшеница	Горох на зерно+ озимая пшеница	Горох на сидерат+ озимая пшеница	Люпин на зерно+ озимая пшеница	Люпин на сидерат+ озимая пшеница	Вика-овёс на зерно+ озимая пшеница	Вика-овёс на сидерат+ озимая пшеница
Урожай, т/га	0/4,23	2,89/ 4,27	0/4,36	3,95/4,43	0/4,56	3,06/ 4,22	0/4,25
Стоимость продукции, тыс.руб./га	0/40,19	41,91/ 40,57	0/41,42	57,28/ 42,09	0/43,32	26,37/ 40,09	0/40,38
Производственные затраты, тыс.руб./га	12,34/21,46	14,27/ 21,48	13,07/ 21,51	14,89/ 21,56	13,23/ 21,58	15,46/ 21,43	14,87/ 21,46
Чистый доход, тыс.руб./га	6,39	40,63	6,84	62,92	8,51	29,57	4,05
Себестоимость 1т продукции, тыс.руб.	7,99	4,72	7,93	4,34	7,63	5,06	8,55
Уровень рентабельности, %	18,90	56,83	18,84	86,31	24,45	40,07	11,15

Таблица 21. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы с учетом затрат на возделывание предшественников (2016-2019 гг).

В вариантах с парами в стоимость валовой продукции входила только стоимость озимой пшеницы, которая составила 40,19-43,32 тыс.руб/га в зависимости от варианта за двухлетний цикл возделывания. В среднем за год стоимость уменьшится в 2 раза. В вариантах, где в качестве предшественника возделывалась бобовая культура, выращиваемая на зерно в стоимость валовой продукции входила стоимость озимой пшеницы и стоимость зерна бобовой

культуры. В варианте вико-овсяной смесью также суммировалась стоимость овса, вики и озимой пшеницы. Таким образом в варианте, где в качестве предшественника возделывался горох на зерно, стоимость валовой продукции составила 82,48 тыс.руб., в варианте с люпином 99,37 тыс.руб. и после вико-овсяной смеси – 66,46 тыс.руб.

Представленная стоимость валовой продукции получена за два года производства. В среднем за один год стоимость валовой продукции будет составлять в два раза меньше, так же как и после паровых предшественников.

Производственные затраты во всех вариантах складывались с учетом затрат предшественников и затрат на производство озимой пшеницы также за двухлетний период. В вариантах с парами производственный затраты составили в сумме за два года 33,80 – 36,45 тыс.руб. в зависимости от предшественника. В вариантах, где в качестве предшественника возделывались бобовые культуры на зерно производственные затраты составили 35,75-36,89 тыс.руб. т.е. были практически одинаковы, как и в случае с паровыми предшественниками.

Расчеты чистого дохода, который также рассчитывался в сумме за два года, показали, что после паровых предшественников он существенно меньше. Так, после паровых предшественников чистый доход составил 4,05-8,51 тыс.руб. При этом наименьший чистый доход получен после вико-овсяной, а наибольший после люпина.

В вариантах, где в качестве предшественника возделывались бобовые культуры на зерно, чистый доход составил в зависимости от культуры 29,05-62,92 тыс.руб. Максимальный чистый доход получен в варианте с посевом люпина на зерно.

Себестоимость продукции в вариантах после паровых предшественников была практически в два раза выше, относительно непаровых предшественников и составила 7,63-8,55 тыс.руб.

Уровень рентабельности в среднем за один год после паровых предшественников составил 11,15-24,45% в зависимости от варианта.

Наибольший уровень рентабельности получен в варианте, где в качестве сидеральной культуры возделывался люпин.

Возделывание бобовых культур, выращиваемых с целью получения товарной продукции с последующим возделыванием озимой пшеницы обеспечило уровень рентабельности в среднем за один год от 40,07-86,31%. Минимальный уровень рентабельности был в варианте, где в качестве предшественника выращивалась вико-овсяная смесь на зерно – 40,07%, в варианте с горохом уровень рентабельности составил 56,83% и в варианте с люпином 86,31%.

Таким образом, если не учитывать затраты на предшественников, лучшие показатели экономической эффективности при производстве озимой пшеницы получены после сидеральных паров. Однако с учетом затрат на уход за предшественниками, а также с учетом стоимости товарной продукции предшествующих культур, паровые предшественники существенно уступают по показателям экономической эффективности непаровым предшественникам. Наилучшие показатели отмечены после возделывания люпина на зерно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Сидеральные пары в большей степени влияют на физические свойства почвы, относительно непаровых предшественников и чистого пара в начальный период вегетации озимой пшеницы. К окончанию вегетации такие показатели как твердость и плотность почвы возвращаются к равновесному показателю.

2. Действие сидерации на оструктурирование почвы осуществляется в течение непродолжительного периода. К окончанию вегетации озимой пшеницы количество агрономически ценных агрегатов уменьшается независимо от предшественников.

3. В годы с достаточным увлажнением предшественники не оказывают влияния на влагообеспеченность почвы. В условиях дефицита влаги после сидеральных паров сохраняется больше продуктивной, чем после непаровых предшественников.

4. Сидеральные пары в наибольшей степени обеспечивают накопление элементов питания в почве. Внесение минеральных удобрений способствует дополнительному повышению их содержания. При этом влияние минеральных удобрений прослеживается в начале вегетации озимой пшеницы.

5. Сидеральные пары обеспечивают более существенное повышение биологической активности серой лесной почв. Использование люпина на сидерат в наибольшей степени повышает активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов.

6. Сидеральные пары обеспечивают более дружные всходы и большую густоту стояния растений озимой пшеницы, относительно непаровых предшественников. Наилучшие условия обеспечивает заделка в почву зеленой массы люпина узколистного на фоне внесения минеральных удобрений в дозе N54P52K52

7. Наибольшая ростовая активность озимой пшеницы отмечена после сидеральных предшественников, и особенно после люпина. Внесение минеральных удобрений обеспечивает усиление роста озимой пшеницы.

8. Паровые предшественники способствовали повышению урожайности озимой пшеницы на 0,9-4,7% относительно непаровых. Внесение минеральных удобрений обеспечивает прибавку урожая на 11-12%.

9. Содержание клейковины в зерне озимой пшеницы в большей степени зависело от видовых различий бобовых как при использовании их на сидерат, так и на зерно. Наибольший показатель природы зерна 771 г/л после люпина на сидерат. Качество клейковины было несколько хуже после сидеральных паров (ИДК 87-90), относительно непаровых предшественников (ИДК 89-92). Минеральные удобрения не оказали влияние на данный показатель.

10. Лучшие показатели экономической эффективности производства зерна озимой пшеницы обеспечивают паровые бобовые предшественники. Однако с учетом затрат на уход за предшественниками и учетом стоимости товарной продукции предшествующих культур, сидеральные пары существенно уступают непаровым предшественникам. Лучшие показатели отмечены в варианте с возделыванием люпина узколистного на зерно.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны ЦЧР на серых лесных почвах рекомендуется в качестве непарового предшественника высевать люпин узколистый на тяжелосуглинистых почвах с целью улучшения физико-химических свойств озимой пшеницы необходимо высевать после сидерального люпинового пара.

Перед посевом озимой пшеницы с осени необходимо вносить 2 центнера на гектар диамофоску в соотношении 10:26:26 и весной 1 центнер на гектар аммиачной селитры в качестве подкормки.

Перспективы дальнейшей разработки темы диссертации.

1. Изучить последствия предшественников на другие культуры в севообороте.

2. Обеспечить внедрение предлагаемых приемов повышения продуктивности и качества зерна озимой пшеницы в хозяйствах орловской области и близлежащих регионов с аналогичными условиями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакумов, И.Б. Формирование специализированных зон производства маслосемян в РФ/ И.Б. Абакумов// Автореферат И.Б. Абакумов, 2014
2. Айтиев, А.Ю. Эффективность биотехнологий возделывания озимой пшеницы в условиях Курской области/ А.Ю. Айтиев, В.А. Шумаков// Зерновые хозяйства, 2005 - №6 – С.15-17
3. Акимова, О.И. Влияние предшественников на формирование элементов продуктивности озимой пшеницы в летне-осенний период/ О.И. Акимова// Вестник Бурятской ГАУ – 2016 - №1(42) – С.7-13
4. Алексеев, Е.К. Теория и практика зеленого удобрения/ Е.К. Алексеев// М.: Огиз – Сельхозгис, 1936 – 332с.
5. Алещенко, М.Г. Использование пожнивного рапса на зеленое удобрение на зеленое удобрение/М.Г. Алещенко, В.М. Воронова// М.:ВСИХИЗО-агропром, 1995 – С.57-59
6. Амиров, М.Б. Специализация севооборотов для Предуралья Башкирии/ М.Б. Амиров// Сб.: научн. трудов РАСХН – М.: МСХА, 1996 – С.137-144
7. Антипова, Л.К. Влияние предшественников на заселение вредителями посевов озимой пшеницы/ Л.К. Антипова// Сб.: Аграрная наука в инновационном развитии АПК, 2016 – С.21-25
8. Ахметов, Ш.И. Опыт минимализации обработки почвы в Мордовии/ Ш.И. Ахметов, К.А. Костров, Р.М. Балабаева, Н.В. Смолин// Земледелие, 1990 – №2 – С.63-65
9. Баршатская, С.И. Урожайность и качество зерна разных сортов озимой пшеницы в зависимости от предшественника, удобрений и других приемов выращивания/ С.И. Баршатская, Н.Н. Нецадин, А.А. Квашин// Политематический сетевой электронный научный журнал Куб ГАУ, 2016 - №120 – С.1305-1321

10. Батудаев, А.П. Донник на зеленое удобрение/ А.П. Батудаев// Агрохимия, 2004 – N2 – с.37.
11. Батуева, М.Б. Севообороты органического земледелия Бурятии/ М.Б. Батуева, А.П. Батудаев// Учебное пособие для студентов агроном. специальностей – Улан-Уде, 2007 – С.98
12. Беляев, В.Е. Влияние сидерального пара на продуктивность звена севооборота с сахарной свеклой на типичном черноземе юго-востока Тамбовской области/ В.Е. Беляев – дис. канд. с.-х. наук: 06.01.01 – Мичуринск, 2002 – С.140
13. Березин, А.М. Зеленые удобрения в Средней Сибири/ А.М. Березин// Красноярск: Издательство Красноярского ГАУ, 2002. – С.395.
14. Бондаренко, Н.П. Роль паровых предшественников в повышении плодородия при возделывании яровой пшеницы/ Н.П. Бондаренко// Земледелие, 2009 – N8 – С. 34-35.
15. Бугаевский, В.К. Применение мочевины для питания и защиты озимых колосовых культур/ В.К. Бугаевский// Земледелие – 2005 - №6 – С31-32
16. Бузмаков, В.В. Зеленые удобрения/ В.В. Бузмаков// Химия в сельском хозяйстве, 1988 - №6 – С.33-37
17. Буренок, В.П. Прямой посев при нулевой обработке/ В.П. Буренок, Л.А. Язева, Т.П. Кукшенева// Достижения науки и техники АПК – 2009 - №9 – С25-27
18. Вавилов, П.П. Растениеводство/П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов// Изд. 5-е, перераб. и доп. – м.: Агропромиздат, 1986 – С.512
19. Васильев, И.П. Практикум по земледелию/ И.П. Васильев, А.М. Туликов, Г.И. Баздырев и др.// М.: КолосС, 2004 – С.424
20. Вильямс, В.Р. Травопольная система земледелия/ В.Р. Вильяме// Изб. труды – м. Сельхозгиз, 1938 – с447
21. Власова, О.И. Влияние технологий возделывания на урожайность озимой пшеницы в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края/ О.И. Власова, Г.Р. Дорожко, В.М. Передериева, И.А. Вольтерс, Л.В.

Трубачева// Сб. научн. тр. по матер. V Международ. научн. конф. – Ставрополь, 2017 – С.229-231

22. Власова, О.И. Влияние элементов агротехнологий на засоренность посевов озимой пшеницы, возделываемой в зоне неустойчивого увлажнения/ О.И. Власова, Г.Р. Дорожко, В.М. Передериева, И.А. Вольтерс, А.А. Жирнов// матер. Международ. научн-практ. конф. – Омск, 2018 – С.81-86

23. Власова, О.И. Сравнительная оценка предшественников озимой пшеницы в формировании почвенного плодородия чернозема обыкновенного/ О.И. Власова, В.М. Передериева, Л.А. Горбачева// RussianjournalofEarthScience/ Научно-практический рецензируемый ежемесячный электронный журнал, 2013 - №1 – С.41-46

24. Власова, О.И. Эффективность использования биопрепаратов при возделывании озимой пшеницы/ О.И. Власова, Е.А. Данилец, В.М. Передериева, И.А. Вольтерс// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ – Краснодар, 2019 – С.27-30

25. Возняковская, Ю.М. Рациональные примы применения зеленого удобрения/ Ю.М. Возняковская, Ж.П. Попова// Земледелие, 1993 – №2 – С.14-16

26. Возняковская, Ю.М. Сидераты как фактор биологизации земледелия/ Ю.М. Возняковская, Ж.П. Попова, М.Н. Новиков и др//Земледелие, 1999 - №1 – С.44

27. Воробьев, С.А. Земледелие/ С.А. Воробьев, Д.И. Буров, А.М. Туликов. – М.: Колос, 1977 – 257с

28. Гаврилов, А.А. Высокая культура земледелия лучшее «лекарство» от болезней/ А.А. Гаврилов, А.П. Шутко, С.Ю. Гребенник// Защита и карантин растений, 2006 - №11 – С.25-26

29. Гамзиков, Г.П. Возможности использования нетрадиционных удобрений в Сибирском земледелии/ Г.П. Гамзиков, О.И. Гамзикова, П.С. Широких// Достижения науки и техники АПК, 2012. – №3. – С.9-12.

30. Гараев, Ф.М. Способы основной обработки почвы в биологизированном земледелии/Ф.М. Гараев//Мат. научн. практ. конф. Казань, 1998 – С.74-75
31. Гасанов, Г.Н. Приемы обработки каштановой почвы и продуктивность звена севооборота «пожнивная культура – озимая пшеница»/Г.Н. Гасанов, А.А. Бексултанов, Ж.Н. Абдуллаев, Н.Р. Магомедов// Аграрная наука, 2012 - №3 – С.9-12
32. 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.
33. Гончар, В.В. Роль сидератов в снижении уровня почвенной инфекции/ В.В. Гончар// Защита и карантин растений, 2006 - №8 – с.44
34. Губанов, Я.В. Озимая пшеница/ Я.В. Губанов, Н.Н. Иванов// М.: Агропромиздат, 1986 – С303
35. Гурин, Ю.А. Возделывание гороха в Нечерноземной зоне РСФСР/ Ю.А. Гурин// Л., 1983 – С.96
36. Гурин, А.Г. Влияние бобовых предшественников на засоренность посевов озимой пшеницы/ А.Г. Гурин, И.М. Чадаев// Земледелие, 2018 – №4. – С. 22-24.
37. Гурин, А.Г. Агрономические свойства почвы при возделывании озимой пшеницы в зависимости от предшественника/ А.Г. Гурин, И.М. Чадаев// Сб. : Защита растений в условиях экологизации сельскохозяйственного производства. Орёл, 2018. – С.108-112.
38. Гурин, А.Г. Агрономические свойства почвы при возделывании озимой пшеницы в зависимости от предшественника/ А.Г. Гурин И.М. Чадаев// Сб. : «Конаевские чтения», 2018. – С. 239-240.
39. Гурин, А.Г. Роль бобовых предшественников в повышении биологической активности серой лесной почвы/ А.Г. Гурин, И.М. Чадаев// зернобобовые и крупяные культуры, 2019. – №1(29) – С.21-25.

40. Давлетшин, Д.С. Возделывание рапса в Южной лесостепи Республики Башкортостан/ Д.С. Давлетшин// *Зерновое хозяйство*, 2006 - №1 – С.13-14
41. Данилец, Е.А. Влияние биопрепаратов на урожайность озимой пшеницы при возделывании по различным предшественникам в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края/ Е.А. Данилец// *Диссертация на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук – Саратов*, 2020 – С.189
42. Дедов, А.В. Биологизация земледелия – основа сохранения плодородия черноземов/ А.В. Дедов// *Земледелие*, 2002 - №2 – С.10
43. Довбан, К.И. Зеленое удобрение в современном земледелии: Вопросы теории и практики/ К.И. Довбан// *Минск: Беларуская наука*, 2009 – С.404.
44. Довбан, К.И. Зеленые удобрения/ К.И. Довбан// *М.: Агропромиздат*, 1990. – С.208.
45. Довбан, К.И. Применение зеленых удобрений в интенсивном земледелии/ К.И. Довбан// *Минск: Урожай* 1981 – С. 240.
46. Довбан, К.И. Экологические аспекты сидерации/ К.И. Довбан// *Химизация сельского хозяйства*, 1992 – N4 – С. 28-32.
47. Дорожко, Г.Р. *Земледелие Ставрополя: учебное пособие*/ Г.Р. Дорожко, В.М. Передериева, О.В. Власова, А.И. Тивиков, И.А. Вольтерс. – Ставрополь: Изд-во «АГРУС», 2011 – С.287
48. Дорожко, Г.Р. Развитие земледелия Ставрополя/ Г.Р. Дорожко, О.И. Власова, В.С. Уховребов// *Сб. научн. статей по матер. . V Международ. научн. конф. – Ставрополь*, 2017 – С.249-251
49. Дорожко, Г.Р. Система интегрированной защиты сельскохозяйственных культур от сорной растительности, вредителей и болезней/ Г.Р. Дорожко, В.К. Целовальников, А.П. Шутко// *Вестник АПК Ставрополя*, 2015 - №172 – С.67-72
50. Доспехов, Б.А. *Методика полевого опыта*/ Б.А. Доспехов// *М.: Агропромиздат*, 1985 – С.351

51. Дрепа, Е.Б. Плотность почвы и пути ее снижения/ Е.Б. Дрепа, О.Г. Шабалдас, А.Г. Матвеев, Т.П. Слюнченко// Сб. научн. тр. по матер. VIII Межд. научн-практ. конф. – Ставрополь, 2013 – С.38-41
52. Дубинина, О.А. Устойчивость озимой пшеницы и основным стрессовым факторам окружающей среды и погодных условий(обзор)/ О.А. Дубинина// Зерновое хозяйство России, 2017 - №7(49) – С.23-26
53. Дудкин, И.В. Засоренность сельскохозяйственных культур в звене севооборота с сидеральным паром/ И.В. Дудкин, Т.А. Дудкина// Защита и карантин растений, 2016 -№4 – С.19-21
54. Емцев, В.Т. Микробы, почва, урожай/ В.Т. Емцев// М.: КолосС, 1989 – С.62-75
55. Емцев, В.Г. Микробиология/В.Г. Емцов, Е.Н. Мишустин – М.: Колос, 1993 – С.383
56. Ерошенко, К.Н. Особенности агротехники под зерновые культуры/ К.Н. Ерошенко// Зерновое хозяйство – 2003 - №4 – С.20-21
57. Еськов, А.И. Повысить эффективность использования органических удобрений/А.И. Еськов// Земледелие, 2008 - №4 – с.18-19
58. Железняк, А.П. Влияние предшественников на качество зерна озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края/ А.П. Железняк, Г.А. Жамкочан// Инновационное развитие аграрной науки и образования: сб. научн.тр. Уфа – 2016 – С401-404
59. Забылов, В.С. Экологически ориентированное управление плодородием почв в Челябинской области/ В.С. Забылов, В.Ф. Ляшко// Земледелие, 2010 - №8 – С.16-17
60. Задорин, А.Д. Совершенствование систем земледелия (полеводства) в условиях вертикальной зональности Восточного Казахстана/ А.Д. Задорин// Дисс. на соиск. уч. ст. д-ра с.-х. науч. – Кишинев, 1989 – С.58-61
61. Задорин, А.Д. Средообразующая роль бобовых культур/А.Д. Задорин, А.П. Исаев, А.П. Лапин// Орел, 2003 – С.126

62. Захаров, Н.Г. Влияние систем основной обработки почвы на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях опытного поля Ульяновской ГЕХА/ Н.Г. Захаров, М.А. Полняков, Г.А. Идрисов// Матер. IXМеждкнар. научн. – практ. конф. – Саранск, 2013 – С.71-75
63. Захарова, Н.Н. Зависимость урожайности сортообразцов озимой пшеницы коллекционного питомника от их зимостойкости/Н.Н. Захарова, Н.Г. Захаров. М.Н. Гаранин, Р.А. Мустафина// Матер. VIII Межд. научн-практ. конф., 2016 – С.270-274
64. Зезюков, Н.Н. Сидеральный пар/ Н.Н. Зезюков// Земледелие, 1993. – №6. – С.10-11.
65. Зезюков, Н.И. Научные основы воспроизводства плодородия черноземов ЦЧЗ/ Н.И. Зезюков// Автор дис. док. с.-х. наук. – Воронеж, 1993. – С.35.
66. Зинченко, С.И. Особенность развития корневой системы зерновых культур/ С.И. Зинченко// Земледелие, 2015 - №6 – С.32-35
67. Зиятдинова, Э.Ф. Тенденция производства зерна в Российской Федерации/ Э.Ф. Зиятдинова// Вестник Казанского ГАУ, 2012 - №3(25) – С16-19
68. Зотиков, В.И. Бобовые культуры как предшественник/ В.И. Зотиков, А.Д. Задорин// Повышение продуктивности и устойчивости агроэкосистем – Орел: Из-во «Картуш», 2007 – С.197
69. Зудилин, С.Н. Какой пар лучше?/ С.Н. Зудилин, Н.Н. Ельчанинова//Земледелие, 1997. – №5. – С.24-25.
70. Ильинская, И.Н. Эффективность использования ресурсов при возделывании озимой пшеницы на черноземах обыкновенных/ И.Н. Ильинская// Достижения науки и техники АПК – 2016 - Т.30 - №2 – С65-68
71. Исаев, А.П. Агротехническая и энергосберегающая роль зерновых бобовых культур в лесостепной зоне Европейской части России/ А.П. Исаев// Научн. докл. – Немчиновка, 1994 – с.40
72. Исаев, А.П. Максимально использовать достоинства бобовых/ А.П. Исаев, А.М. Платонов// Земледелие, 1996 – №5 – с.15-17.

73. Картамышев, Н.И. Плодородие почвы в чистых и сидеральных парах/ Н.И. Картамышев, В.В. Нескородов, Н.В. Долгополова, А.М. Куркин, А.Н. Долженков// Земледелие, 2007 – N2 – с. 14.
74. Квашин, А.А. Урожай и качество зерна озимой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения Краснодарского края/ А.А. Квашин, Н.Н. Нецадин, К.Н. Гарпинченко// Политематический сетевой электронный научный журнал Куб ГАУ, 2017 - №128 – С.985-1003
75. Кисс, Н.Н. Технология возделывания озимой пшеницы: ресурсосберегающая агротехнология возделывания озимой пшеницы на эрозионно-опасных склонах черноземов обыкновенных/ Н.Н. Кисс, А.Е. Мищенко// Фермер. Поволжье – 2016 - №4(46) – С.42-47
76. Колобков, Е.В. Микробиологическая активность почвы как фактор оценки биологизированных севооборотов/ Е.В. Колобков, П.А. Постников// Аграрный вестник Урала, 2012 – N2(94). – С.4-6.
77. Комаров, М.И. Возможность минимализации основной обработки каштановых почв в зернопрокатном севообороте Заволжья/ М.И. Комаров, В.Н. Тумаев// Ресурсосберегающие системы обработки почвы – м, 1990 – С.78-84
78. Кормилицин, В.Ф. Сидеральный пар в орошаемом земледелии Поволжья/В.Ф. Кормилицин// Земледелие, 1994 - №4 – С.8-10
79. Корчагин, В.А. Специализированные севообороты и энерго-ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в степных районах Среднего Заволжья/В.А. Корчагин, О.В. Терентьев, В.Г. Новиков – Самара, 1998 – С.36
80. Котлярова, О.Г. Малозатратные технологии в Белгородской области/ О.Г. Котлярова// Земледелие, 2000 - №5 – С.4-5
81. 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

82. Кузьминых, А.Н. Сидеральные пары и система севооборотов при освоении залежных земель Волго-Вятского региона/ А.Н. Кузьминых - Дисс. на соиск. уч. ст. д-ра с.-х. науч. – Йошкар-Ола, 2018 – С408
83. Кузьминых, А.Н. Сидераты – важный резерв сохранения плодородия почвы/ А.Н. Кузьминых// Земледелие, 2011 - №4 – с.41
84. Куминцев, В.В. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография/ В.В. Куминцев, Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова и др.// Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2013 – С.520
85. Ласкин, П.В. Использование люпинов однолетних в сидеральном пару на песчаных почвах/ П.В. Ласкин, А.Х. Хаитбаев// Мат. межд. научн. практ. конф. – Йошкар-Ола, 2008 – С.50-51
86. Лисецкий, Ф.Н. Изменение структурного состояния почв при различиях в почвенно-климатических условиях и истории землепользования/ Ф.Н. Лисецкий, О.А. Маринина, М.Е. Родионова// Изд. Самарского научного центра РАН, 2013 – Т.15 - №3(3) – С,998-1002
87. Лошаков, В.Г. Пожнивная сидерация в зерновом севообороте/ В.Г. Лошаков// Достижения науки и техники АПК, 2006. – N7. – С.7-10.
88. Лошаков, В.Г. Пожнивная сидерация и плодородие дерново-подзолистых почв/ В.Г. Лошаков// Земледелие, 2007. – N1- С.11-13.
89. Майстренко, Н.Н. Эффективность сидеральных смесей под картофель/ Н.Н. Майстренко // Земледелие, 2011. – n5. – С.35-37.
90. Малышев, М.И. Эффективность сидератов под зерновые культуры/М.И. Малышев, С.И. Сменова// Земледелие, 2007 - №2 – С.35
91. Матвеев, А.Г. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания и удобрений на выщелоченном черноземе центрального Предкавказья/ А.Г. Матвеев - Дисс. на соиск. уч. ст. д-ра с.-х. науч. – Ставрополь, 2015 – 148с
92. Мельникова, О.В. Технология возделывания культур и биологическая активность почвы/О.В. Мельникова// Земледелие, 2009 - №1 – С.22-24

93. Михеева, Г.А. Влияние сидератов на биологическую активность чернозема обыкновенного/Г.А. Михеева, В.И. Брикман// Агрочвоведение: РЖ/ВНИИТЭИ Агропром, 1989 - №3 – С.14
94. Михно, Л.А. Выявление устойчивой и корневой форм озимой пшеницы с использованием методов культуры каллюсов и клеток – новый подход в системе интегрированной защиты растений/ Л.А. Михно// Сб. научн. тр. по матер. VМеждународ. научн. конф. – Ставрополь, 2017 – С.222-225
95. Мишустин, Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия/ Е.Н. Мишустин – М.: Наука, 1972 – с.344.
96. Наконечник, П.И. Система севооборотов для хозяйств различной специализации в Белоруссии/ А.С. Наконечник, Н.И. Кривена, А.А. Лайковский// Сб. научн. трудов РАСН – м.: МСКА, 1996 – С.230-241
97. Нарциссов, В.П. Предшественники и урожайность озимых на серых лесных почвах Волго-Вятского района/ В.П. Нарциссов, В.П. Заикин// Агрономические основы специализации севооборотов – М., 1987 – С.40-45
98. Никитенко, Г.Ф. Опытное дело в полеводстве/ Г.Ф. Никитенко// М.: Россельхозиздат, 1982 – С.190
99. Новиков, М.Н. История развития и значения сидератов в земледелии России/ М.Н. Новиков, В.М. Тужилин//Сб.: использование органических удобрений и биоресурсов в современном земледелии. М.: РАСХН-ВНИИПТИОУ, 2002 – С.261-267
100. Новиков, М.Н. Сидераты в земледелии нечерноземной зоны/ М.Н. Новиков, А.М. Тамонов, Л.Д. Фролова, Л.И. Ермакова// Агрехимический вестник, 2013 – N4 – с.20-26.
101. Новиков, М.Н. Сидераты против сорняков/М.Н. Новиков// Земледелие, 1991 - №9 – С.62-63
102. Новоселов, Н.И. Эффективность сидеральных удобрений в севообороте/ Н.И. Новоселов, Е.С. Новоселова, С.А. Горохов, Н.И. Толмачев// Плодородие, 2012 – N5 – с.27-28.

103. Новоселов, С.И. Действие и последствие органических удобрений в севообороте/ С.И. Новоселов// Агрохимия, 2013 - №8 –С.40-48
104. Новоселов, С.И. Эффективность сидеральных удобрения в севообороте/ С.И. Новоселов// Плодородие, 2012 - №5 – С.27-28
105. Парахин, Н.В. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от целевого использования предшественника/ Н.В. Парахин, А.Ф. Мельник// Аграрный научный журнал, 2016 - №4 – С36-39
106. Пенчуков, В.М. Технологические основы возделывания основных сельскохозяйственных культур – озимая пшеница, озимый ячмень, озимая тритикале// В.М. Пенчуков// АгроСнабФорум, 2015 - №9 – С37-41
107. Передериева, В.М. Альтернатива чистому пару в условиях неустойчивого увлажнения/ В.М. Передериева, Г.Р. Дорожко, О.И. Власова// Современные проблемы науки и образования, 2012 - №5 – С3-8
108. Передериева, В.М. Динамика растительных остатков в зависимости от технологии возделывания культур на черноземе обыкновенном/ В.М. Передериева, О.И. Власова, Г.Р. Дорожко, Л.Н. Петрова, И.А. Вольтерс// Агрохимический вестник, 2018 - №4 – С.37-41
109. Передериева, В.М. Системы земледелия/ В.М. Передериева, А.Н. Есаулко, Г.Р. Дорожко, О.И. Власова, И.А. Вольтерс, Л.В. Трубачова// Международный журнал экспериментального образования, 2016 - №10-1 – С.122-123
110. Петербургский, А.В. Почва, удобрения и урожай/ А.В. Петербургский// М.: Знание, 1985. – 64С.
111. Петрова, А.М. Влияние предшественника на продуктивность озимой пшеницы/ А.М. Петрова// Академия педагогических идей «Новация». Серия: студенческий научный вестник – 2019 - №1 – С282-292
112. Попов, А.В. Биологизация земледелия в Северо-Западной зоне/ А.П. Попов, Н.П. Аврова// Земледелие, 2001 - №3 – С.16-17
113. Постников, П.А. Промежуточные культуры/П.А. Постников// Аграрная наука, 2002 - №2 – С.18-20

114. Посыпанов, Г.С. Растениеводство Г.С. Посыпанов, Д.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др./ под. ред. Г.С. Посыпанова – м.: КолосС, 2007 – с612
115. Прянишников, Д.Н. Избранные сочинения/ Д.Н. Прянишников// М. : Колос, 1965. – С.767.
116. Рементова, Е.В. Эффективность применения биологических препаратов против септориоза озимой пшеницы/ Е.В. Рементова, Н.В. Дуденко// Бюл. Ставропольского НИИ Сельского хозяйства, 2015 - №7 – С.206-210
117. Рендов, Н.А. Сидеральные пары на полях фермерских хозяйств/ Н.А. Рендов// Плодородие, 2005 - №2 – С.37
118. Рендов, Н.А. Эффективность четырехпольных севооборотов с донниковыми парами на лугово-черноземных почвах/ Н.А. Рендов// Зерновое хозяйство, 2005- N4 – С.21-22.
119. 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. – N4 – С.35-37.
120. Салихов, А.С. Севообороты: агроэкономические основы, пути совершенствования/ А.С. Салихов// Казань, 1997 – с.88
121. Саранин, К.М. Пожнивные сидераты в нечерноземье/ К.М. Саранин, В.Н. Федорищев// Земледелие, 1990 – N1 – с.39-42.
122. Сатубалдин, К.К. Яровой рапс как предшественник для зерновых культур в Южной лесостепи Западной Сибири/ К.К. Сатубалдин// Р.Ж. ВНИИТЭИА Агропром, 1989 - №3 – С.9
123. Середа, Н.А. Эффективность многолетних трав и сдератов в воспроизводстве агрофизических свойств чернозема/ Н.А. Середа, Р.А. Акбиров, Н.Л. Тарасов// Плодородие, 2010. – N1. – С.27-28.
124. Синих, Ю.Н. Длительная пожнивная сидерация и фитосанитарное состояние почвы/ Ю.Н. Синих// Земледелие, 2008 – N6 – с.27-28.
125. Синцов, А.Г. Энергоемкость технологий внесения в почву зеленой массы сидератов и навоза/ А.Г. Синцов// Земледелие, 2008. – N6. – С.19-20.

126. Скорочкин, Ю.П. Сидеральный пар и солома – элементы биологического земледелия в условиях Северо-Восточной части ЦЧР/Ю.П. Скорочкин, З.Я. Брюхова// Земледелие, 2011 - №3 –С.20-21
127. Соколов, М.С. Здоровая почва агроценоза – неотъемлемое условие рационализации его экологических и продукционных функций/ М.С. Соколов, А.И. Марченко// Агро XXI, 2009. – N10 – 12. – С.3-5.
128. Сорокин, И.Б. Применение сорных растений в качестве сидератов/ И.Б. Сорокин// Защита и карантин растений, 2008 - №7 –С.34-35
129. Сорокин, И.Б. Солома и зеленое удобрение на серых оподзоленных почвах/ И.Б. Сорокин// Агрохимический вестник, 2008 – N4 – С.32-33.
130. Спиридонов, А.М. Многолетние бобовые травы как источник биологического азота в земледелии/ А.Н. Спиридонов// Земледелие, 2007 – N3 – с.14-15.
131. Татарина, Н.Я. Борьба с сорняками в Нечерноземной зоне/ Н.Я. Татарина, Г.Е. Козлов, В.А. Беляев. М.: Россельхоздат, 1980 – С.192
132. Тибирийков, А.П. Влияние различных норм высева на продукционный процесс озимой пшеницы в период осенней и весенне-летней вегетации/А.П. Тибирийков// Современные проблемы науки и образования – 2015 – №1-1. – С16-17
133. Тиранов, Л.В. Сидеральные и занятые пары в севооборотах/ Л.В. Тиранов, А.Б. Тиранов// Земледелие, 2008 – N3 – с.16-17.
134. Тихонов, Н.Н. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях лесостепи среднего Поволжья/ Н.Н. Тихонов// Молодой ученый, 2016 – С.192-196
135. Третьяков, Н.Н. Мироновские пшеницы/ Н.Н. Третьяков// Зерновое хозяйство – 2006 - №6 – С15-17
136. Трусов, В.И. Влияние предшественников озимой пшеницы на количество и качество пожнивно-корневых остатков и биологическую активность почвы/ В.И. Трусов, О.А. Богатых, Н.В. Дронова, Е.А. Балюнов// Вестник Мичуринского ГАУ, 2019 - №2 – С.6-9

137. Тужилин, В.М. Донник как сидерат Нечерноземье, В.М. Тужилин, А.В. Быкова// Земледелие, 1995 - №2 – С.8
138. Тужилин, В.М. Подбор сидеральных культур и особенности их возделывания/В.М. Тужилин// Земледелие, 1991 - №1 – С.65-66
139. Турусов, В.И. Влияние предшественников озимой пшеницы на количество и качество пожнивно-корневых остатков и биологическую активность почвы/ В.И. Турусов, О.А. Богатых, Н.В. Дронова, Е.А. Балюнова// Вестник Мичуринского ГАУ, 2019 - №2 – С.6-9
140. Федотова, Л.С. Повышение продуктивности картофеля на фоне известкования и сидеральных паров/ Л.С. Федотова//Картофель и овощи, 2007. – №3. – С.5-6.
141. Филиппова, Е.А. Озимая пшеница – фактор получения качественного зерна/ Е.А. Филиппова, Н.Ю. Банникова, Л.Т. Мальцева// Междунар. . научн-практ. конф., 2018 – С.678-681
142. Хасанова, Ф.М. Влияние севооборотных культур на объемную массу почвы/ Ф.М. Хасанова, Д.Р. Мавлянов// матер. Международ. научн-практ. инт-конф. Астрахань, 2016 – С.1627-1630
143. Хохлов, В.И. Многолетний люпин повышает плодородие почвы/ В.И. Хохлов// Земледелие, 1990 – №1 – с.37-39.
144. Хрипунов, А.И. Влияние предшественников, сроков сева и условий минерального питания на динамику накопления сухого вещества сортами озимой пшеницы/ А.И. Хрипунов, Н.А. Галушко// Бюллетень Ставропольского НИИ сельского хозяйства, 2015 -№7 – С.252-258
145. Чадаев, И.М. Аккумуляция элементов питания зернобобовыми культурами, используемых в качестве предшественника/ И.М. Чадаев, А.Г. Гурин// Зернобобовые и крупяные культуры, 2020 – №1 (33) – С.59-63.
146. Чадаев, И.М. Бобовые предшественники озимой пшеницы/ И.М. Чадаев, Н.Е. Шишкина// Сб.: Экология и сельское хозяйство: на пути к инновациям. – Орёл, 2019 – С. 316-322.

147. Чадаев, И.М. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от бобовых предшественников/ И.М. Чадаев, Н.Е. Шишкина// Сб.: Экология и сельское хозяйство: на пути к инновациям. – Орёл 2019, - С.310-316.
148. Чадаев, И.М., Гурин А.Г. Продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от предшественника/ Мат. научн. Практ. Конф. Молодых ученых и специалистов, - Орёл, 2017 – С.195-198.
149. Черепанов, Г.Г. Роль послеуборочных остатков в почво-защитном земледелии/Г.Г. Черепанов – м.: ВНИИТЭИ, 1991 – С.52
150. Черкасов, Г.Н. Совершенствование севооборотов и структуры посевных площадей для хозяйств различной специализации центрального Черноземья/ Г.Н. Черкасов, А.С. Акищенко// Земледелие, 2016 - №5 – С.8-11
151. Чичкин, А.П. Экологически сбалансированные системы воспроизводства почвенного плодородия и применение удобрений на черноземных почвах Среднего Заволжья/ А.П. Чичкин, Б.Ж. Джангабаев// Достижения науки и техники АПК, 2007 – N8. – С.23-24.
152. Шакиров, Р.С. Биологические факторы интенсификации земледелия/ Р.С. Шакиров, Р.И. Шамсутдинов// Зерновое хозяйство, 2006 – N2 – С.17-18.
153. Шеин, Е.В. Агрофизика/ Е.В. Шеин, В.М. Гончаров// Ростов-на-Дону: Феникс, 2006 – с400
154. Шрамко, Н.В. Рациональное использование паров и приемов биологизации в условиях Верхневолжья/Н.В. Шрамко, Г.В. Вихорева// Земледелие, 2015 - №6 – С.23-26
155. Шульмейстер, К.Г. Донник – отличный сидерат в Поволжье/ К.Г. Шульмейстер// Земледелие 1995 – N1 – с.25.
156. Шурыгин, А.В. Технология возделывания озимой пшеницы/ А.В. Шурыгин// Фермер. Поволжье, 2017 - №3 – С68-72
157. Яговенко, Л.Л. Влияние люпина на свойства почвы при его запашке на сидерацию/ Л.Л. Яговенко, И.П. Такунов, Г.Л. Яговенко// Агрехимия, 2003 – N6 – с.71-80.

158. Askerman, F.G. Some factors influencing aggregation of clay pan soils/ F.G. Askerman, H.E. Myers// Journal of soil science? 1943 – vol.4 – P.405-413
159. Bachmann, H. Ertragsleistung und Ertragssicherheit von weizennachferverschiedenen Vorfuchten/ H.Bachmann// Nachrichtend. Dtsch. Rflan – zeschucht, - 1976 - №28 – S.1-4
160. Blanco-Canqui, H. Mechanical properties and soil organic carbon of soil aggregates in the northern Appalachians/ H. Blanco-Canqui, R. Lal, L.B. Owens, W.M. Post, R.C. Izaurralde// Soil Science Society of America. - 2005. - No 69. - S. 1472-1481, 110
161. Chacko, J. Defining the genetic and physiological basis of *Triticum sphaerococcum* Perc.: diss. of M.S. /J. Chacko. – Canterbury, 2008. – 133 p.
162. Claupein, W. Symbiotische Stickstoffbindung bei Kornesbeguminosen/W. Claupein// Fluch order Segen Raps, 1994 - №12 – S61-64
163. Dorozhko, G.R. The influence of cultivation technologies and fertilizer systems on the productivity of winter wheat on leached chernozem / G.R. Dorozhko, L.N. Petrova, O.Yu. Lobankova, I.O. Lysenko, Yu.A. Mandra // Res. J. of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2017. – V. 8. – No 6. – P. 819-823.
164. Elers, B. Biologische Koservierung von Nitrat/ B. Elers, H. Hartman// Gemuse. 1987 – V23.- N4 – S.210-215.
165. Feldhaus, D. Abhangugheit des Verdichtungsverhaltniseiner Lios - SchwarzerdevomDungungsniveauTagungsbericht/D. Feldhaus// Tagungsbericht 1983 - №215 – S63-68
166. Kay, B.D. Using foragesto Regenerate soil structure/ B.D. Kay //Agri – Food Res. Ontario (Highlights), 1993. – N1. – P. 25-28/
167. Kunolber, P. Ergebnisse und Ertahrungen bei der Anwendung von komplexenVertahzenzurEshohung der Bodentzuchtbarkeit und der ErtrageunterProduktionsbedingungen/P/ Kundler, S. Drechsler// Feldwirtschaft, 1893 - №24 – S. 3-5

168. Lozinskyi, M. Inheritance and grain weight transgressive variability per plant in hybrid winter wheat (*T. aestivum* L.), obtained from the hybridization of various ecotypes / M. Lozinskyi // *Arpobio1oria*. – 2016. – No 1 (124). - C. 22-28.
169. Makarchuk, O.G. Statistical evaluation of the efficiency of winter wheat production / O.G. Makarchuk, M.O. Musienko, V.S. Sokotun, K.L. Shulga // *HayKOBHÉ OTJIAA*. – 2016. – N° 6 (27). – C. 20-25.
170. MeysamZargaretal Ongoing Development of Biological Agents Efficacy in Combination with Reduced Doses of New Generation Herbicide Verdict on Weeds Suppression/ MeysamZargaretal, Peter Polityko, Aleksandr V. Tulikov and Elena N. Pakina// *Annals of Biological Research*. - 2012. - 3 (7): 3479-3485.
171. Monstvilaite, J. Laukupiktzoletumoproblemos/ Monstvilaite J. I// *LZI Dotnuva-Akademija*, 1996. - P. 4-88.
172. Mori, N. Rediscovery of Indian dwarf wheat (*Triticumaestivum* L. ssp. *sphaerococcum* (Perc.) MK.) an ancient crop of the Indian subcontinent. / N. Mori et al. // *Genetic Resources and Crop Evolution*. - 2013.- Vol. 60. Iss. 6. - P. 1771–1775.
173. Oliinyk, K.M. Impact of cultivation technologies elements on winter wheat grain productivity and quality/ K.M. Oliinyk, G.V. Davydiuk, L.Yu. Blazhevych, L.V. Khudoliy // *Plant Varieties Studying and Protection*. - 2016. - No4 (33). – C. 45-50.
174. Perederieva, V.M. The influence predecessor and main processing of ground under winter wheat on optimization agrofitocenoza / V.M. Perederieva, O.I. Vlasova // *European journal of natural history*. – 2006. – No 3. - P. 106-108.
175. Previous crop - as an element of organic farming in the cultivation of winter wheat in the Central Pre-Caucasus / O.I. Vlasova, V.M. Perederieva, I.A. Volters, 163 E.B. Drepa, E. A. Danilets // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. - 2018. - V. 9.- No 6. - P. 1272-1276.
176. Reinhard, H. Ertrage der Kulturen/ H. Reinhard, A. Chervet, W. G. Sturny// *Agrarforschung*. - 2001. - Ne 8(1). -S. 6-11.
177. Tisdall, J.M. Organic matter and waterstable aggregates in soils/ J.M. Tisdall // *J. Soil Soi*, 1982. – V33. – P. 141- 163.

178. Vlasova, O.I. Jacheresvertes, jacheres noire, jacherescouvertes, jacheresnues/ O.I. Vlasova, ElizabetKlemant// Agroflech. - 2011.- N 3.- P. 11.

179. Volters, I.A, Influence of traditional technology and direct sowing the winter wheat on agrophysical factors of fertility the darker chestnut soils/ I.A. Volters, O.I. Vlasova, V.M. Perederieva, L.V. Trubacheva, L.V. Tuturzhans// Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2018. - V.9. № 4. – P. 718-726.

180. Wang, Jun Responses of soil water, nitrogen, and organic matter to the alfalfa crop rotation in semiarid Loess Area of China/ Jun Wang, Feng-Min Li, Yu Jia // Sustainable Agr., 2006 – N1. – P.117-130.

181. Zekalo, M. The organic production of cereals in the EU countries and the profitability of winter wheat and winter rye in organic farms in Poland/ M. Zekalo I// Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development -2018. - Vol. 18, Ne 2. - P. 493-498.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1. Температурные данные за период проведения исследований

год	Месяцы												Ср. за год
	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.	
2016	-9,2	-0,5	1,0	9,1	14,3	18,1	20,9	19,9	11,9	5,1	-1,7	-4,8	7,0
2017	-6,6	-5,0	3,1	7,7	12,7	15,8	18,2	19,8	13,7	5,6	0,4	0,7	7,2
2018	-4,7	-8,2	-5,8	8,4	17,0	18,0	20,5	19,8	16,0	7,3	-1,7	-5,1	6,8
2019	-6,8	-2,0	0,8	8,7	16,2	20,7	17,3	17,2	12,8	9,1	1,8	0,3	8,0

Таблица 2. Количество осадков (мм) за период проведения исследований

год	Месяцы												Ср. за год
	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.	
2016	87	58	69	26	64	67	129	105	21	46	84	42	847
2017	45	31	35	8	56	61	145	88	17	66	41	111	703
2018	36	43	54	32	32	16	111	16	41	49	7	83	521
2019	46	39	51	23	23	159	87	38	43	32	38	30	692

**Акт внедрения
Результатов диссертационной работы
Чадаева И.М.**

Настоящий акт выдан соискателю Чадаеву И.М. в том, что результаты его диссертационной работы: «Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от сидеральных и непаровых бобовых предшественников в лесостепной зоне ЦЧР» были использованы в 2020 году на посевах озимой пшеницы (предшественник люпин узколистный и горох на зерно) на площади 137 га. После указанных предшественников был получен урожай 45,8 ц/га.

Зам. генерального директора ООО «ОПХ Орловское»

Парамонов Н.И.

Дата 27.09.2020г.



Приложение Г

**Акт внедрения
Результатов диссертационной работы
Чадаева И.М.**

Настоящий акт выдан соискателю Чадаеву И.М. в том, что результаты его диссертационной работы: «Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от сидеральных и непаровых бобовых предшественников в лесостепной зоне ЦЧР» были использованы в 2020 году на посевах озимой пшеницы (предшественник люпин узколистный и горох на зерно) на площади 246 га. После указанных предшественников был получен урожай 45,4 ц/га.

Генеральный директор ООО «Агроком»



Фирсов С.С.

Дата 27.09.2020г.

М.П.