

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет
имени П. А. Столыпина»

На правах рукописи

ОСТИН ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ

**ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗВЕНЬЯХ
СЕВООБОРОТОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Тойгильдин Александр Леонидович

г. Ульяновск – 2022 г.

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Основные элементы агротехнологии озимой пшеницы в звене севооборота в условиях лесостепи Среднего Поволжья.....	10
1.1. Предшественники в формировании урожая озимой пшеницы.....	10
1.2. Влияние обработки почвы на плодородие почвы и урожайность озимой пшеницы	17
1.3. Защита растений от вредных организмов в агротехнологиях озимой пшеницы.....	26
Глава 2. Почвенно-климатические условия и методика проведения исследований	36
2.1. Почвенный покров опытного участка и его агрохимические характеристики	36
2.2. Метеорологические наблюдения в годы исследований.....	38
2.3. Схема полевых опытов и их обоснование.....	43
2.4. Методика проведения наблюдений, учетов и анализов.....	47
Глава 3. Плодородие почвы и фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы в звене севооборота.....	49
3.1 Плотность почвы	49
3.2. Динамика содержания продуктивной влаги и водопотребление сельскохозяйственных культур	52
3.3. Накопление биогенных ресурсов и режим органического вещества почвы в звеньях севооборотов.....	59
3.4. Фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы.....	68
Глава 4. Формирование урожая сельскохозяйственных культур в звеньях севооборотов.....	77
4.1. Структура посевов озимой пшеницы.....	77
4.2. Продуктивность масличных культур в звеньях севооборотов с озимой пшеницей.....	81

4.3. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы.....	86
4.4. Сравнительная продуктивность звеньев севооборотов	100
Глава 5. Экономическая, агро- и биоэнергетическая эффективность возделывания полевых культур в звеньях севооборотов.....	103
5.1. Экономическая эффективность возделывания полевых культур	103
5.2. Агро- и биоэнергетическая эффективность возделывания полевых культур	106
Заключение	113
Библиографический список	117
Приложения	151

Введение

Актуальность темы.

В Среднем Поволжье ведущее место в структуре посевных площадей зерновых культур и в валовых сборах зерна принадлежит озимой пшенице. Размещение озимой пшеницы по предшественникам решается в каждой природно-климатической зоне по-разному.

В условиях недостаточной влагообеспеченности озимая пшеница в основном размещается по чистым парам, что обусловлено, прежде всего, преимуществом данного предшественника в сохранении продуктивной влаги в посевном слое почвы и другими причинами [11, 12, 63, 71, 72, 74].

Однако известно, что чистый пар наряду с преимуществами имеет ряд экологических недостатков, прежде всего нарушение баланса органического вещества почвы и эрозия почвы, снижение экономической эффективности производства [4, 16, 27, 118, 144, 185, 186].

Вследствие такой неоднозначности обозначенная проблема постоянно сопровождается дискуссиями о целесообразности включения чистого пара, его долевого участия в севооборотах в условиях интенсификации и экологизации земледелия [4].

В современных системах земледелия, построенных на принципах экологизации, и уплотненного использования пашни, определяющий разработку севооборотов с максимальным биоразнообразием, агротехнологии следует ориентировать на решение вопросов накопления и сохранения влаги в почве, воспроизводства плодородия почвы и защиты растений от вредных организмов.

Эти обстоятельства вызывают необходимость рационального размещения озимой пшеницы по благоприятным предшественникам в севооборотах, с увеличением биоразнообразия возделываемых культур для повышения производства продукции растениеводства и сохранения плодородия почвы.

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» на кафедре «Земледелие, растениеводство и селекция» и является разделом комплексной государственной межведомственной программы фундаментальных и прикладных исследований по научному обеспечению развития АПК Российской Федерации на 2016-2020 гг., выполняемой коллективом кафедры («Биологизация севооборотов, воспроизводство биогенных ресурсов и регулирование плодородия чернозема выщелоченного лесостепи Поволжья»). Регистрационный номер: АААА-А16-116041110185-3).

Степень разработанности темы.

Изучением вопросов совершенствования звеньев севооборотов с озимой пшеницей и технологии ее возделывания, направленных на повышение урожайности и продуктивности севооборотов, занимались многие ученые в разных регионах страны: И.Н. Дорохин (1990); А.А. Асмус (2009); А.М. Шпанев (2009); М.С. Овчаренко (2009); А.В. Кислов (2012); В.Г. Лошаков (2012); Ю.В. Гордеева (2013); О.И. Власова (2014); А.К. Агафонов (2015); А.Г. Кочмин (2015); А.Л. Тойгильдин (2017); и др.

Многие исследователи отмечают, что озимой пшенице принадлежит основной объем посевных площадей и валового сбора зерна в различных регионах нашей страны. В условиях лесостепной зоны Поволжья в основном она размещается по чистому пару, что обуславливает ее высокую продуктивность, однако не всегда это приводит к повышению продуктивности севооборотов. Чистый пар имеет недостатки в виде отсутствия урожая в год парования и экологические последствия в виде проявления эрозии и дефляции, чрезмерной минерализации органического вещества и деградации плодородия почвы. Решение данного вопроса представляется на основе совершенствования структуры посевных площадей – частичной замены чистого пара.

Цель исследований: совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы в звеньях севооборотов с чистым паром и непаровыми предшественниками в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья.

Задачи исследований:

1. Изучить динамику плотности почвы и продуктивной влаги чернозема выщелоченного в звеньях севооборотов с озимой пшеницей в зависимости от предшественников и обработки почвы;
2. Определить влияние предшественников, обработки почвы и уровней защиты растений в севообороте на фитосанитарное состояние озимой пшеницы;
3. Оценить вклад предшественников, обработки почвы и средств защиты растений в формирование урожая и качества зерна озимой пшеницы;
4. Провести сравнительную оценку продуктивности звеньев севооборотов с озимой пшеницей по чистым парам и непаровыми предшественниками по выходу зерновых единиц;
5. Дать экономическую и агроэнергетическую оценку эффективности возделывания культур в звеньях севооборотов с озимой пшеницей.

Объект и предмет исследований.

Объектом наших исследований являются посевы озимой пшеницы в звене севооборотов с масличными культурами – лен масличный, горчица белая, рапс яровой. Предмет исследований – сравнительная продуктивность, агроэкологическая и экономическая оценка звеньев с озимой пшеницей по чистому пару и непаровыми предшественниками в зависимости от основной обработки почвы и уровня защиты растений от вредных организмов в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья.

Научная новизна.

В условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья изучены особенности формирования урожая озимой пшеницы по непаровым предшест-

венникам - льна масличного, горчицы белой и рапса ярового. Дана оценка сравнительной продуктивности звеньев севооборотов с чистым паром и непаровыми предшественниками в зависимости от основной обработки почвы и уровня защиты растений в севооборотах. Звенья севооборотов с озимой пшеницей и с непаровыми предшественниками (лен масличный, горчица белая, рапс яровой) повышают продуктивность пашни на 0,25-0,37 тыс. з.е. с 1 га или 9,7-14,3 %, снижают потери органического вещества почвы в сравнении с паровыми звеньями. Доказано, что размещение озимой пшеницы после крестоцветных культур снижает распространение корневых гнилей на 25,6-34,1 % и листовой ржавчины на 20,6-22,6 %. Адаптивно-интегрированная защита растений на озимой пшенице снижает распространение корневых гнилей на 81-82 %, листовой ржавчины на 60-79,5 % и обеспечивает сохранность урожая на уровне 0,37 т/га зерна или 9,2 %.

Теоретическая и практическая значимость.

Результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать использовать лен масличный (сорт Северный), горчицу белую (Рапсодия), рапса ярового (Солар) в севооборотах лесостепной зоны Среднего Поволжья в качестве предшественника озимой пшеницы. Это обусловлено решением задачи эффективного использования земель сельскохозяйственного назначения, повышения продуктивности посевов и регулирования режима органического вещества почвы.

Введение полученных решений позволит повысить продуктивность звеньев на 0,25-0,37 тыс. зерновых единиц с 1 га, условного чистого дохода в среднем на 5022 руб. с 1 га, в 2,7-5,2 раза сократит потери органического вещества почвы. Размещение озимой пшеницы после крестоцветных культур снижает распространение корневых гнилей на 25,6-34,1 % и листовой ржавчины на 20,6-22,6 %. Адаптивно-интегрированная защита растений на озимой пшенице снижает распространение корневых гнилей на

81-82 %, листовой ржавчины на 60-79,5 % и обеспечивает сохранность урожая на уровне 0,37 т/га зерна или 9,2 %.

Методология и методы исследований.

Методология исследований основана на изучении научной литературы отечественных и зарубежных авторов. Методы исследований: теоретические – обработка результатов исследований методом статистического анализа; эмпирические – полевые опыты, графическое и табличное отображение полученных результатов.

Основные положения, выносимые на защиту:

- звенья севооборотов с озимой пшеницей и с непаровыми предшественниками (лен масличный, горчица белая, рапс яровой) повышают продуктивность пашни на 0,25-0,37 тыс. з.е. с 1 га или 9,7-14,3 %, снижают потери органического вещества почвы в сравнении с паровыми звеньями;

- размещение озимой пшеницы после крестоцветных культур снижает распространение корневых гнилей на 25,6-34,1 % и листовой ржавчины на 20,6-22,6 %;

- адаптивно-интегрированная защита растений на озимой пшенице снижает распространение корневых гнилей на 81-82 %, листовой ржавчины на 60-79,5 % и обеспечивает сохранность урожая на уровне 0,37 т/га зерна или 9,2 %.

Степень достоверности результатов.

Степень достоверности подтверждается современными методами проведения исследований в полевых опытах, необходимым количеством наблюдений и учетов, результатами статистической обработки экспериментальных данных, показателями дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов.

Апробация работы.

Результаты исследований и положения диссертации докладывались и обсуждались на Всероссийских научно-практических конференциях: «Аг-

рарная наука и образование: опыт, проблемы и пути их решения: IX международная научно-практическая конференция, посвященная 75-летию Ульяновского государственного аграрного университета имени П. А. Столыпина» (Ульяновск, 20-21 июня 2018 г.); «100-летие кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий: итоги и перспективы инновационного развития» (Воронеж 2019 г.); «Фундаментальные основы и прикладные решения актуальных проблем возделывания зерновых бобовых культур» (Ульяновск, 2020 г.); «Биологическая интенсификация систем земледелия: опыт и перспективы освоения в современных условиях развития» (Ульяновск, 2021 г.).

Результаты исследований внедрены в КФХ А.В. Козлова Майнского района Ульяновской области на площади 400 га с экономическим эффектом более 2 млн. руб., что подтверждается актом внедрения.

По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 3 публикации в реферируемых изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ.

Объем и структура НКР.

Работа изложена на 194 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения и предложений производству, включает 28 таблиц, 5 рисунков. Библиографический список включает 245 наименований, в том числе 18 зарубежных авторов. В работе имеется 38 приложений.

Личный вклад автора.

Автор самостоятельно проводил планирование теоретических и экспериментальных исследований, принимал непосредственное участие в закладке и проведении полевых опытов, выполнял учеты, наблюдения и анализы. Ежегодно представлял научные отчеты, на основании которых обобщил полученные результаты и сформировал заключение и предложение производству. Личный вклад автора оценивается в 80 %.

Глава 1. Основные элементы агротехнологии озимой пшеницы в звене севооборота в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

1.1. Предшественники в формировании урожая озимой пшеницы

В практике земледелия необходимость смены культур никогда не вызывала сомнений, даже на заре земледелия, в период господства залежной и переложной систем, перерыв в посеве зерновых культур осуществляли путем оставления полей в залежь и перелог [4, 123, 160].

Повышение урожайности озимой пшеницы достаточно тесно связано с плодородием почвы, возделываемыми сортами, звеньями севооборотов. При этом технология возделывания существенно влияет на плодородие почвы [4, 27, 122].

По данным ряда исследований, предшественники влияют на содержание влаги, питательных веществ в почве, полноту всходов, перезимовку, фитосанитарное состояние посевов, урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Оптимальный выбор предшественников и средств защиты растений становится одним из определяющих условий получения стабильных урожаев озимой пшеницы высокого качества зерна [2, 116, 153, 164, 211].

Важным фактором для формирования качественного урожая зерна озимых культур являются своевременные всходы и равномерное, дружное развитие растений перед уходом в зиму [143].

Ограничивающим фактором получения всходов является влажность верхнего слоя почвы, которая во многом зависит от предшественников, особенно в условиях неустойчивого и недостаточного увлажнения [60, 67, 87, 154, 155]. Почва должна быть оптимально увлажнена в посевном слое, так и в зоне распространения корней озимой пшеницы. В ней должны содержаться все элементы питания, необходимые для растений: азот, фосфор, калий, кальций, сера, железо, магний и др. [145].

Все требования озимой пшеницы к предшественнику сводятся к тому, чтобы к ее севу в почве больше накапливалось доступной влаги, пита-

тельных веществ, доступных для растений, а также было чистое в фитосанитарном отношении почвы. Именно такие предшественники озимой пшеницы позволяют достигать высоких урожаев зерна озимой пшеницы. Этим требованиям и отвечает чистый пар [155, 205].

Распределение озимой пшеницы в лучшем севообороте – важное звено в технологии возделывания. Многие авторы считают, что более высокие урожаи озимая пшеница дает по чистому пару, который лучше обеспечивает растения влагой и питательными веществами, улучшает фитосанитарное состояние почвы и посевов [90, 91, 99, 100].

По сообщению Г.Н. Гасанова с соавторами [159], предшественники озимой пшеницы, после которых к началу ее посева остается или накапливается достаточное количество продуктивной влаги в пахотном слое почвы, являются лучшими для своевременного получения дружных всходов.

Среди предшествующих культур приоритетное место занимают чистые и занятые пары. Пар – это поле, свободное от возделываемых сельскохозяйственных культур в течение определенного периода времени. В результате механической обработки почвы и применения гербицидов оно поддерживается в чистом от сорняков виде с хорошим физическим состоянием почвы. Существуют два типа паров: чистые и занятые, в свою очередь, чистые пары представлены двумя видами паров – черные и ранние. Занятые пары делятся на три вида: сплошные занятые, пропашные занятые и сидеральные. Отдельно выделяют кулисный пар, который занимает промежуточное положение между чистыми и занятыми парами [90, 91].

Согласно исследованиям А.Ф. Мельника и Б.С. Кондрашкина, урожайность озимой пшеницы по предшественнику черный пар выше, чем по редке масличной и однолетним травам [112, 113].

Размещение озимой пшеницы по черному пару обеспечивает увеличение влажности почвы и меньшую засоренность многолетними и малолетними сорняками в сравнении с занятым и сидеральным парами [171].

Чистые пары не везде экономически выгодны. Исследования показывают, что в ряде районов (Полесье, Нечерноземье, Лесостепь) при правильной агротехнике можно получать высокие урожаи озимой пшеницы и по занятым парам. Результаты работ научно-исследовательских учреждений и опыт передовых хозяйств показывают, что общая экономическая эффективность отдельных звеньев и целых ротаций севооборотов с занятыми парами во многих регионах бывает выше, чем в севооборотах с чистыми парами. Отсюда решение вопроса о введении чистых и занятых паров в севооборотах должно решаться в хозяйстве с учетом всех абиотических факторов. Предшественник оказывает влияние как на эффективное плодородие почвы, так и на запасы влаги в корнеобитаемом слое [45, 145].

В условиях лесостепи Поволжья зернопаровые севообороты обеспечивают поддержание фитосанитарной обстановки на полях, сохранение влаги, минерализацию органического вещества почвы, что, как правило, повышает урожайность озимой пшеницы. Однако известны экологические и экономические последствия чистых паров [16, 122, 238].

В среднем за 14 лет исследований Г.Р. Дорожко, в зоне неустойчивого увлажнения урожайность озимой пшеницы по занятому пару всего на 7% ниже, чем по чистому пару, что, в свою очередь, свидетельствует о нецелесообразности использования чистого пара в этой зоне в качестве предшественника озимой пшеницы [37].

Водный баланс в опытах Мамырко Ю.В. свидетельствует о более экономном потреблении влаги горчицей, чем льном масличным. Суммарное водопотребление агроценозом льна было существенно выше, чем горчицы белой на 415 и 532 м³ [110].

В Ставропольском крае в засушливые годы продуктивность получаемого урожая озимой пшеницы достигала по чистому пару 2,1 т/га, в более критических районах зоны – 2,3 т/га. Но, несмотря на высокие урожаи озимой пшеницы по чистому пару, он является недоходным предшественником. Помимо этого, чистый пар приводит к потерям гумуса и органического вещества почвы, которые не компенсируются [16, 37, 67, 73, 143].

В Ставропольском НИИСХ выявлено, что в зоне неустойчивого увлажнения чистый пар как предшественник под озимую пшеницу не накапливает летние осадки, его существенная роль заключается в сбережении поглощенной почвой влаги за осенне – зимний период. В связи с этим в этой зоне озимую пшеницу институт рекомендует возделывать по занятым, сидеральным парам и непаровым предшественникам [57]. Возделывание чистых паров в этой зоне признано не рентабельным, их следует заменять занятыми парами [162, 186].

В исследованиях Мамырко Ю.В. [110], использование льна масличного, горчицы белой в качестве предшественников озимой пшеницы показало, что урожайность озимой пшеницы была выше по предшественнику горчица белая, сарептская 5,10-5,12 т/га, в то время, как по льну масличному данный показатель был меньше на 0,94-0,98 т/га. Обосновано, что лучшим предшественником озимой пшеницы является горчица сарептская, обеспечившая получение высоких и стабильных урожаев озимой пшеницы

В опытах Ульяновской ГСХА зернобобовые агрофитоценозы в севооборотах повышают зерновую продуктивность звеньев с озимой пшеницей на 34,8% по сравнению со звеном «чистый пар – озимая пшеница» [16, 118]

Исследования Тойгильдина А.Л. показали, что наибольшая урожайность озимой пшеницы формируется после чистого пара, однако по

продуктивности преимущество имеют звенья севооборотов с бобовыми культурами, где выход зерна возрастал с 2,20 до 2,83-2,91 т/га, а зерновых единиц с 2,20 до 3,25-3,34 тыс./га. Оптимальное соотношение предшественников для озимой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья следующее: чистый пар 40 % и занятый пар 60 %, что позволит повысить продуктивность звеньев и экономическую эффективность использования пашни [185, 186].

В условиях лесостепной зоны Поволжья чистый пар оказывает положительное влияние на урожайность последующей – второй культуры (яровой пшеницы) только в засушливые годы, тогда как в годы с достаточной увлажненностью преимущество имеют бобовые предшественники и сидеральный пар. Качество зерна яровой пшеницы повышалось в зерновых звеньях с бобовыми культурами и сидератом независимо от влагообеспеченности года. По сравнению с первой ротацией во второй ротации севооборотов повышались урожайность и качество зерна озимой и яровой пшеницы, что указывает на эффективность приёмов биологизации технологии возделывания зерновых культур [186].

Важное место в агротехнике озимой пшеницы занимают бобовые культуры в качестве предшественников. При их использовании есть потенциал увеличить урожайность на 0,7-0,8 т/га. Следовательно, благодаря возделыванию бобовых культур существует вероятность без уменьшения производительности севооборота существенно увеличить валовой сбор зерна и оптимально насытить севооборот зерновыми культурами, что является очень важным фактором для специализированных хозяйств [186].

В опытах М.Н. Парыгиной [145], показано, что после многолетних и однолетних трав при высокоинтенсивной технологии возделывания можно получать урожайность озимой пшеницы на уровне 7-8 т/га.

В исследованиях Н.В. Парахина и А.Ф. Мельника (2015) доказано, что севооборот уменьшает видовой состав сорных растений. Вид севообо-

рота значительно влияет на засоренность посевов. Наибольшая численность сорняков за годы исследований авторами была отмечена в зернопропашном севообороте, наименьшая – в зернотравяном. Промежуточное значение занимал зернопаропропашной севооборот [143, 144].

В сравнении с льном масличным горчица белая, сарептская оказывает ингибирующее действие на прорастание сорняков, ввиду этого сорной растительности в 1,6 раз было меньше, чем на посевах льна масличного. Положительное последствие этого свойства отмечалось и на посевах озимой пшеницы, по которой количество всходов двудольных сорняков было на 41% меньше, чем после льна масличного [110].

С внедрением в севообороты фитосанитарных предшественников достигается значительное оздоровление почв от почвенных вредных организмов, особенно возбудителей корневых гнилей. Соя и рапс очищают почву от возбудителя гельминтоспориозной корневой гнили, а многолетние бобовые травы очищают от овсяной цистообразующей нематоды. Паровые предшественники улучшают фитосанитарное состояние почв в результате минерализации зараженных растительных остатков и прямой гибели возбудителей в почве [60, 116].

В работах Шпанева А.М. были получены следующие данные: наименьшее количество сорняков было в севообороте с занятым сидеральным паром и однолетними травами. Севооборот с чистым паром был значительно засорен малолетними растениями, но лучше справлялся с корнеотпрысковыми сорняками. В севообороте с горохом на зерно было выявлено самое высокое засорение многолетними растениями и незначительным количеством однолетних злаковых сорняков. В посевах зерновых культур по кукурузе и многолетним травам посева первой и второй зерновых культур после пропашных и многолетних трав отличались большим количеством многолетних сорных растений, превысивших засоренность даже бессеменной пшеницы [39, 177, 216].

В зернопропашном севообороте был определен обедненный видовой состав и незначительное количество сорных растений [39].

По мнению ученых Ульяновской ГСХА, нарастание патогенной микробиоты неизбежно при зерновой монокультуре: обнаружен возбудитель корневой гнили пшеницы, ячменя и ржи – *Helminthosporium sativum*. При включении в севооборот зернобобовых культур, овса и чистого пара распространенность и развитие болезни зерновых смягчается и замедляется [70].

Занятые пары экономически выгодны в хозяйствах, которые достигли высокого уровня земледелия. Рациональность использования занятых паров оправдывается агроэкономическими расчетами урожая. Значительно больше выхода сельскохозяйственной продукции получается при соблюдении агротехнических мероприятий в звене с занятыми парами и непаровыми предшественниками [122, 162].

Занятые пары способны дать экономический эффект в тех хозяйствах, которые достигли сравнительно высокой культуры земледелия. Целесообразность применения занятых паров подтверждается экономическими расчетами. При равных урожаях и последующих культур в севообороте с занятыми парами получают больше продукции на каждый гектар пашни, так как в этом случае площадь используется под посев. Понижение урожайности озимых, которое обычно бывает при посеве их по занятым парам, с излишком покрывается продукцией, получаемой с парового поля. Общий выход продукции в севооборотах с занятыми парами и непаровыми предшественниками обычно выше, если соблюдается агротехника [119, 127, 146, 176, 208].

По мнению А.И. Хрипунова и Н.А. Галушко (2015) занятые пары, как предшественники озимой пшеницы, экономически более выгодны, чем чистые, и с повышением культуры земледелия и уровня интенсификации занятыми парами будут заменять чистые, что и происходит в настоящее

время. По мнению ученых, майские и июльские осадки в занятых парах используются эффективнее, чем в чистых. Травостой вегетирующих растений сохраняет влагу лучше, уменьшая её потери из поверхностных слоев почвы через физическое испарение [46, 204].

Обзор источников литературы свидетельствует о всесторонней изученности предшественников озимой пшеницы. Однако следует отметить, что в сельскохозяйственном производстве такие перспективные культуры, как лен масличный, горчица белая и рапс яровой являются сравнительно новыми для возделывания их в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья. Литературных источников и исследований по использованию данных культур в качестве предшественников озимой пшеницы в условиях региона недостаточно, поэтому требуется всестороннее изучение масличных культур по влиянию на физические свойства почвы, водный режим почвы, фитосанитарное состояние посевов, продуктивность звеньев, что придает актуальность данному направлению. В условиях изменяющегося климата открываются перспективы использования непаровых предшественников (занятых паров) со льном, горчицей и рапсом для озимой пшеницы.

1.2. Влияние обработки почвы на плодородие почвы и урожайность озимой пшеницы

Биологическое земледелие – основа улучшения экологического состояния окружающей среды. Успешное решение этого вопроса возможно при совершенствовании всех составных частей системы земледелия. Важнейшей из них является обработка почвы, так как она определяет процессы воспроизводства плодородия почвы, регулирование почвенных режимов, процессы деградации и охраны почв [2, 23, 25, 26].

Основные задачи обработки почвы: создание оптимального строения пахотного слоя, оптимизация факторов жизни растений, борьба с сорняками являлась самым энергоемким и дорогостоящим приемом [86].

Под обработкой почвы понимают механическое воздействие на неё рабочих органов машин и орудий с целью создания наилучших условий для возделывания растений. Это важнейшее средство регулирования агрофизических условий, почвенных режимов, интенсивности биологических процессов, а также фитосанитарного состояния почвы [39].

Обработка почвы – важное звено в системе агротехнических мероприятий. В результате обработки почвы происходит мобилизация ее плодородия, усиливается минерализация органического вещества, улучшаются физические свойства почвы. Только путем механического воздействия на почву рабочими органами машин и орудий можно создать оптимальные почвенные условия для развития корней культурных растений, проявления высокой эффективности различного рода мелиорантов, удобрений и др.

Вследствие механической обработки почвы, изменения строения пахотного слоя обеспечиваются наиболее благоприятные условия для протекания биологических, физико-химических, физических процессов в ней. Наличие кислорода, влажность почвы, реакция почвенного раствора в обработанной почве изменяются в положительную сторону, что усиливает активность почвенной микрофлоры, которая, участвуя в синтезе и разложении органического вещества, обогащает почву перегноем и увеличивает содержание в ней доступных для растений форм азота, фосфора, калия, магния, серы, железа и других жизненно важных элементов питания растений [34, 36, 134].

Большую роль играет обработка почвы в сохранении пахотного слоя от разрушения. Правильной обработкой можно коренным образом изменить профиль почвы и тем самым повысить ее эффективное плодородие. Например, за счет увеличения мощности пахотного слоя устраняют подзолистый горизонт, повышают влагоемкость, водопроницаемость почвы и т. д. Обработывая склоны по горизонталям (по контуру) на различную глубину в сочетании с применением других противоэрозионных приемов,

можно резко усилить поглощение почвой влаги, снизить сток воды и смыв почвы и тем самым ликвидировать процессы водной эрозии [56, 134, 195].

Незаменима роль механической обработки почвы в уничтожении вредных организмов, особенно сорных растений. Известно, что в пахотном слое сосредоточено огромное количество семян и органов вегетативного размножения сорняков, а также всевозможных вредителей и возбудителей болезней. Одна из целей обработки почвы – их своевременное уничтожение. Наилучший эффект при этом обеспечивает сочетание приемов механической обработки почвы в определенной последовательности [54].

Приемы обработки почвы изменяются в зависимости от типа почв, рельефа местности, климата, особенностей выращиваемых культур, системы удобрений, характера засоренности полей, наличия вредителей и болезней и многих других условий конкретного хозяйства, поэтому рациональную систему обработки почвы строят на основе многолетних полевых опытов, проведенных в определенных почвенно-климатических условиях. Она предполагает сочетание различных способов (отвальной и безотвальной, глубокой и мелкой и т. д.) обработки с учетом особенностей отдельных растений, это так называемая комбинированная обработка почвы [54, 153, 190].

Вследствие неодинаковой требовательности сельскохозяйственных культур к строению почвы, обработку ее дифференцируют в зависимости от вида возделываемых растений. Так, для пропашных культур необходим более рыхлый пахотный слой, и потому обработка почвы под эти культуры должна быть глубже на 25-27-30 см, в то время, как для зерновых колосовых в большинстве случаев требуется более уплотненный пахотный слой. Кроме того, независимо от вида растений глубокая вспашка необходима на почвах, имеющих плужную подошву [73, 86, 99].

Правильная система обработки почвы – один из действенных приемов получения высоких урожаев. При сочетании с системой удобрений в сево-

оборотах она обеспечивает высокую эффективность и наиболее рациональное использование плодородия почв [73].

Улучшая агрофизические свойства почвы обработкой, создают возможность управлять биологическими процессами в ней, показателем которых может служить биологическая активность почвы – выделение из нее углекислого газа. Однако прямой связи между агрофизическими свойствами почвы и величиной урожая может и не быть, ибо последний тесно связан с воздействием на растение как почвенно-климатических условий, так и технологии производства [6, 23, 193].

Качественная обработка почвы позволяет повысить ее эффективное плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур. В то же время неоправданная интенсивная обработка ведет к распылению структуры, ухудшению агрофизических и агрохимических свойств, к перерасходу затрат энергии, падению плодородия, уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур и ухудшению качества продукции [93, 102].

Важное значение в системе технологических приемов возделывания озимой пшеницы имеет правильная обработка почвы. В результате обработки почвы, ее крошения, рыхления или уплотнения создается необходимое соотношение между объемами твердой фазы и порами пахотного слоя (Дудинцев и др. 2008). По мнению Т.С. Рыбалко (2007), механическая обработка почвы является самым эффективным средством уничтожения сорняков, предупреждения появления вредителей и болезней сельскохозяйственных культур [40, 60, 168].

Возделывание озимой пшеницы без обработки почвы приводит к чрезмерному уплотнению чернозема выщелоченного Центрального Предкавказья во время вегетации до 1,38-1,40 г/см³, к полной спелости – до 1,42 г/см³, что отрицательно сказывается на росте, развитии и урожайности озимой пшеницы при её возделывании по технологии прямого посева [3].

Основная обработка почвы, пройдя длительный эволюционный путь, остается в настоящее время одним из самых важных, энергоемких и энергозатратных элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур [50].

Вспашка почвы в современном земледелии не отвечает условиям энергосбережения, в связи с чем ее заменяют другими видами обработки почвы: дискованием, культивацией, чизелеванием и др. В результате не происходит рыхления почвы на всю глубину пахотного горизонта и наблюдается переуплотнение нижележащих слоев почвы, что нарушает воздушно-водный режим корнеобитаемого слоя культурных растений. Также ухудшаются условия жизнедеятельности почвообразующих микроорганизмов, происходит снижение плодородия почвы, возрастает засоренность и, как следствие, уменьшается урожайность сельскохозяйственных культур [198].

Теоретической основой вспашки послужило положение В. Р. Вильямса, согласно которому обработка почвы должна быть ежегодная отвальная на глубину не менее 20-22 см. [35].

Накопленный в нашей области и в других регионах России, особенно в зонах недостаточного увлажнения, научно-практический опыт свидетельствует о том, что наиболее доступным выходом на современном этапе из этой ситуации является освоение новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур с минимальными обработками почвы и прямым посевом, обеспечивающих ресурсо-энергосбережение, экологическую безопасность, максимальную доходность при выращивании товарной продукции [49, 51].

Сохранение и повышение плодородия почв – одна из главных задач сельскохозяйственного производства [9, 11].

На увеличение потерь гумуса оказывает влияние основная обработка почвы. По данным А.В. Кислова, М.В. Черных, отвальная вспашка в те-

чение 12 лет под культуры севооборота снижала содержание гумуса в слое 0-30 см на 0,19 %, а применение мелких обработок почвы способствовало его повышению на 0,25 % [92].

По результатам исследования Самарского научно–исследовательского института сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова по способам и системам обработки почвы не подтверждает широкого распространенного мнения о том, что отказ от плужной обработки приведет к резкому падению плодородия почв. Установлено, что потенциальное и эффективное плодородие черноземов региона сохраняется на высоком уровне и при длительных минимальных обработках почвы в севообороте. Длительное применение таких обработок почвы не приводит к улучшению структуры и плотности почвы [49].

В современных условиях земледелия основной проблемой являются повсеместное снижение плодородия почвы как основная причина использование непроверенных агротехнологий, отказ от севооборотов и безобразное внесение удобрений [58, 238].

В многолетних опытах по изучению различных способов обработки почвы в сочетании с удобрениями резкое нарушение биогенности почвы по слоям пахотного горизонта путем применения глубокой обработки приводит к снижению гумуса. Увеличение глубины обработки почвы при недостатке удобрений приводит к значительному расходу энергии, затягиванию сроков полевых работ, деформации почвы – главных причин недобора урожая [43, 88, 140]. Минимализация обработки почвы (основной, предпосевной и в период ухода за растениями) позволяет избежать многих отрицательных явлений, в том числе и предотвратить снижение органического вещества.

Увеличение глубины вспашки так же, как и безотвальные приемы рыхления, снижая общую биологическую активность в почве и продуктивность гектара пашни, снижают и количество гумуса.

Увеличение глубины культивации, особенно в предпосевной период, приводит к иссушению посевного слоя почвы, ухудшению равномерности заделки и набуханию высеянных семян озимых и снижению их всхожести.

Накопление гумуса при минимальной обработке почвы отмечали в своих исследованиях Н.С. Матюк с соавт. [111], считая, что это связано со снижением темпов разложения растительных остатков, соломы и навоза по сравнению со вспашкой. Проведение отвальной вспашки позволяет улучшать ее плодородие, способствует накоплению и сохранению запасов влаги, снижает засоренность полей. Главным недостатком отвальной технологии обработки почвы является нарушение структуры почвы, которое происходит в результате оборота и крошения пахотного слоя [140, 194].

При поверхностной обработке и при безотвальной рыхлении пожнивно-корневые остатки остаются в верхнем слое, подвергаясь быстрому разложению, повышая микробиологическую деятельность. Но в условиях биологизированного земледелия ввиду увеличения площадей под многолетними травами исключаются поверхностные обработки.

По данным Горянина О.И. (2014), во многих районах Самарской области перспективна дифференцированная система обработки, но с использованием различной техники, в результате чего повышается экономическая эффективность возделываемых культур [51].

При безотвальной технологии структура почвы сохраняется, происходит накопление гумуса, предотвращаются эрозионные процессы. Однако в этом случае сложно вносить органические удобрения, а также высока вероятность засорения полей [198].

Снижения энергоемкости технологического процесса основной обработки почвы при условии соблюдения агротехнических требований (при одинаковой глубине обработки почвы) за счет сохранения структуры почвы, заделки растительных и пожнивных остатков в пахотный слой, воз-

можно достичь за счет комбинации отвальной и безотвальной обработок почвы [77].

Исследования Дедова А.А., проведенные на опытном участке Воронежской области, показали, что отвальный способ обработки по сравнению с безотвальным рыхлением обеспечивал увеличение новообразования легкогидролизуемого азота и подвижных фосфатов [57].

В последние годы весьма актуальными оказались вопросы минимализации обработки почвы в севооборотах, а также применения новых приемов почвозащитной обработки. Под минимализацией обработки почвы понимается уменьшение количества и глубины обработок с заменой их поверхностными и плоскорезными, совмещение нескольких технологических операций за счет применения орудий с активными рабочими органами и комбинированных агрегатов, широкое проведение полосной (Strip-till) или колейной обработки, полное исключение механических обработок (no-till) в результате использования специальных сеялок. При этом эффективность минимальной обработки почвы во многом зависит от культуры земледелия, метеорологических условий, правильно организованной системы мер по защите растений от сорняков, вредителей и болезней. При минимализации обработки в производственных условиях, где поля нередко засорены различными по биологическим свойствам сорняками, необходимо применение эффективных гербицидов, а также использование комбинированных агрегатов [58, 98].

Как отмечают А.Я. Айдиев, В.И. Лазарев, М.Н. Котельникова (2017), разработка технологий возделывания озимой пшеницы, обеспечивающих получение высоких и устойчивых урожаев с высоким качеством зерна, максимально адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям, имеет важное теоретическое и практическое значение. Сравнительно высокие запасы нитратного азота (106,3 кг/га) в слое почвы 0-40 см перед посевом озимой пшеницы отмечено в вариантах отвальной системы обра-

ботки почвы и применении органо-минеральной системы удобрения (навоз 30 т/га, $N_{60}P_{60}K_{60}$, зеленое удобрение). В вариантах плоскорезной и поверхностной систем обработки почвы эти показатели были ниже на 1,1 и 3,7 кг/га соответственно. В качестве поживной и сидеральной культуры в севооборотах часто используют горчицу белую. Это оказывает положительное влияние как на баланс органического вещества, так и на фитосанитарное состояние посевов. Соотношение C:N в горчице обеспечивает повышение биологической активности почв и усиливает процессы минерализации, а также приводит к накоплению питательных веществ в почве [6].

В условиях современного земледелия около 70-80 % площади посевов в России имеют среднюю, сильную и очень сильную степень засоренности. Площадь посевов с высокой и очень высокой степенью засоренности постоянно возрастает из-за низкой культуры земледелия, недооценки мер борьбы с сорняками, несоблюдения севооборотов, нарушения агротехники возделывания культур.

Ежегодные потенциальные потери урожая зерна от сорных растений в России составляют около 10-15 млн. т. В зависимости от видового состава, плотности заселения, продолжительности конкурентных взаимоотношений культуры с сорняками урожайность зерна снижается до 70 %. Низкая конкурентная способность культурных растений к сорнякам и высокая потенциальная засоренность почвы являются наиболее актуальной причиной недобора урожайности зерновых колосовых культур [177].

Наблюдения Н.А. Морозова также свидетельствуют, что различные способы обработки почвы по-разному влияют на засоренность почвы. Было отмечено возрастание засоренности посевов ячменя при поверхностной обработке почвы. При разноглубинной плоскорезной обработке, а также на фоне комбинированной (отвально-плоскорезной) обработки засоренность оставалась на уровне контроля (разноглубинной отвальной обработки).

При комбинированной отвально-чизельной обработке было отмечено снижение сорняков по сравнению с контролем [162].

В свою очередь Н. И. Картамышев высказывается, что вспашка не способствует заметному снижению засоренности, так как обрабатываемый слой почвы давно уже равномерно насыщен семенами и вегетативными органами размножения сорняков, находящимися в состоянии глубокого покоя, а извлекаются способные к прорастанию [25].

Обобщая раздел изучаемой темы, стоит отметить, что накоплен значительный экспериментальный материал воздействия отдельных агротехнических приемов на урожайность озимой пшеницы, качество зерна и плодородие почвы. Однако в региональных условиях лесостепи Среднего Поволжья отсутствуют исследования в звеньях севооборотов с такими предшественниками, как лен масличный, горчица белая, рапс яровой. Имеются данные, полученные в основном в однофакторных полевых опытах. Существует необходимость в изучении действия, взаимодействия и последствий ключевых элементов систем земледелия на режим органического вещества почвы, формирование урожайности и качества зерна озимой пшеницы.

1.3. Защита растений от вредных организмов в агротехнологиях озимой пшеницы

В повышении урожайности зерновых культур важное место принадлежит их защите от вредителей и болезней, которые нередко наносят большой вред, приводя к значительному снижению сбора зерна и ухудшению его качества, а иногда и к гибели посевов. Степень вредоносности болезней и вредителей зависит от экологических условий возделывания и особенностей культуры [160].

Болезни озимой пшеницы существенно снижают урожайность и качество зерна. В связи с этим потери валового сбора зерна от болезней ежегодно составляют 20-30 %, а в отдельные (эпифитотийные – когда степень

поражения культур болезнями значительно превосходит среднестатистические показатели) годы могут достигать и 50 % [177].

В среднем ежегодно от вредителей озимой пшеницы гибнет около 15 % урожая. В отдельные годы эта цифра может быть значительно выше. Наиболее опасные вредители озимой пшеницы – это клоп вредная черепашка, пшеничный трипс, полосатая хлебная блошка, шведская муха. Наиболее вредоносные болезни озимой пшеницы: ржавчина, корневые гнили, пыльная головня, мучнистая роса [42, 101, 160, 176].

Большую роль в снижении потерь урожая играют пестициды. Практика мирового земледелия убедительно доказывает, что защита растений является важным фактором повышения урожайности. Так, в ряде стран Западной Европы в течение последних лет получают стабильные урожаи зерновых в пределах 60-80 ц/га, причем треть этого урожая обеспечивается за счет защиты растений. Однако известно, что использование отдельных, даже исключительно эффективных мероприятий по защите с/х культур, не может дать долговременного подавления вредных организмов. Этого можно достичь лишь при применении всех доступных профилактических и истребительных мероприятий [123].

Между тем, многие сельскохозяйственные производители сегодня не располагают всем необходимым для ликвидации угрозы серьезных недоборов урожаев. Снизилась культура земледелия, появилось много брошенных земель, уменьшились объемы применения химических и биологических средств. А причиной всему этому прежде всего является нехватка средств. Защитные мероприятия очень дороги. Еще дороже современные машины для применения пестицидов. Но есть путь, который позволяет достигать нужных целей, не прибегая к наращиванию затрат. Его реальность давно доказана учеными, подтверждена опытом. Это интегрированные системы защиты растений. Они предусматривают отказ от тотального истребления вредных организмов и поэтапный переход к созданию ста-

бильных фитосанитарных отношений агро-экосистем, в которых будет действовать механизм саморегуляции и управления численностью вредных организмов. Вместо массовых химических обработок – выборочные, на основе предварительных обследований и установления явной необходимости применения спецсредств. Рациональное использование химических, биологических и других методов защиты растений при этом позволят не только отвести прямую угрозу, но и создать условия для деятельности полезных природных организмов [123, 125, 158].

В настоящее время для производственного применения широко используют интегрированную защиту посевов от сорных растений. Таким образом, уничтожение сорной растительности является одним из важнейших резервов рационального использования земли в земледелии, повышения потенциальной урожайности и качества озимой пшеницы [123, 158, 171, 187].

Разработанная учеными интегрированная защита практически всех важнейших культур базируется на следующих основных элементах: высокая агротехника, обеспечивающая получение хорошо развитых растений; выращивание сортов, устойчивых к вредителям и болезням; сохранение и активизация деятельности природных энтомофагов. Проведение истребительных мероприятий (биологических и химических) предполагается только с учетом оценки фитосанитарного состояния посевов, прогноза развития вредных организмов и экономических порогов вредоносности.

К сожалению, внимание к интегрированным системам со стороны как науки, так и государственной службы защиты растений, проявлявшееся в конце прошлого века, сейчас ослабло. И это серьезная ошибка, исправлять которую необходимо в первую очередь. Сегодня проблемы защиты растений должны рассматриваться в общем контексте с теми процессами и тенденциями, которые наблюдаются в сельском хозяйстве. При всех многочисленных трудностях наметились перемены в лучшую сторону. Это

связано, в частности, с государственной политикой поддержки сельхозтоваропроизводителей в виде выделения субсидий и дотаций на пестициды, удобрения и семена, поставок машин по лизингу, компенсаций затрат на борьбу с наиболее опасными вредителями и болезнями.

Использование гербицидов и пестицидов эффективно лишь в то время, когда вредные организмы по численности и развитию превышают экономический порог вредоносности. Комплекс средств химизации в оптимальных дозах не влияет негативно на химический состав зерна, не вызывает накопления нитратов, нитритов, нитрозааминов, тяжелых металлов и др. Решающее значение для безопасности использования имеет совершенствование препаративных форм пестицидов. До недавнего времени пестициды выпускались в основном в виде смачивающихся порошков, концентратов, эмульсий и гранул. В последнее время разработаны новые препаративные формы: текучая суспензия, сухая текучая суспензия или вододиспергируемые гранулы, микрокапсулы, микрогранулы и многие другие, более безопасные для окружающей среды и обслуживающего персонала, обладающие более улучшенными физико-химическими и товарными качествами [3, 13, 42, 116, 198].

Применение специальных соединений является одним из новых направлений нейтрализации токсичного действия пестицидов и, в особенности, гербицидов.

Интегрированная защита включает в себя комплекс мероприятий, состоящих из агротехнических, биологических, карантинных, селекционно-семеноводческих, механических, физических и химических способов борьбы с вредными объектами.

Обязательным элементом технологии возделывания озимых является интегрированная защита посевов от сорняков, болезней и вредителей. Сорняки снижают урожайность и качество зерна озимых, усложняют уход за посевами и уборку урожая.

По исследованиям Фетюхина И.В. Баранова А.А. (2019), было установлено, что для эффективной защиты посевов озимой пшеницы против малолетних и многолетних видов сорных растений, в том числе специализированных для культуры, рекомендуется внедрение интегрированной защиты растений, предусматривающей сочетание предупредительных, фитоценологических, механических и химических мер [198].

Применение интегрированных мер борьбы с сорняками обеспечит повышение уровня рентабельности возделывания озимой пшеницы на 15-20 % [39].

Существенную роль в формировании урожая сельскохозяйственной культуры играют сорные растения. Вредоносность сорных растений содержится в их значительной семенной продуктивности, лучшей приспособленности к неблагоприятным условиям окружающей среды, что определяет высокую конкурентоспособность сорных растений в борьбе за факторы роста и развития. Вред, наносимый сорными растениями, не сводится только к конкуренции за воду и питательные вещества, сорняки влияют на распространение болезней и вредителей на культурных растениях, что в свою очередь отрицательно сказывается на качестве урожая культуры, приводит к увеличению себестоимости выращиваемой культуры [43, 76, 78, 177, 136]

Основным резервом увеличения урожайности озимой пшеницы является борьба с сорной растительностью. Известно, что при интенсивной засоренности посевов урожайность возделываемой культуры уменьшается на 25-30%. Вследствие конкуренции культурных растений с сорняками за воду, свет и питательные вещества происходит снижение количества и качества зерна [20, 78].

При правильном расположении культур в севообороте эффективно используются морфологические и биологические особенности растений,

почвенное плодородие, а также трудовые и энергетические ресурсы регионов.

Одним из наиболее важных факторов, способных дестабилизировать валовой сбор зерна, снизить урожайность культуры, является фитосанитарная обстановка на полях. В годы, благоприятные для развития вредных организмов, может быть полностью уничтожен урожай зерна.

Под сорной растительностью понимают растения, не возделываемые человеком, но засоряющие сельскохозяйственные угодья, питомники и лесные культуры. Согласно ГОСТ 16265 – 89, сорные растения – это дико-растущие растения, обитающие на сельскохозяйственных угодьях и снижающие величину и качество продукции возделываемых культур [20, 177].

Сорные растения наносят сельскому хозяйству значительный материальный ущерб. Потери урожая сельскохозяйственных культур в мире при средней засорённости посевов сорняками составляют для зерновых колосовых, зернобобовых, подсолнечника – 15-20 %, сахарной свеклы – 22,4 %, кукурузы, сорго, сои – 25-30 %, овощных культур и многолетних трав – 35-40 % и более.

Доказано, что наиболее эффективно сдерживает массовое размножение отдельных видов вредных организмов разнообразие агробиофитоценоза т.е. соблюдение севооборотов и нужный выбор агротехнических приемов. Логичнее и целесообразнее создавать предупредительные условия, ограничивающие развитие вредных видов и естественно регулирующие их численность или распространение. Это позволит существовать открытой системе, рассчитанной на экологичную технологию.

Г.Н. Черкасовым с соавт. установлено, что севооборот сужает видовой состав сорняков. Значительное влияние на засоренность посевов оказывает вид севооборота. В среднем за годы исследований наибольшая численность сорняков была отмечена авторами в зернопропашном севообороте, наименьшая – в зернотравяном [208, 209].

Таким образом, ежегодное чередование культур в севообороте является одним из способов профилактики полей от засоренности. Вид культуры является незначительным показателем при переходе от бессменного возделывания для снижения засоренности и увеличения урожайности. Значительное совпадение экологических требований сорных растений с требованиями культурных растений в факторах жизни способствует их благоприятному развитию в агроценозах.

В опытах ВНИИЗиЗПЭ Черкасова Г.Н., Дудкина И.В. (2010) введение в трех полях пятипольного зернопропашного севооборота пожнивных культур (горохоовсяная смесь) снижало как количество, так в большинстве случаев и массу сорняков. Такой эффект промежуточных культур сильнее проявлялся в отношении многолетних сорных растений, чем в отношении малолетних [207].

Возделываемые культуры имеют разную биологическую способность противостоять сорным растениям. Сильнее засоряются и подавляются сорняками культуры с медленным ростом в первый период после посева, а также с менее развитой надземной частью и слабыми корнями.

Обработка почвы – важнейшее средство регулирования агрофизических условий, почвенных режимов, интенсивности биологических процессов, а также фитосанитарного состояния почвы [49, 117, 119]. Способы обработки почвы в системах земледелия существенно влияют на вид и численность сорных растений, а также на их вредоносность [76]. Обработке почвы принадлежит ведущая роль в регулировании численности сорных растений и предупреждении их распространения в агроценозах.

Ряд авторов установили зависимость эффективности различных приёмов основной обработки почвы в борьбе с сорными растениями от погодных условий. В сухие и умеренно засушливые годы менее засорены были посевы культур в севообороте на беспашотных обработках, а во влажные, наоборот – на вспашке. Это явление многие авторы объясняют

разным распределением семян сорняков в пахотном слое и способностью их прорасти в основном близко от поверхности почвы. При беспашотных обработках семян сорняков больше в поверхностном слое, они интенсивно прорастают при выпадении даже небольших дождей и, таким образом, в большей степени засоряют посеы, чем при вспашке. В сухие годы без дождей поверхностный слой почвы быстро высыхает, семена, расположенные в нём, не прорастают. А на вспашке они прорастают с более глубоких слоёв, так как там есть доступная влага, тем самым увеличивая засорённость посевов.

Выбирая гербициды, необходимо учитывать токсичность и период их активности в почве. Например, атразин среднетоксичен, период его активности около года и более. Раундап среднетоксичен, неактивен в почве или на её поверхности, период его распада составляет всего 2-3 недели. Применение экологически приемлемых гербицидов на сегодня является необходимостью, так как механические обработки в ряде случаев могут наносить почве гораздо больший экологический ущерб в результате усиления эрозийных процессов [21, 74].

Спиридонов Ю.Я. с соавторами рассчитал, что долевой вклад каждого из защитных приемов в общую суммарную хозяйственную эффективность составляет для протравителя 17 %, для гербицида – 38 %, для инсектицидов – 20 % и для фунгицидов – 25 % сохраненного урожая. Максимальный хозяйственный эффект от использования средств защиты пропорционален уровню урожайности озимой пшеницы – чем она выше, тем больше защищенная урожайность от применения пестицидов. При этом сохранённый урожай формируется благодаря большей продуктивной кустистости, увеличению длины колоса, числа колосков и зерен в колосе и, особенно, повышению массы 1000 зерен, которая на 15-17 % больше, чем в контроле [3].

При использовании гербицидов и фунгицидов, а также инсектицидов и регуляторов роста количество продуктивных стеблей возрастало до 440-488 шт./м². Применяемые средства защиты растений способствовали повышению величины этого показателя в среднем на 9 %. Рост урожайности озимой пшеницы обеспечивало комплексное применение удобрений и средств защиты растений.

Применение гербицидов и фунгицидов обеспечивало увеличение урожайности зерна озимой пшеницы в среднем по фонам обработки почвы и удобрениям на 0,55 т/га, а добавление к ним инсектицидов и регуляторов роста – на 0,76 т/га, или соответственно на 13,0 и 18,0 % по отношению к первому уровню защиты растений, в котором использовали только протравливание семян [3, 66, 74].

В исследованиях Ефимова А.А. использование фунгицидов на фоне гербицидных обработок способствовало некоторому увеличению высоты растений, массы зерен в колосе и урожайности культуры, но число зерен в колосе не увеличивалось. Прибавка урожайности за счет фунгицидов составляла 9,5 ц/га, а за счет гербицидов, примененных на фоне фунгицидов, – 3,9 ц/га. Содержание клейковины на вариантах с использованием фунгицидов с гербицидами не отличалось, где использовались только гербициды, и составляло 28-29 % [66].

Сочетание инсектицида с фунгицидами увеличивало их биологическую эффективность через 20 дней на 7,7-9,5 %. При этом использование инсектицида увеличивало урожайность культуры и несколько улучшало некоторые показатели качества зерна. Комплексное использование средств защиты озимой пшеницы способствовало увеличению количества продуктивных стеблей, увеличилась высота растений, число и масса зерен в колосе, а также масса 1000 зерен и биологическая урожайность культуры, которая составила 54,9 ц/га.

Применение пестицидов является наиболее эффективным средством борьбы с болезнями, вредителями и сорняками при выращивании сельскохозяйственных культур. Однако обработка посевов пестицидами не только подавляет сорную растительность, болезни и вредителей, но может приводить к угнетению культурных растений и негативно влиять на экологическую ситуацию [66].

Для этого в большом объеме используются химические средства, хотя известны отрицательные последствия их применения (загрязнение пестицидами почв, воды, сельскохозяйственной продукции, снижение численности естественных врагов вредителей и т.д.) Ученые ведут интенсивный поиск путей уменьшения отрицательного воздействия химических препаратов на сельскохозяйственные культуры, в частности разрабатывают интегрированные системы защиты растений, которые представляют собой рациональное сочетание всех методов борьбы с вредителями, болезнями и сорняками [74, 160, 171].

Таким образом, интегрированная система защиты растений, которая опирается на организационно-хозяйственные и агротехнические меры с применением по необходимости химических средств защиты растений является более эффективной. Исследователи указывают на различную биологическую и экономическую эффективность применяемых фунгицидов и их влияние на качество зерна. Однако обзор литературы показывает, что рациональное использование фунгицидов при правильном использовании может не только обеспечить реализацию потенциальной продуктивности высокоурожайных сортов озимой пшеницы, но и обеспечить стабильность получения высококачественного зерна, что требует изучения в конкретных почвенно-климатических условиях.

Глава 2. Почвенно-климатические условия и методика проведения исследований

2.1. Почвенный покров опытного участка и его агрохимические характеристики

Для успешного осуществления системы агротехнологических мероприятий и дальнейшей разработки научных проблем в области земледелия совершенно необходимо знание климатических, погодных, а также почвенных условий изучаемой зоны, области и района.

Ульяновская область находится на востоке Восточно-Европейской равнины. По своей площади (37, 18 тыс. км²) она находится на 37 месте среди 49 областей Российской Федерации. Область делится на холмистое Предволжье (3/4 территории), расположенное на Приволжской возвышенности, и равнинное Заволжье (1/4 территории), лежащее на древних террасах долины Волги [14, 143].

Опытное поле ФГБОУ ВО Ульяновского ГАУ расположено в двадцати километрах от г. Ульяновска. Территория относится к западному левобережному Приволжскому агропочвенному району, размещенному на надпойменной террасе р. Волги. Основными почвообразующими породами являются древнеаллювиальные отложения в виде разнообразных песчано-суглинистых и песчано-глинистых осадков. На поверхности эти осадки представлены суглинками, что и обуславливает суглинистый характер почвенного покрова.

Основная территория опытного поля представлена черноземом выщелоченным среднemosным среднегумусным тяжелосуглинистым по механическому составу и лишь около 2 % всей территории занимает осолодевающий чернозем, который приурочен к блюдцеобразным понижениям, и болотная оподзоленная почва.

Характерной особенностью почвенного покрова опытного поля является неоднородное чередование вариантов выщелоченного чернозема по

мощности гумусного горизонта и глубине вскипания от 10 % соляной кислоты. На расстоянии нескольких десятков метров можно обнаружить среднемоштные черноземы с глубиной вскипания от 33 до 120 см.

Содержание гумуса в верхнем горизонте колеблется от 5 до 7 %, а в конце первого метра – 0,80-0,92 %, мощность гумусовых горизонтов от 50 до 75 см. Линия вскипания от 10 % соляной кислоты проходит по нижней границе горизонта В₂ – с 58 см по ломаной линии:

А_п 0-22 см – пахотный. Пылеватый комковатый, густо пронизан корнями растений, переход постепенный, средний суглинок. Переход резкий по плотности.

А₁ 22-30 см – перегнойный. Темно-серый, зернисто-комковатый, однороден по окраске, переход постепенный, средний суглинок.

В₁ 30-46 см – переходный. Черный с буроватым оттенком, зернисто-комковатый, увлажнен, переход постепенный, средний суглинок.

В₂ 46-58 см – желтоватый, бесструктурный, рыхлый, переход постепенный, легкий суглинок.

В₃ 58-102 см – карбонатный, темно-бурый, бесструктурный, рыхлый, переход постепенный, легкий суглинок.

С 102-151 см – желтый, бесструктурный, рыхлый, влажный, переход постепенный, легкий суглинок, гумусовые языки и потеки до 115 см.

По содержанию гумуса почва опытного участка относится к малогумусным от 5,35 до 5,15 %. Реакция среды в пахотном слое почвы слабокислая, рН 6,2-6,4. Содержание подвижного фосфора и обменного калия высокое, соответственно, 300-350 и 200-250 мг/кг почвы. Степень насыщенности почвы основаниями составляет 96,4-97,9 %, сумма поглощенных оснований 25,5-27,8 мг-экв./100 г почвы. В отношении запасов основных элементов питания растений необходимо также отметить, что несмотря на большое содержание азота, фосфора и калия в корнеобитаемом слое, в пахотном слое их содержание составляет от 15 до 30 % от общего запаса [70].

Механический анализ показывает, что изучаемая почва относится к тяжелосуглинистым иловато-крупнопылеватым разновидностям в поверхностном горизонте и среднесуглинистым – в нижних горизонтах. Типичные для опытного поля черноземы имеют относительно благоприятные водно-физические свойства и структурный состав, слабокислую реакцию, среднее содержание подвижного фосфора и обменного калия.

2.2. Метеорологические наблюдения в годы исследований

Общие климатические условия области характеризуются довольно заметными амплитудами климатологических элементов в отдельные периоды. В силу географического положения региона и особенностей атмосферной циркуляции воздушных масс в атмосфере четко выражен сезонный ход температур. Умеренно-континентальный климат характеризуется теплым летом и умеренно холодной зимой. Область расположена на границе двух областей по степени суровости зимы: юго-запад Европейской равнины (область мягких зим с температурой от $+ 5^{\circ}\text{C}$ до $- 10^{\circ}\text{C}$) и северо-восток (область холодных зим с температурой от $- 10^{\circ}\text{C}$ до $- 25^{\circ}\text{C}$), что, естественно, отражается на непостоянстве характера зим в разные годы.

Средняя многолетняя температура самого холодного месяца (январь) колеблется от $- 12,5^{\circ}\text{C}$ (Сенгилеевский район) до $- 14^{\circ}\text{C}$ (Новомалыклинский и Старомайнский районы). Абсолютный минимум температуры января $- 48^{\circ}\text{C}$ (Сурское, Ульяновск, Канадей). Самым теплым месяцем является июль со среднемесячными температурами от $+ 18,6^{\circ}\text{C}$ (Майна) до $+ 20,4^{\circ}\text{C}$ (Сенгилей). Абсолютный максимум температуры $+ 41^{\circ}\text{C}$ (Новоспасское, Канадей). Таким образом, средняя годовая амплитуда температуры равна $38-34^{\circ}\text{C}$ при средней годовой температуре от $+ 3,1^{\circ}\text{C}$ (Б. Нагаткино, Солд. Ташла) до $+ 4,0^{\circ}\text{C}$.

Начало зимнего сезона характеризуется установлением устойчивого снежного покрова, который образуется в конце второй или начале третьей

декады ноября (17-26 ноября), а иногда и раньше с 11-30 октября. Удерживается снежный покров до первой половины апреля. Высота снежного покрова вначале небольшая (4-5 см), затем к середине января достигает 20-30 см и максимальная величина (40 см) – во второй декаде марта.

Глубина промерзания почв в среднем составляет 72-94 см. Максимальная глубина промерзания наблюдается в первой декаде марта и достигает 125 см. В отдельные годы почва промерзает на глубину лишь 10-15 см. Такая вариабельность обусловлена термическими условиями, высотой снежного покрова, гранулометрическим составом, влажностью почвы. Снежный покров полностью сходит к 8 апреля, в течение иногда 3-9 дней (правобережье), оставаясь лишь пятнами в лесах и понижениях оврагов и балок. Продолжительность снеготаяния в среднем составляет 19-23 дня

По обеспечению атмосферными осадками Ульяновская область относится к зоне с недостаточным увлажнением, хотя недостаток влаги не является значительным. Характерной особенностью следует считать перебои в выпадении осадков весной и в первую половину лета. Весенние засухи наносят значительный ущерб возделыванию сельскохозяйственных культур. Сезонность распределения основных метеоэлементов на территории области создает и общую сезонность явлений природы [14].

К неблагоприятным элементам климата относятся суховеи, ветры юго-восточных направлений. Весенние суховеи опасны, главным образом тем, что вызывают резкое падение весенних запасов влаги в почве вследствие избыточного расхода на испарение. По области очень интенсивных суховеев не наблюдается, кроме Заволжья, где они повторяются один раз в 10 лет. Слабые суховеи повторяются чаще и увеличиваются с северо-запада на юго-восток и восток области.

Средняя многолетняя сумма осадков в области составляет 440 мм. Распределяются они по территории области неравномерно. Годовые суммы осадков в общем уменьшаются с юго-востока на северо-запад. Однако

на территории Заволжья осадков выпадает на 20-25 % меньше, чем на остальной части области. За летний период выпадает около 170 мм осадков преимущественно в виде интенсивных кратковременных ливней, вследствие чего почва не успевает поглотить влагу, и большая ее часть теряется с поверхностным и внутрипочвенным стоком.

За холодный период (ноябрь-март) на территории области выпадает от 90 до 100 мм осадков. Самый влажный месяц – декабрь, абсолютная влажность воздуха зимой всего 2-3 мб., а относительная влажность, наоборот, высокая – 80-85 %.

Многолетние данные по сумме выпавших осадков и величине испарения показывают, что в пределах территории Ульяновской области преобладает непромывной тип водного режима, а в ряде случаев (в период весеннего снеготаяния в пониженных элементах рельефа) – периодически промывной, благоприятствующий развитию дернового процесса почвообразования.

Анализ климатических и агроклиматических показателей позволяет сделать вывод о некоторой неоднородности климата Ульяновской области. Различия между левобережным и правобережным районами обусловлены, в основном, особенностями рельефа.

Рост и развитие сельскохозяйственных культур в немалой степени определяется погодными условиями, которые складываются во время вегетации растений.

Для более полной характеристики закономерностей роста и развития сельскохозяйственных культур в зависимости от неизменяющихся условий за годы проведения опыта по отдельным периодам. Наблюдения за метеорологическими условиями за годы исследований (2018-2021 гг.) проводились на электронной метеостанции, размещенной в непосредственной близости от опытного поля.

Оценка динамики метеорологических условий за 2018-2021 гг. показала значительную вариабельность суммы осадков и температур, как за вегетационный период, так и в целом за годы (рис. 1, рис. 2).

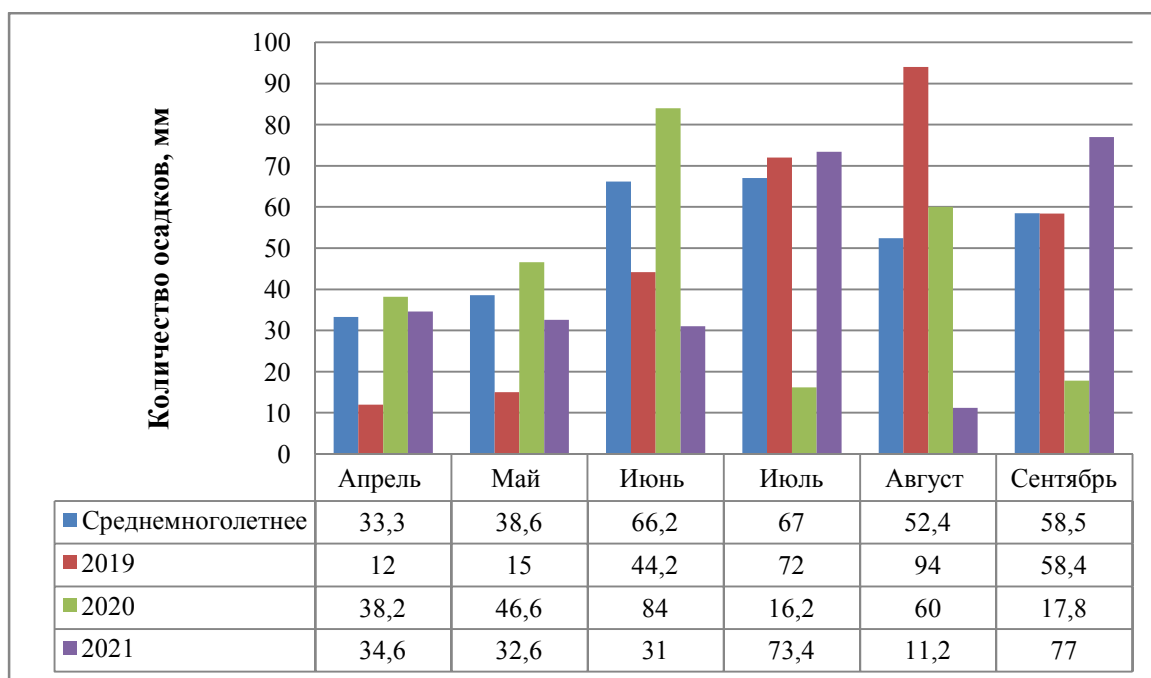


Рисунок 1 – Среднемесячное количество осадков в 2019-2021 гг., мм

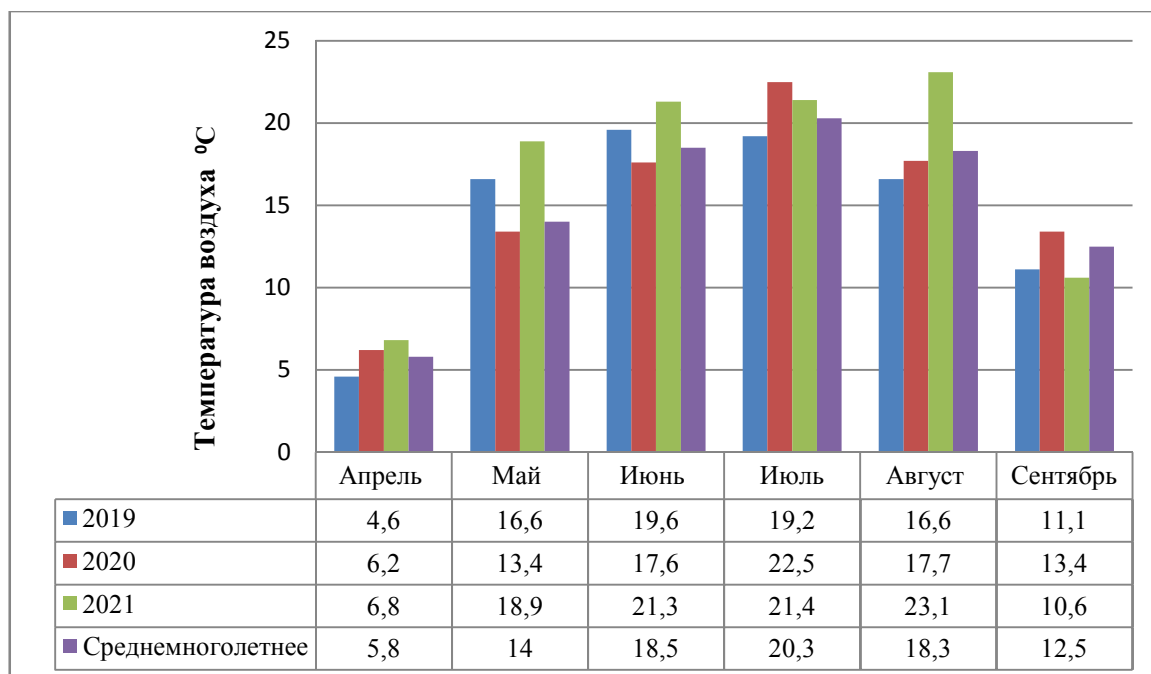


Рисунок 2 – Среднесуточная температура воздуха за 2019-2021 гг., °C

Вегетационный период 2018 года.

Количество осадков за май-июль составило всего 64 мм, а ГТК=0,39 ед., что характеризуется как сильная засуха, при этом засушливыми оказались летние месяцы, что отрицательно сказалось на формировании урожая масличных культур.

Осень 2018 года характеризовалась обильными осадками и высокой температурой воздуха, что благоприятно сказывалось на прорастании семян и получении всходов растений озимой пшеницы. За осенние месяцы выпало 114,7 мм осадков с температурой в сентябре – 14,4 °С, октябре - 6,0 °С и в ноябре -2,9 °С.

Перезимовка озимой пшеницы в 2018-2019 годах характеризовалась отсутствием большого снежного покрова и присутствием низких температур.

Вегетационный период 2019 года

Начальные фазы роста и развития озимой пшеницы сопровождалась неблагоприятными погодными условиями, практически отсутствовали атмосферные осадки в сопровождении высокой температурой воздуха. В дальнейшем климатические условия сменились обильным выпадением осадков, за май-июнь выпало 101 мм осадков, при ГТК = 0,60.

Погодные условия при севе озимой пшеницы в 2019 году характеризовались большим количеством выпавших осадков – 58,4 мм, при стандартной для этого времени температурой воздуха – 12,5 °С. Хорошее увлажнение почвы, а также достаточное количество тепла дали возможность получить хорошие всходы озимой пшеницы. Уход в зиму сопровождался небольшим количеством осадков и не высокой температурой воздуха. Условия температурного режима были благоприятными для закалки озимой пшеницы. Условия перезимовки озимой пшеницы в 2019-2020 гг. характеризовались благоприятными факторами: устойчивый снежный покров, отсутствие колебаний температур.

Вегетационный период 2020 года

Погодные условия весенне-летней вегетации по количеству осадков и тепла в период май-июль были благоприятными. Большое количество осадков, выпавших в начале периода хорошо, отразилось на росте и развитии растений озимой пшеницы. Как видно из графика, в мае выпало 46,6 мм, июне - 84 мм и в июле – 16,2 мм атмосферных осадков при ГТК = 0,88

В предпосевной и посевной периоды 2020 года складывались благоприятные условия погоды, как видно из графика, в августе-сентябре выпало 77,8 мм. Начало перезимовки характеризовалось отсутствием снежного покрова и низкими температурами, достигавшими в первой и второй декадах декабря до - 13,5 °С.

Вегетационный период 2021 года

Вегетационный период 2021 года озимой пшеницы сопровождался незначительными осадками и высокой температурой воздуха, что отрицательно сказалось на росте и развитии растений озимой пшеницы. В мае и июне количество осадков было в 2 раза меньше среднеголетних значений, также эти месяцы сопровождалась высокой температурой воздуха - 21,3 °С при среднеголетнем значении 18,5 °С (ГТК за май-июль = 0,73).

Таким образом, годы исследований были разными по погодным условиям, и полевые опыты были проведены в условиях недостаточной влагообеспеченности – 2018 год и слабой засухи – 2019 и 2021 годы, благоприятным по влагообеспеченности и температурному режиму – 2020 год.

Анализ метеорологических условий в годы исследований показывает резкую контрастность в годы проведения опытов с продолжительными почвенными и воздушными засухами в одни периоды и избыточным увлажнением – в другие, а также с оттепелями в зимний период.

2.3. Схема полевых опытов и их обоснование

Исследования по оценке эффективности приемов возделывания полевых культур проводились в многолетнем 3-х факторном стационарном

полевым опыте кафедры земледелия, растениеводства и селекции ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ (рис.3).

Изучались следующие виды севооборотов (Фактор А):

1) зернопаротравяной: **чистый пар – озимая пшеница** – горох – яровая пшеница – коострец + люцерна (выводное поле) – яровая пшеница;

2) зернотравяной: **лен масличный – озимая пшеница** – горох – яровая пшеница – коострец – коострец (выводное поле) – яровая пшеница;

3) зернотравяной: **горчица белая – озимая пшеница** – люпин – яровая пшеница – люцерна (выводное поле) – яровая пшеница;

4) зернотравяной: **рапс яровой – озимая пшеница** – нут – яровая пшеница – коострец + люцерна (выводное поле) – яровая пшеница.

Объектами наших исследований являлись посевы масличных культур и озимой пшеницы (1 и 2 поля севооборотов).

Севообороты различались по составу культур, чтобы выявить эффективность предшественников в формировании урожая и воспроизводстве почвенного плодородия в севооборотах.

В экспериментальных севооборотах основная обработка почвы проводилась по двум технологиям (Фактор В): 1 вариант – комбинированная в севообороте заключающаяся в проведении вспашки на 25-27 см 2 раза за ротацию 6-польных севооборотов, плоскорезная обработка, безотвальное рыхление и дискование на 10-12 см; 2 вариант – минимальная: 1 раз за ротацию севооборота вспашка (на 20-22 см), культивация на 12-14 см и дискование на 10-12 см.

Обработка почвы под чистый пар и парозанимающие культуры проводилась по следующим схемам: В₁ – дискование на 10-12 см + вспашка на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см.

Под озимую пшеницу почва подготавливалась по схеме: двукратное дискование на 8-10 и 10-12 см + культивация на 6-8 см (приложение 3).

При возделывании изучаемых культур были предусмотрены 2 уровня защиты растений (фактор С) (приложение 4).

Масличные культуры: 1) уровень нормальных агротехнологий (минимальная защита растений), который заключается в применении гербицида Лорнет 0,2 л/га (клопиралид 300 г/л); 2) уровень интенсивных агротехнологий (адаптивно–интегрированная защита растений): протравливание семян – биофунгицид БисолбиСан (*Bacillus subtilis*, штамм Ч – 13, 1 л/га); внесение гербицида Лорнет 0,2 л/га (клопиралид 300 г/л) + биофунгицид БисолбиСан 1 л/га (*Bacillus subtilis*, штамм Ч – 13,). По мере необходимости вносились инсектициды Фастак 0,1 л/га (альфа –циперметрин, 100 г/л), Би58 Новый 0,7 л/га (диметоат, 400 г/л) и фунгицид Оптимо 0,5 л/га (пираклостробин, 200 г/л).

Озимая пшеница: 1) уровень нормальных агротехнологий (минимальная защита растений), который заключается в применении гербицида Примадонна 0,6 л/га (2,4 – Д, 200 г/л + флорасулам 3,7 г/л) 0,2 л/га; 2) уровень интенсивных агротехнологий (адаптивно –интегрированная защита растений): протравливание семян – Иншур Перформ (пираклостробин 40 г/л + трипиконазол 80 г/л) + биофунгицид БисолбиСан 1 л/га (*Bacillus subtilis*, штамм Ч – 13,); внесение гербицида Примадонна 0,6 л/га (2,4 – Д, 200 г/л + флорасулам 3,7 г/л) + биофунгицид БисолбиСан 1 л/га (*Bacillus subtilis*, штамм Ч – 13). По мере необходимости вносились инсектициды Фастак 0,1 л/га (альфа – циперметрин, 100 г/л), Би 58 Новый 0,7 л/га (диметоат, 400 г/га) и фунгицид Рекс Плюс (пираклостробин, 0,5 л/га).

Возделываемые сорта изучаемых культур: лен масличный – Северный; горчица белая – Рапсодия; рапс яровой – Солар; озимая пшеница – Саратовская 17. Норма высева всхожих семян для озимой пшеницы – 5,5, льна масличного – 8,0 млн., горчицы белой – 2 млн., рапса ярового – 0,7 млн. всхожих семян на 1 га.



Рисунок 3 – Общий вид стационарного опыта кафедры земледелия, растениеводства и селекции Ульяновского ГАУ, 2020 год.

Севообороты развернуты в пространстве и во времени, поля расположены на 6 блоках (по количеству полей), размещены методом расщепленных делянок, повторность опыта 3-кратная, размер делянок – от 140 до 560 м² посевной площади. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднемощный среднесуглинистый по гранулометрическому составу. Дозы удобрений в опыте соответствуют региональным рекомендациям (табл. 1).

Таблица 1 – Дозы применяемых минеральных удобрений за годы исследований

Культура	Под предпосевную культивацию	При севе	Подкормка
Масличные (лен, горчица, рапс)	100 кг/га аммиачная селитра	100 кг/га диаммофоска 10:26:26	–
Озимая пшеница	–	100 кг/га диаммофоска 10:26:26	200 кг/га аммиачная селитра

2.4. Методика проведения наблюдений, учетов и анализов

Полевые опыты сопровождались лабораторно-полевыми наблюдениями, анализами и исследованиями:

1. Фенологические наблюдения проводились по фазам развития на делянках двух несмежных повторностей опыта в соответствии с методикой ГСУ. У озимой пшеницы отмечали следующие фенологические фазы: всходы, кущение, выход в трубку, колошение, цветение, молочная, восковая, полная спелость. У льна масличного: всходы, фаза елочки, бутонизации, цветение, созревание. У горчицы белой и рапса ярового: всходы, фаза розетки, стебелевание, бутонизации, цветение, созревание.

2. Густота стояния растений определяется путем подсчета растений в фазе всходов и перед уборкой в четырехкратном повторении в каждой делянке опыта. Подсчет проводится на пробных площадках $0,33 \text{ м}^2$ (рейка 111 см – два рядка) внутри делянки. На основании подсчета определялась полнота всходов как процент от числа высеянных лабораторно – всхожих семян и сохранность к уборке, процент от числа растений в фазе всходов.

3. Определение засорённости проводили количественно-весовым методом (основное сплошное обследование) весной перед внесением гербицидов и в фазу колошения. На каждой делянке накладывали рамку площадью $0,25 \text{ м}^2$ в четырёхкратной повторности, срезали все сорняки, делили по биогруппам, определяли массу и количество;

4. Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом. Пробы почвы отбирались почвенным буром через каждые 10 см на глубину до 1 метра в трехкратном повторении на 1-й и 3-й повторности опыта в начале и в конце парования, а также в начале и в конце вегетации сельскохозяйственных культур, запасы влаги, общий расход и коэффициент водопотребления расчетным путем [157].

5. Плотность почвы определяли осенью перед посевом и перед уборкой урожая по слоям 0-10, 10-20, 20-30 см в трехкратной повторности с

использованием цилиндра – бура для отбора образца почвы с ненарушенным сложением. Плотность почвы рассчитывалась по формуле: $Y = a/p$, а вес – абсолютно – сухой почвы, p – объем цилиндра 408 см^3 .

6. Определение массы пожнивных и корневых остатков после уборки культур проводили по методу Н.З. Станкова [179].

7. Оценка поражаемости озимой пшеницы корневыми гнилями и пораженность растений болезнями определяли согласно методическим указаниям по проведению производственных демонстрационных испытаний средств и методов защиты зерновых культур от болезней [115].

8. Учет урожая проводился комбайном «Террион – 2010» путем сплошного обмолота всей массы с учетной делянки с пересчетом на 100% чистоту и 14 влажность (ГОСТ 27548 – 97);

9. Анализ структуры урожая определялась методом разбора сноповых образцов по методике Госсортсети (1971);

10. Качественные показатели зерна (масса 1000 зерен по ГОСТ – 10842 – 76, натура зерна по ГОСТ ИСО – 7971 – 2 – 2007, содержание белка по ГОСТ–10846–9, содержание клейковины по ГОСТ – 10846 – 74, ИДК на приборе для определения качества клейковины ИДК – 1);

11. Математическая обработка урожайных данных проводилась методом дисперсионного и корреляционного анализов [64].

12. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы рассчитывалась на основе производственных затрат по технологическим картам,

13. Энергетическая оценка эффективности проводилась по методике Е.И. Базарова и др. [19] и В.М. Володина [114].

Глава 3. Плодородие почвы и фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы в звене севооборота

3.1 Плотность почвы

Каждая сельскохозяйственная культура имеет свои требования к плотности почвы, которые изменяются в течение всего вегетационного периода. Важной задачей технологических приемов является придание почве оптимальной плотности, которая является величиной переменной и претерпевает изменения в процессе окультуривания почв. На нее оказывают влияние такие агротехнические приемы, как предшественник, способ обработки почвы, гранулометрический состав, применение удобрений и т.д. После глубокого рыхления, как правило, плотность почвы сильно снижается. Однако в дальнейшем, подвергаясь влиянию выпадающих осадков, силе тяжести почвенных частиц, под воздействием почвообрабатывающих машин и орудий, она увеличивается и достигает определенной постоянной величины. Если величина этого показателя выше оптимальной для культуры, посев которой планируется, то почву необходимо рыхлить, если ниже – уплотнять [39, 59, 102, 149].

Доказано, что чрезмерная рыхлость почвы с объемной массой менее $1,1 \text{ г/см}^3$ также неблагоприятно влияет на формирование корней, так как при следующем уплотнении возможен их обрыв. На таких почвах много теряется воды и верхний слой пересыхает, что особенно нежелательно для засушливых районов. Установлено, что среди озимых культур озимая пшеница – одна из самых требовательных к почвенным условиям выращивания. Однако при соответствующей технологии и на таких почвах можно выращивать до 40 ц/га и больше зерна пшеницы [25, 39, 59, 102, 149].

Значение плотности почвы в земледелии многообразно, но особенно велико оно в регулировании водного режима. Водопропускная способность почвы, а на землях с достаточным коллоидным комплексом и водо-

поглощительная способность, прежде всего, зависят от состояния рыхлости – плотности почвы [59, 149].

С плотностью почвы непосредственно связаны ее воздушный и тепловой режимы, а также условия жизни почвенной микрофлоры и, как следствие, накопление в доступной форме элементов питания. От физического состояния почвы зависит продуктивность сельскохозяйственных культур. Небольшое изменение в физических свойствах ведет к снижению поставки питательных веществ [25, 59, 149].

Плотность почвы во многом зависит от севооборота и места культуры в нем [25, 59, 149].

По данным Г.И. Казакова (2008) у черноземов с ярко выраженной макроструктурой равновесная плотность в пахотном слое не превышает более $1,0 - 1,3 \text{ г/см}^3$. Сероземы и многие подзолистые, солонцеватые, каштановые почвы самоуплотняются до $1,3-1,6 \text{ г/см}^3$. В процессе многолетних исследований в Среднем Заволжье Г.И. Казаков пришел к выводу, что равновесная объемная масса одной и той же почвы зависит от времени года и вида сельскохозяйственных культур. При этом связь культурных растений с плотностью почвы различна [81].

Г.И. Казаков (2008) установил, что у зерновых культур требования к плотности почвы изменяются в зависимости от влагообеспеченности. При хорошем снабжении растений водой негативное действие уплотнения значительно уменьшается [75, 81].

Обработка почвы является главным фактором обеспечения оптимальной плотности почвы, а ее величина является диагностическим показателем необходимости механической обработки почвы, а также показателем качества и эффективности ее приемов [75].

Как показывают наши исследования, влияние предшественников на плотность сложения пахотного слоя почвы не оказывает существенного влияния. Так по чистому пару в среднем за годы исследований плотность

почвы в слое 0-30 перед посевом составила 1,16 г/см³, после льна масличного – 1,18 г/см³, горчицы белой – 1,20 г/см³ и после рапса ярового – 1,19 г/см³ (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние предшественников и обработки почвы на плотность сложения почвы под озимой пшеницей, г/см³ за 2019-2021 год.

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Слой почвы, см	Посев	Возобновление – вегетации	Уборка
Пар чистый А ₁	В ₁	0–10	1,11	1,21	1,28
		10–20	1,16	1,24	1,31
		20–30	1,22	1,29	1,34
		0–30	1,16	1,26	1,31
	В ₂	0–10	1,10	1,25	1,29
		10–20	1,17	1,27	1,32
		20–30	1,25	1,31	1,36
		0–30	1,17	1,29	1,31
Лен масличный А ₂	В ₁	0–10	1,13	1,26	1,29
		10–20	1,18	1,27	1,32
		20–30	1,24	1,31	1,36
		0–30	1,18	1,29	1,32
	В ₂	0–10	1,14	1,27	1,29
		10–20	1,20	1,28	1,33
		20–30	1,26	1,31	1,37
		0–30	1,18	1,30	1,33
Горчица белая А ₃	В ₁	0–10	1,12	1,28	1,31
		10–20	1,19	1,27	1,32
		20–30	1,26	1,31	1,34
		0–30	1,19	1,29	1,31
	В ₂	0–10	1,17	1,27	1,30
		10–20	1,20	1,29	1,33
		20–30	1,23	1,32	1,36
		0–30	1,20	1,31	1,33
Рапс яровой А ₄	В ₁	0–10	1,18	1,27	1,29
		10–20	1,18	1,27	1,30
		20–30	1,20	1,31	1,35
		0–30	1,18	1,29	1,31
	В ₂	0–10	1,17	1,27	1,31
		10–20	1,19	1,28	1,33
		20–30	1,22	1,32	1,36
		0–30	1,19	1,29	1,31

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

В фазу возобновления вегетации произошло уплотнение почвы по всем предшественникам. Данный показатель составил 1,26-1,29 г/см³ по чистому пару, 1,29-1,30 г/см³ – по льну масличному, 1,29-1,31 г/см³ – горчице белой и 1,29 г/см³ – по рапсу яровому.

Исходя из этого, можно отметить, что за годы исследований плотность сложения пахотного слоя почвы практически не изменялась по предшественникам. Незначительное уплотняющее воздействие на сложение пахотного слоя оказывала минимальная обработка почвы, однако, плотность сложения не выходила за границы равновесной плотности, что в свою очередь говорит об отсутствии необходимости интенсивной (глубокой) обработки почвы и возможности минимализации основной обработки почвы под озимую пшеницу в условиях черноземных почв лесостепной зоны Поволжья.

3.2. Динамика содержания продуктивной влаги и водопотребление сельскохозяйственных культур

В условиях лесостепи Поволжья почвенная влага находится в минимуме и определяет урожайность сельскохозяйственных культур. В связи с этим изучению изменения запасов влаги почвы в зависимости от изучаемых агротехнических мероприятий следует уделять первостепенное внимание [25, 74, 197].

Вода в почве является одним из важнейших факторов эффективного плодородия почвы. Значение этого фактора существенно возрастает в связи с повышением требовательности культур к влаге [74, 197].

Запасы продуктивной влаги в почве могут рассматриваться в качестве критерия влагообеспеченности возделываемой в сельском хозяйстве культуры [37, 197].

Крайне низкие запасы влаги в почве являются одной из причин снижения урожайности и качества зерна озимой пшеницы. Так, сухая осень

часто приводит к запаздыванию с посевом озимой пшеницы, что способствует плохому закаливанию и гибели растения [16, 155, 184].

По сравнению с другими элементами плодородия почвы водный режим ее наиболее динамичен. Здесь прослеживается четкая зависимость между комплексом условий, факторов, количеством осадков и урожайностью выращиваемых культур. Необходимо наличие и оптимальное соотношение культур в севооборотах, различающихся по водному режиму. Несоблюдение этого правила даже в районах достаточного увлажнения в отдельные годы ставит режим влажности почвы в разряд минимума, то есть влага является лимитирующим фактором получения высоких урожаев.

Ввиду глубокого залегания грунтовых вод, а конденсационные процессы не имеют практического значения в накоплении воды, основным источником насыщения почвы влагой являются атмосферные осадки. Основной запас влаги в почве обеспечиваются в осенне-зимний период. Летние осадки, иной раз в большом количестве, в большей своей массе не доходят до корневой системы растений, испаряясь с поверхности почвы.

В ряде опытов установлено, что в Среднем Поволжье положительный эффект глубокой обработки в увеличении запасов почвенной влаги в весенний период проявляется в годы с хорошим увлажнением в осенне-зимние месяцы. В годы с количеством осадков на уровне среднееголетних значений и ниже во вневегетационный период глубина и способ основной обработки почвы не имеет значения. Более того, в засушливых районах на плакорно-равнинных агроландшафтах предпочтительнее безотвальная осенняя обработка почвы, которая обеспечивает максимальное сохранение стерни и других остатков, способствует большему накоплению и сохранению почвенной влаги [37, 75, 197].

Роль предшественников озимой пшеницы в условиях дефицита влажности лесостепной зоны Поволжья определяется запасами достаточного количества продуктивной влаги в почве к посеву озимой пшеницы,

чтобы сформировать продуктивные всходы и закалку растений в осенний период их жизни [75, 145].

Вегетирующие парозанимающие культуры для формирования урожая используют влагу как выпадающих осадков, так и из почвы. Содержание влаги в почве во многом определяется сроком уборки парозанимающей культуры: чем он раньше, тем продолжительнее период для накопления влаги в почве к посеву озимой пшеницы.

В плане выбора предшественников для озимой пшеницы имеет значение содержание продуктивной влаги в почве после предшествующей культуры, так как получение всходов и формирование урожая имеют тесную связь с содержанием воды в почве и физиологическим водопотреблением посевов. Значимость предшественников озимых культур в условиях частого дефицита влажности лесостепного Поволжья определяется наличием достаточного количества доступной воды в почве к периоду их посева для получения дружных и полноценных всходов и нормального развития в осенний период жизни растений [16].

Наши исследования показали, что изучаемые предшественники озимой пшеницы формировали различный режим влажности почвы. Например, в чистых парах в среднем за 3 года исследований отмечалось сохранение продуктивной влаги и лишь в верхних слоях почвы (0-20 см) отмечалось накопление продуктивной влаги за счет выпавших осадков (табл. 3). При возделывании непаровых предшественников отмечался расход продуктивной влаги на формирование урожая и непродуктивное испарение, а сохранившиеся запасы влаги определялись продуктивностью непаровых культур и продолжительностью вегетации. За годы исследований общая продолжительность вегетационного периода масличных культур от посева до созревания имела вариабельность и у льна масличного изменялась от 97 до 106 суток, горчицы белой – от 87 до 99 суток, рапса ярового – от 97 до 103 суток. Период от уборки до посева озимой пшеницы по льну

масличному составил 12-20 дней, горчице белой – 20-30 дней, по рапсу яровому – 14-20 дней.

Таблица 3 – Содержание продуктивной влаги в почве чистого пара и непаровых предшественников, мм (2018-2020 гг.)

Культура Фактор А	Обработка почвы Фак- тор В	Перед посевом культур		Перед уборкой	
		0–20	0–100	0–20	0–100
2018 год					
Пар чистый А ₁	В ₁	32	145	37	162
	В ₂	30	143	36	159
Лен масличный А ₂	В ₁	31	144	13	60
	В ₂	28	141	11	58
Горчица белая А ₃	В ₁	30	145	13	64
	В ₂	29	142	10	60
Рапс яровой А ₄	В ₁	30	145	12	62
	В ₂	28	142	10	59
2019 год					
Пар чистый А ₁	В ₁	26	133	35	123
	В ₂	25	130	33	120
Лен масличный А ₂	В ₁	25	132	24	87
	В ₂	24	130	22	82
Горчица белая А ₃	В ₁	25	126	25	86
	В ₂	24	122	23	84
Рапс яровой А ₄	В ₁	24	126	24	88
	В ₂	23	124	22	83
2020 год					
Пар чистый А ₁	В ₁	33	136	36	137
	В ₂	31	133	34	134
Лен масличный А ₂	В ₁	34	138	17	76
	В ₂	31	137	14	72
Горчица белая А ₃	В ₁	34	139	16	75
	В ₂	32	136	13	71
Рапс яровой А ₄	В ₁	33	138	14	69
	В ₂	31	136	12	64
Среднее за 2018–2020					
Пар чистый А ₁	В ₁	30	138	36	141
	В ₂	29	135	34	138
Лен масличный А ₂	В ₁	30	138	18	74
	В ₂	28	136	16	71
Горчица белая А ₃	В ₁	30	137	18	75
	В ₂	28	133	15	72
Рапс яровой А ₄	В ₁	29	136	17	73
	В ₂	27	134	15	68

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

В плане выбора предшественников для озимой пшеницы имеет значение содержание продуктивной влаги в почве после предшествующей культуры, так как получение всходов и формирование урожая имеют тесную связь с содержанием воды в почве и физиологическим водопотреблением посевов. За годы исследований установлено, что к севу озимой пшеницы наибольшее содержание доступной влаги в слое почвы 0-20 см, среди непаровых предшественников было отмечено после горчицы белой - 25-26 мм, тогда как после льна масличного и рапса ярового ее содержание составило 22-23 мм (табл. 4).

В среднем за годы исследований запасы продуктивной влаги после чистого пара перед посевом озимой пшеницы находились на уровне 140-147 мм, а после непаровых предшественников – от 102-104 мм по минимальной, до 105-109 мм по комбинированной обработке почвы. Среди непаровых предшественников оптимальным является горчица белая, ввиду уборки на 7-13 дней раньше по сравнению с льном масличным, яровым рапсом, период парования выше, что способствует накоплению продуктивной влаги в почве за счет выпадения осадков в августе.

Влияние основной обработки почвы на содержание доступной влаги в занятых парах показывает, что по всем предшественникам в слое 0-20 см некоторое преимущество было по комбинированной обработке почвы. По льну масличному, горчице белой, рапсу яровому содержание доступной влаги в слое 0-20 см было на 2 мм больше в сравнении с минимальной.

К моменту ухода растений озимой пшеницы в зиму содержание продуктивной влаги в почве увеличивалось за счет осадков и составило по чистому пару 172-176 мм, после льна масличного – 153-158 мм, горчицы белой – 153-156 мм и рапса ярового – 154-155 мм. Обработка почвы на накопление продуктивной влаги не оказывала существенного влияния.

Таблица 4 – Содержание продуктивной влаги в почве под посевами озимой пшеницы, мм (2018-2021 гг.)

Предшественник Фактор А	Обработка почвы	Перед посевом		Уход в зиму		Возобновление вег.		Перед уборкой	
		0-20	0-100	0-20	0-100	0-20	0-100	0-20	0-100
2018–2019 гг.									
Пар чистый	V ₁	35	140	38	178	46	184	14	60
	V ₂	38	136	36	174	46	186	13	59
Лен масличный	V ₁	23	109	37	170	45	175	13	59
	V ₂	21	106	34	166	44	174	13	57
Горчица белая	V ₁	26	110	37	169	45	175	13	59
	V ₂	26	105	34	163	44	174	13	57
Рапс яровой	V ₁	23	107	35	165	45	174	12	58
	V ₂	24	106	34	167	44	176	11	55
2019– 2020 гг.									
Пар чистый	V ₁	36	149	46	184	54	198	16	36
	V ₂	37	147	45	180	50	190	15	34
Лен масличный	V ₁	22	107	43	168	47	182	14	30
	V ₂	21	101	42	164	43	178	13	27
Горчица белая	V ₁	24	110	43	165	47	184	17	33
	V ₂	23	104	41	160	41	179	15	30
Рапс яровой	V ₁	22	102	42	167	46	183	13	24
	V ₂	20	101	40	162	40	178	12	21
2020–2021 гг.									
Пар чистый	V ₁	41	150	46	166	52	185	17	75
	V ₂	40	146	45	161	53	180	17	74
Лен масличный	V ₁	24	110	36	135	48	175	16	72
	V ₂	23	106	34	130	48	170	16	71
Горчица белая	V ₁	28	108	38	134	47	174	16	73
	V ₂	27	103	35	135	48	171	16	74
Рапс яровой	V ₁	23	105	32	132	48	173	16	70
	V ₂	22	100	34	133	47	171	16	72
В среднем за 2018–2021 гг.									
Пар чистый	V ₁	37	146	43	176	51	189	16	57
	V ₂	38	143	42	172	50	185	15	56
Лен масличный	V ₁	23	109	39	158	47	177	14	54
	V ₂	22	104	37	153	45	174	14	52
Горчица белая	V ₁	26	109	39	156	46	178	15	55
	V ₂	25	104	37	153	44	175	15	54
Рапс яровой	V ₁	23	105	36	155	46	177	14	51
	V ₂	22	102	36	154	44	175	13	49

Фактор В: V₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25–27 см; V₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

С фазы возобновление вегетации озимой пшеницы весной до колошения происходило нарастание биомассы растений, что влекло за собой увеличение потребления влаги посевами. За годы исследований к уборке озимой пшеницы содержание продуктивной влаги уменьшилось до 49-57 мм и существенно не различалось по изучаемым предшественникам. Суммарный расход продуктивной влаги из почвы за период возобновление вегетации до уборки озимой пшеницы составил 118-127 мм.

Суммарное водопотребление посевами озимой пшеницы, возделываемой после различных предшественников, составило в среднем 284-290 мм, при этом 42,0-43,8 % влаги было использовано из почвы и 56,2-57,4 % – за счет атмосферных осадков (приложение № 9, 10, 11, 12).

Для более объективной оценки расхода почвенной влаги на формирование урожая используется коэффициент водопотребления, который различался по изучаемым вариантам опыта (табл. 5).

Таблица 5 – Эвапотранспирация и коэффициент водопотребления озимой пшеницы после различных предшественников (в среднем за 2019-2021 гг.)

Показатели	Пар чистый	Лен масличный	Горчица белая	Рапс яровой
Урожай сухой надземной биомассы, т/га	9,29	6,79	7,27	6,97
Урожай зерна, т/га	5,16	3,77	4,04	3,87
Запасы продуктивной влаги перед возобновлением вегетации, мм	187	176	176	176
Осадки за период возобновление вегетации–уборка, мм	163	163	163	163
Запасы продуктивной влаги в слое почвы 1 м перед уборкой, мм	56	53	55	50
Общий расход продуктивной влаги, мм	290	286	284	289
Коэффициент водопотребления, м ³ /т*	$\frac{312}{562}$	$\frac{421}{759}$	$\frac{391}{703}$	$\frac{415}{747}$

Над чертой – затраты воды на формирование 1 тонны надземной массы м³;

Под чертой – затраты воды на формирование 1 тонны зерна м³;

По нашим расчетам в среднем за годы исследований на формирование 1 тонны урожая надземной биомассы озимой пшеницы затрачивалось по чистому пару 312 м³ воды, после масличных культур данный показатель возрос после льна масличного до 421 м³/т, горчицы белой – 391 м³/т и рапса ярового – 415 м³/т. На 1 тонну зерна по чистому пару затрачивалось 562 м³ воды, а после льна масличного, горчицы белой и рапса ярового – 759, 703 и 747 м³ соответственно.

3.3. Накопление биогенных ресурсов и режим органического вещества почвы в звеньях севооборотов

Органическое вещество почв, несмотря на двухвековую историю его изучения, до сих пор привлекает внимание исследователей в связи с его особой ролью в формировании гумусового горизонта, химических и физических свойств почвы и ее плодородия. В последние десятилетия значительно возрос интерес к органическому веществу как важнейшему резервуару углерода в связи с проблемой изменения климата [107, 109, 189].

Органическое вещество почвы является самым крупным источником питательных веществ для растений. Высокая продуктивность сельскохозяйственных угодий обеспечивается запасом разлагающихся растительных остатков, корней, корневых выделений и микробной биомассы [164].

Гумусу принадлежит многогранная роль в почве, от его содержания зависят водно-воздушные, физические, физико-химические, агрохимические, микробиологические и экологические свойства почвы [156]. Его содержание в почвах определяется условиями и характером почвообразовательного процесса. Количество гумуса в пахотном слое разных типов почв сильно колеблется от 1,2 до 12-15 % [156].

Научно обоснованное чередование культур в сочетании с оптимальными системами обработки почвы и адаптивно-интегрированной защитой растений при биологизации земледелия оказывает синергетическое управляющее воздействие на плодородие почвы, ее агрофизические, агрохими-

ческие и биологические свойства и, следовательно, на продукционный процесс растений.

В результате использования почвы как основного средства производства важно сохранить ее здоровье (*soil health*) – функциональной биологической категории, отражающей состояние динамики активного биотического компонента в органоминеральном комплексе, важную роль в здоровье почвы принадлежит балансу органического вещества [3].

Научной предпосылкой регулирования режима органического вещества почвы служит закон возврата, который является частным случаем фундаментального закона сохранения вещества и энергии. Для поддержания здоровья почвы следует обеспечивать регулирования режима органического вещества почвы.

Основным источником органического вещества почвы под естественными фитоценозами являются остатки растений, количество которых зависит от типа растительных формации в ландшафтах.

Таблица 6 – Связь массы пожнивно-корневых остатков (Y, т/га) и соломы (Y', т/га) полевых культур с урожаем основной продукции (X, т/га) из расчета на воздушно – сухое состояние

№ п/п	Культуры	Урожайность основной продукции, т/га	Пожнивно-корневые остатки		Солома	
			уравнения регрессии	г	уравнения регрессии	г
1	Озимая пшеница	1,71–5,20	$Y = 1,01x_1 - 2,01$	0,960	$Y = 1,52x_5 - 0,82$	0,840
2	Лен масличный	0,14–1,46	$Y = 1,02x_2 + 0,18$	0,800	$Y = 0,72x_6 + 0,16$	0,910
3	Горчица белая	0,73–1,68	$Y = 1,09x_3 - 0,19$	0,884	$Y = 0,84x_7 + 0,19$	0,849
4	Рапс яровой	0,77–1,70	$Y = 0,80x_4 + 0,20$	0,864	$Y = 1,04x_8 - 0,58$	0,921

Наши исследования показали, что масса растительных остатков полевых культур в достаточной степени определяется урожайностью основ-

ной продукции и может быть описана уравнениями регрессии, приведенными в таблице 6.

Обработка почвы оказывала влияние на ряд агрофизических, агробиологических, агрохимических и гидрологических свойств, тем самым создавая условия для формирования урожайности полевых культур. Продуктивность сельскохозяйственных культур возрастала по комбинированной обработке почвы по сравнению с минимальной.

Следует отметить, что в звеньях севооборотов приходная часть органического вещества почвы формировалась за счет пожнивно-корневых остатков полевых культур и их соломы, в звене севооборота чистый пар – озимая пшеница поступление биогенных ресурсов в почву происходило только за счет озимой пшеницы.

Как показывают наши исследования, по накоплению основной продукции преимущество остается в звеньях с занятыми парами, наибольшее количество продукции было получено в звене горчица белая – озимая пшеница – 2,7-3,2 т/га, в звеньях севооборотов лен масличный – озимая пшеница и рапс яровой – озимая пшеница накопление основной продукции составило 2,6-3,1 т/га. Наименьшее количество основной продукции в звене чистый пар – озимая пшеница – 2,4-2,7 т/га.

Накопление биогенных ресурсов плодородия почвы (солома и пожнивно-корневые остатки культур) в звеньях севооборотов имело свои особенности. В паровом звене в почвы поступало 4,76 - 5,44 т/га биомассы, при этом на долю соломы приходилось 68,3-69,3 % и на долю пожнивно-корневых остатков – 30,7-31,8 % от общей биомассы.

Таблица 7 – Накопление биомассы, отчуждение урожая и поступление органического вещества в почву в звеньях севооборотов, т/га за 2018-2021 гг. (сухое вещество)

Севооборот	Обработка почвы	Уровень защиты растений	Накопление				Отчуждение основной продукции	Поступление		
			Основной продукции	Соломы	ПКО	Всего		Солома	ПКО	Всего
Пар чистый – озимая пшеница	В ₁	С ₁	2,53	3,43	1,55	7,51	2,53	3,43	1,55	4,98
		С ₂	2,71	3,71	1,73	8,15	2,71	3,71	1,73	5,44
	В ₂	С ₁	2,44	3,30	1,46	7,20	2,44	3,30	1,46	4,76
		С ₂	2,64	3,60	1,66	7,90	2,64	3,60	1,66	5,26
Лён масличный – озимая пшеница	В ₁	С ₁	2,47	5,32	2,44	10,23	2,47	5,32	2,44	7,76
		С ₂	2,69	5,88	2,84	11,41	2,69	5,88	2,84	8,72
	В ₂	С ₁	2,28	4,94	2,15	9,37	2,28	4,94	2,15	7,09
		С ₂	2,51	5,53	2,57	10,61	2,51	5,53	2,57	8,1
Горчица белая – озимая пшеница	В ₁	С ₁	2,62	5,84	2,59	11,05	2,62	5,84	2,59	8,43
		С ₂	2,85	6,44	3,02	12,31	2,85	6,44	3,02	9,46
	В ₂	С ₁	2,39	5,37	2,22	9,98	2,39	5,37	2,22	7,59
		С ₂	2,60	5,98	2,64	11,22	2,60	5,98	2,64	8,62
Рапс яровой – озимая пшеница	В ₁	С ₁	2,59	5,36	2,46	10,41	2,59	5,36	2,46	7,82
		С ₂	2,84	5,99	2,89	11,72	2,84	5,99	2,89	8,88
	В ₂	С ₁	2,37	4,95	2,18	9,50	2,37	4,95	2,18	7,13
		С ₂	2,59	5,52	2,56	10,67	2,59	5,52	2,56	8,08

Фактов В: В₁ – комбинированная в севообороте; В₂ – минимальная;

Фактор С: С₁ – минимальная защита растений С₂ – адаптивно-интегрированная защита растений.

В звеньях севооборотов с непаровыми предшественниками поступление биогенных ресурсов плодородия почвы возросло до 7,08 - 8,72 т/га (горчица – озимая пшеница) до 7,59-9,46 т/га (рапс – озимая пшеница) со следующей структурой: солома 67,4 – 70,8 % и пожнивно-корневые остатки 29,2 – 32,5 %.

Экстенсивное сельскохозяйственное землепользование в современных условиях входит в число ведущих факторов деградации почвенного покрова России и представляет реальную угрозу продовольственной безопасности. В результате почти полного прекращения работ по сохранению и повышению плодородия земель во всех регионах России идет быстрое нарастание процессов деградации почв, резкое снижение их плодородия [4, 68, 170].

Органическая часть почвы состоит на 80-90 % из гумуса и неразложившихся остатков растений и животных. Содержание в почве гумуса, представляющего собой биогенное образование сложного химического состава, является важным показателем плодородия почвы.

Гуминовые вещества являются наиболее крупным резервуаром углерода и азота как в наземных экосистемах, так и в биосфере в целом. Устойчивость этих специфических соединений определяется строением и химическим составом, а также динамическим равновесием между разрушением и синтезом их структурных единиц [156].

Гумус оказывает на урожай сельскохозяйственных культур прямое и косвенное действие. Прямое влияние гумуса состоит в использовании растениями содержащегося в нем азота и других питательных веществ, освобождающихся при его минерализации, косвенное – в улучшении условий произрастания на более гумусированных почвах и в повышении коэффициента использования элементов питания удобрений [4, 108].

Неизбежным и в то же время необходимым процессом в земледелии является минерализация гумуса. Это распад органических остатков до конечных продуктов, потребляемых растениями. Однако эти потери долж-

ны восстанавливаться за счет гумификации оставшихся в почве растительных остатков, поэтому одна из главнейших задач в экологическом земледелии – бесперебойное внесение органики. В условиях биологизации земледелия актуальной проблемой остается накопления гумуса в почве.

Оценка и прогнозирование гумусного состояния почв сельскохозяйственного назначения – важная научная и практическая задача, от результатов решения которой зависят почвенное плодородие, эффективность удобрений, величина и качество урожая сельскохозяйственных культур. Вследствие явного дефицита органических удобрений проблема сохранения гумуса в почве за последние годы существенно обострилась. Как известно, на плохо гумусированных почвах без дополнительных мер, направленных на повышение их плодородия, невозможно получить хороший урожай возделываемых культур [170].

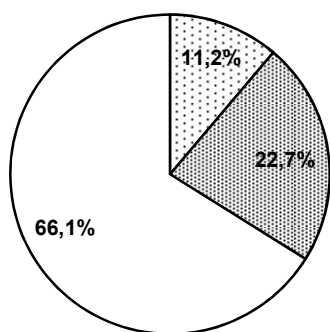
По мнению многих ученых решение задачи по оптимизации режима органического вещества является прогнозирование гумусового баланса, [68, 108, 192] обосновали метод определения объемов минерализации гумуса по выносу азота урожаем, при этом учитывая сопряженность C:N в почвах. При этом в расходной статье гумусового баланса учитывается потребление азота из почвы на формирование урожая.

Учитывая это обстоятельство, необходимо использовать все ресурсы органического вещества полевых культур в севооборотах для компенсации потерь гумуса почвы.

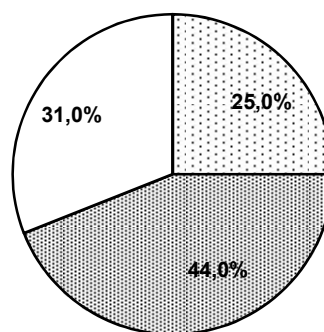
Наши расчеты показали, что при сложившейся структуре источников энергетического материала некомпенсированные потери гумуса в паровом звене по вариантам опыта могут составить от 1238 до 1263 кг/га или 66,1 % к объему его минерализации и только третья часть (33,9 %) покрывается за счет соломы (11,2 %) и пожнивно-корневых остатков озимой пшеницы (22,7 %), при этом по вариантам обработки почвы и уровням защиты растений существенных различий не выявлено (рис. 4; приложение 16).

В звене севооборота лен масличный – озимая пшеница прогноз баланса гумуса по вариантам опыта сложится с дефицитом от -237 до -278 кг/га или в среднем 31,0 % к объему минерализации, при этом 25,0 % потерь компенсируется за счет пожнивно-корневых остатков культур и 44,0 % за счет их соломы (приложение 17).

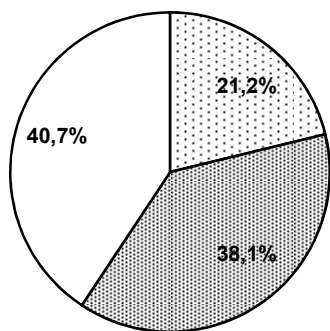
Пар чистый–озимая пшеница



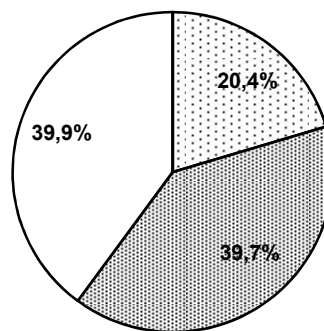
Лен – озимая пшеница



Горчица – озимая пшеница



Рапс – озимая пшеница



▤ - ПКО

▨ - солома

□ потери гумуса

Рисунок 4 – Структура источников энергетического материала для компенсации потерь гумуса в звеньях севооборотов за 2018-2021 гг., %.

В звеньях севооборота – горчица – озимая пшеница и рапс яровой – озимая пшеница потери органического вещества возрастут до 361-473 кг/га или соответственно до 40,7 и 39,9 %, а за счет соломы и пожнивно-

корневых остатков будет компенсировано 20,4-21,2 % и соломы 38,1-39,7 потерь гумуса в почве (приложение 18, 19).

Таким образом, если в звеньях севооборотов с чистым паром потери гумуса за счет пожнивно-корневых остатков и соломы озимой пшеницы компенсируются только на одну треть (33,9 %), то в звеньях севооборотов с непаровыми предшественниками за счет биогенных ресурсов, создаваемых в агроэкосистемах, на 59,3-69,0 %. Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что в условиях лесостепной зоны Поволжья замена чистых паров на занятые пары или использование непаровых предшественников является наиболее доступным способом пополнения ресурсов органического вещества черноземных почв.

3.4. Фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы

В условиях современного земледелия при частом несоблюдении севооборотов и концентрации посевов одними и теми же культурами возникает опасность увеличения пораженности посевов зерновых и бобовых культур корневыми гнилями, особенно при повторном их возделывании. Корневые гнили относятся к числу болезней, наносящих большой вред производству зерновых культур. Так, по данным В.А. Чулкиной [2], недоборы урожаев озимой и яровой пшеницы от болезни, в зависимости от зоны возделывания достигают половины валового сбора зерна.

Основным возбудителем корневых гнилей озимой и яровой пшеницы в условиях Заволжья Ульяновской области является почвенный гриб *Helminthosporium sativum* [2, 27, 116].

Несмотря на то, что чистый пар считается фитосанитарным полем, развитие корневых гнилей на озимой пшенице было больше, чем после непаровых предшественников, особенно рапса ярового и горчицы белой. Наименьшее распространение и количество больных растений озимой пшеницы было отмечено по предшественнику горчица белая – 5,4 %, рапс яровой – 6,1 % на варианте с протравливанием семян (табл. 16).

Оценка основной обработки почвы по влиянию на пораженность растений корневыми гнилями позволяет констатировать, что изучаемые варианты имеют равноценное влияние на данный показатель.

По нашим исследованиям существенный вклад в снижении распространения корневых гнилей озимой пшеницы принадлежит протравливанию семян (Иншур Перформ (пираклостробин 40 г/л + тритиконазол 80 г/л) + биофунгицид БисолбиСан 1 л/га (*Bacillus subtilis*, штамм Ч-13), при этом количество больных растений уменьшалось в среднем на 81-82 %.

Таблица 8 – Пораженность корневыми гнилями растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и систем защиты растений в севооборотах за 2019-2021 год.

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Больных растений, %			Развитие болезни, %		
			По фактору С	По фактору В	По фактору А	По фактору С	По фактору В	По фактору А
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	14,1	8,3	8,2	8,2	4,8	4,8
		С ₂	2,5			1,4		
	В ₂	С ₁	14,0	8,2	8,2	8,2	4,8	
		С ₂	2,4			1,3		
Лен масличный А ₂	В ₁	С ₁	11,9	7,0	7,1	5,9	3,5	3,5
		С ₂	2,0			1,0		
	В ₂	С ₁	12,2	7,2	7,1	6,0	3,5	
		С ₂	2,1			1,0		
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	9,1	5,3	5,4	4,3	2,5	2,5
		С ₂	1,5			0,7		
	В ₂	С ₁	9,2	5,4	5,4	4,1	2,4	
		С ₂	1,6			0,7		
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	10,3	6,1	6,1	5,0	3,0	3,0
		С ₂	1,8			0,9		
	В ₂	С ₁	10,6	6,2	6,1	5,0	3,0	
		С ₂	1,7			0,9		

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Таким образом, исследования показывают высокую биологическую эффективность протравливания семян озимой пшеницы препаратами Иншур Перформ – 0,5 л/га + БисолбиСан – 1 л/га. Размещение озимой пше-

ницы после предшественников семейства крестоцветных – горчицы белой и рапса ярового способствовало снижению распространения корневых гнилей и бурой листовой ржавчины. Обработка почвы не оказывала существенного влияния на данный показатель.

Общеизвестно, что при несоблюдении научно-обоснованных севооборотов (нарушении закона плодосмена) возникает опасность увеличения пораженности посевов зерновых и бобовых культур болезнями, особенно при повторном их возделывании. Все это вызывает необходимость повышения биологического разнообразия агрофитоценозов, обоснования рациональных приемов обработки почвы и применения обоснованного применения средств защиты растений от вредных организмов.

Например, ржавчинные болезни нарушают водный режим растений, увеличивая транспирацию, вызывая снижение фотосинтетической активности листьев и нарушая процессы метаболизма в растениях, что приводит к уменьшению роста и запаздыванию фазы колошения. При этом резко снижается засухоустойчивость растений. Корневая система развивается слабо, плохо подает воду. Из-за нарушения функционального состояния устьиц усиливается транспирация и увеличивается физическое испарение воды через прорывы эпидермиса, вызываемые пустулами гриба.

Вследствие этого расход воды на единицу сухого вещества резко возрастает. Сильное поражение бурой листовой ржавчиной приводит к преждевременному созреванию посевов, а значит и значительному недобору урожая, особенно при недостатке почвенной влаги. Они приостанавливают процесс фотосинтеза в растительных тканях и приводят к снижению способности пшеницы производить зерно. Внедряясь в клетки растения, гриб-возбудитель не убивает его, а начинает забирать необходимые для развития и роста питательные вещества [160]. Зараженное растение становится слабым, щуплым, соответственно, снижается и урожайность. Ежегодные потери урожая от бурой ржавчины составляют 5-15 % [39].

Наши исследования показали, что развитие бурой листовой ржавчины (*Puccinia recondita*) изменялась по вариантам опыта. Наибольшее количество больных растений было выявлено после чистого пара – 44,7 %, тогда как после по льну масличному – 40,0 %, рапса ярового – 35,5 % и горчице белой – 34,6 % (табл. 9).

Таблица 9 – Пораженность листовой ржавчиной растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и систем защиты растений в севооборотах (за 2019-2021 гг.)

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Больных растений, %			Развитие болезни, %		
			По фактору С	По фактору В	По фактору А	По фактору С	По фактору В	По фактору А
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	75,9	45,4	44,7	17,2	10,3	10,1
		С ₂	14,9			3,4		
	В ₂	С ₁	74,2	43,9		16,6	9,9	
		С ₂	13,6			3,1		
Лен масличный А ₂	В ₁	С ₁	67,2	40,2	40,0	12,8	7,5	7,7
		С ₂	13,1			2,2		
	В ₂	С ₁	66,9	39,9		13,3	7,9	
		С ₂	12,8			2,5		
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	59,1	34,4	34,6	11,3	6,7	6,9
		С ₂	9,7			2,0		
	В ₂	С ₁	59,5	34,8		11,9	7,1	
		С ₂	10,1			2,2		
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	60,1	35,6	35,5	12,7	7,6	7,6
		С ₂	11,0			2,4		
	В ₂	С ₁	60,0	35,5		12,9	7,7	
		С ₂	10,9			2,5		

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

После чистого пара сложились наиболее благоприятные условия для развития патогена, поэтому развитие болезни составило 10,1 %. После горчицы белой с ее фитогенными свойствами количество больных растений и ее развитие было минимальным среди всех предшественников. Приемы

обработки почвы на распространение и развитие болезни существенного влияния не оказывали.

Существенный вклад в борьбу с болезнями растений внесли приемы защиты растений. По первому варианту защиты растений, где было предусмотрено только внесение гербицида, количество пораженных растений листовой ржавчиной составляло от 60,0 до 75,9 %, а биологическая эффективность фунгицидов достигала 80 %.

Из этого можно сделать вывод, что наибольший вклад в снижение количества больных растений и распространение болезни оказывают приемы защиты растений. Наименьшее распространение и количество больных растений озимой пшеницы было отмечено после горчицы белой с применением адаптивно-интегрированной системы защиты растений.

Высокая степень вредоносности в агрофитоценозах принадлежит сорным растениям, видовой состав и количество которых изменяется в зависимости от складывающихся условий. Сорные растения являются биологическим фактором, в значительной степени снижающим урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы. В борьбе с этим фактором ведущая роль принадлежит обработке почвы, рациональное использование которой возможно поддержание численности сорного компонента на безвредном уровне.

За годы проведения исследований в агрофитоценозах с озимой пшеницей встречались в основном малолетние сорные растения, которые были представлены яровыми ранними: марь белая – *Chenopodium album* L., мальва – *Malva neglecta* Wallr., чистец однолетний – *Stachys annua* L., овсюг пустой – *Avena fatua* L., горец вьюнковый – *Poligonum convolvulus* L., дьямянка аптечная – *Fumariaofficinalis* L. И яровыми поздними: паслен черный – *Solanumnigrum* L., просо сорное – *Panicummili aceumssp. Ruderale* (Kitag.), щирица запрокинутая – *Amaranthus retroflexus* L., фиалка полевая – *Viol aarvensis.Murr.* Присутствовали зимующие сорные растения: мелколепестник канадский – *Erigeron canadensis* L., гулявник Лезеля –

Sisymbrium loeselii L., подмаренник цепкий – *Galium aparine* L., ярутка полевая – *Thlaspi arvense* L., дескурайния Софии – *Descurania Sophia* L., Сокирни – *Consolid argalis* S. Из многолетников единично встречались бодяк полевой – *Cirsium arvense* (L.) Scor., вьюнок полевой – *Convolvulus arvensis* L..

Согласно нашим данным, во все годы исследований посевы озимой пшеницы по всем вариантам опыта были засорены в слабой и средней степени, не более 20 шт./м² с массой 3-12 г/м². Согласно градации степени засоренности посевов, принятой в земледелии, где степень засоренности до 5,0 шт./м² очень слабая; 5,1-15,0 шт./м² – слабая; 15,1-50,0 шт./м² – средняя; 50,1-100,0 шт./м² – сильная и более 100 сорняков на м² очень сильная.

Весенний учет засоренности агроценозов озимой пшеницы показал, что наименьшее количество сорных растений было по чистому пару – 14,9 шт./м², с массой 10,3 г/м², несущественно больше сорных растений было выявлено после других предшественников – 15,1-16,6 шт./м², при массе - 11,8-12,9 г/ м² (табл. 10).

Данные, полученные в ходе исследований, показывают, что приемы обработки почвы оказывали влияние на количество и массу сорного компонента агрофитоценозов озимой пшеницы. По комбинированной обработке количество сорного ценоза была ниже, чем по минимальной обработке почвы.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что по степени засоренности агрофитоценозы озимой пшеницы были засорены в слабой и средней степени. Негативное воздействие сорняков на урожайность озимой пшеницы происходит в фазу кущение – выход в трубку, когда растение формирует образование стебля с узлами, междоузлиями и зачаточным колосом, в этот период озимая пшеница слабо конкурируют с сорняками. В этот период растения озимой пшеницы особенно уязвимы, также в эту фазу сорняки слабо угнетаются, они усиленно вегетируют, цветут и обсеменяются, создавая опасность засорения для следующих культур севооборота.

Таблица 10 – Засоренность и масса сорных растений в агроценозах озимой пшеницы в севооборотах (фаза кущения), шт./м²

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Годы исследований			В среднем за 3 года	Среднее по факторам		
			2019	2020	2021		А	В	С
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	<u>12,7</u> 12,1	<u>15,4</u> 6,0	<u>14,6</u> 12,9	<u>14,2</u> 10,3	<u>14,9</u> 10,3	<u>14,8</u> 11,0	<u>16,1</u> 12,0
		С ₂	<u>12,1</u> 11,0	<u>15,1</u> 5,4	<u>14,2</u> 11,8	<u>13,8</u> 9,4			
	В ₂	С ₁	<u>15,4</u> 13,3	<u>16,7</u> 6,4	<u>16,8</u> 13,0	<u>16,3</u> 10,9			
		С ₂	<u>14,6</u> 13,0	<u>16,0</u> 6,1	<u>15,4</u> 12,0	<u>15,3</u> 10,4			
Лен масличный А ₂	В ₁	С ₁	<u>15,8</u> 12,8	<u>16,3</u> 8,3	<u>15,2</u> 13,6	<u>15,8</u> 11,6	<u>16,6</u> 12,4		
		С ₂	<u>15,3</u> 12,0	<u>15,7</u> 9,6	<u>14,7</u> 13,1	<u>15,2</u> 11,6			
	В ₂	С ₁	<u>16,9</u> 14,6	<u>18,9</u> 10,2	<u>18,2</u> 15,7	<u>18,0</u> 13,5			
		С ₂	<u>16,2</u> 13,7	<u>18,4</u> 9,5	<u>18,0</u> 14,8	<u>17,5</u> 12,7			
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	<u>13,1</u> 11,3	<u>14,8</u> 9,0	<u>15,1</u> 12,5	<u>14,3</u> 10,9	<u>15,1</u> 11,8		
		С ₂	<u>12,5</u> 10,7	<u>14,5</u> 8,6	<u>14,6</u> 12,0	<u>13,9</u> 10,4			
	В ₂	С ₁	<u>15,2</u> 13,3	<u>16,0</u> 10,0	<u>17,6</u> 16,4	<u>16,3</u> 13,2			
		С ₂	<u>14,8</u> 12,6	<u>15,7</u> 9,6	<u>17,0</u> 15,6	<u>15,8</u> 12,6			
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	<u>14,9</u> 13,0	<u>16,5</u> 9,5	<u>15,7</u> 13,1	<u>15,7</u> 11,9	<u>16,6</u> 12,9		
		С ₂	<u>14,5</u> 12,7	<u>16,1</u> 10,8	<u>14,7</u> 12,3	<u>15,1</u> 11,9			
	В ₂	С ₁	<u>17,2</u> 14,1	<u>18,8</u> 11,4	<u>18,2</u> 16,6	<u>18,1</u> 14,0			
		С ₂	<u>16,8</u> 13,7	<u>18,3</u> 11,8	<u>17,1</u> 15,5	<u>17,4</u> 13,7			
НСР ₀₅			<u>1,37</u> 0,81	<u>1,07</u> 0,72	<u>1,02</u> 0,65				
НСР ₀₅ А			<u>0,69</u> 0,41	<u>0,53</u> 0,36	<u>0,51</u> 0,32				
НСР ₀₅ В и С			<u>0,49</u> 0,29	<u>0,38</u> 0,25	<u>0,36</u> 0,23				

Над чертой – количество сорняков шт./м²; под чертой масса сорняков г/м²
 Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см
 Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Таблица 11 – Засоренность и масса сорных растений в агроценозах озимой пшеницы в севооборотах (фаза колошения), шт./м²

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Годы исследований			В среднем за 3 года	Среднее по факторам		
			2019	2020	2021		А	В	С
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	<u>6,4</u> 9,0	<u>8,6</u> 3,4	<u>8,2</u> 9,3	<u>7,7</u> 7,2	8,4 8,1		
		С ₂	<u>5,9</u> 8,0	<u>8,3</u> 3,2	<u>8,0</u> 8,4	<u>7,4</u> 6,5			
	В ₂	С ₁	<u>7,7</u> 11,9	<u>9,8</u> 6,2	<u>10,8</u> 10,6	<u>9,4</u> 9,6			
		С ₂	<u>7,3</u> 10,7	<u>9,6</u> 6,7	<u>10,6</u> 9,9	<u>9,2</u> 9,1			
Лен масличный А ₂	В ₁	С ₁	<u>6,7</u> 10,8	<u>9,1</u> 10,1	<u>8,4</u> 11,4	<u>8,1</u> 10,8	9,3 11,2	7,9 9,4	9,2 10,8
		С ₂	<u>6,5</u> 9,9	<u>8,8</u> 9,7	<u>8,3</u> 10,2	<u>7,9</u> 9,9			
	В ₂	С ₁	<u>9,9</u> 12,8	<u>10,5</u> 10,3	<u>12,2</u> 14,0	<u>10,9</u> 12,4			
		С ₂	<u>8,4</u> 11,4	<u>10,1</u> 9,8	<u>11,7</u> 13,3	<u>10,1</u> 11,5			
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	<u>7,1</u> 10,6	<u>8,2</u> 10,0	<u>9,0</u> 11,3	<u>8,1</u> 10,6	8,7 11,4		
		С ₂	<u>6,3</u> 9,5	<u>7,8</u> 9,9	<u>8,4</u> 10,2	<u>7,5</u> 9,9			
	В ₂	С ₁	<u>7,4</u> 13,8	<u>8,9</u> 10,3	<u>12,8</u> 15,0	<u>9,7</u> 13,0			
		С ₂	<u>7,1</u> 12,5	<u>8,7</u> 10,1	<u>12,3</u> 14,1	<u>9,4</u> 12,2			
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	<u>6,7</u> 10,3	<u>9,4</u> 10,5	<u>8,4</u> 10,7	<u>8,2</u> 10,5	9,6 10,9	10,1 11,4	8,8 10,0
		С ₂	<u>6,6</u> 9,3	<u>9,0</u> 9,4	<u>8,2</u> 9,8	<u>7,9</u> 9,5			
	В ₂	С ₁	<u>8,5</u> 12,1	<u>11,3</u> 10,6	<u>14,1</u> 13,3	<u>11,3</u> 12,0			
		С ₂	<u>8,1</u> 11,6	<u>10,8</u> 10,0	<u>13,6</u> 12,8	<u>10,8</u> 11,5			
НСР ₀₅			<u>1,14</u> 0,74	<u>1,16</u> 0,80	<u>1,21</u> 0,63				
НСР ₀₅ А			<u>0,57</u> 0,37	<u>0,58</u> 0,40	<u>0,60</u> 0,31				
НСР ₀₅ В и С			<u>0,40</u> 0,26	<u>0,41</u> 0,28	<u>0,43</u> 0,22				

Над чертой – количество сорняков шт./м²; под чертой масса сорняков г/м²
 Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см
 Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Для более точного определения засоренности проводится повторный учет агрофитоценозов в период колошение – уборка (табл. 11).

Согласно нашим данным, в среднем за 3 года исследований степень засоренности посевов от фазы кущения до фазы колошения несколько изменяются в сторону уменьшения числа сорного компонента.

В этот период также видно преимущество чистого пара в снижение засоренности агроценозов пшеницы. Количество сорняков составило 8,4 шт./м² при массе 8,1 г/м², предшественники – лен масличный, горчица белая и рапс яровой показали меньшую эффективность в подавлении сорняков. Количество и масса сорняков в этих звеньях составили соответственно 9,3 шт/м² и 11,2 г/м², 8,7 шт/м² и 11,4 г/м², 9,6 шт/м² и 10,9 г/м².

Использование чистого пара как предшественника озимой пшеницы способствует снижению количества сорняков в посевах на 8,0-24,1 %, а их массу на 15,2-45,9 % по сравнению с непаровыми предшественниками (лен, горчица и рапс).

Таким образом, в условиях лесостепной зоны Поволжья для снижения фитосанитарной напряженности агрофитоценозов рекомендуется наряду с чистым паром размещать после горчицы белой и рапса ярового, осваивать адаптивно-интегрированную защиту растений, при этом химические и биологические препараты вносить при достижении экономических порогов вредности и минимальную обработку почвы, направленную на сохранение плодородия почвы и повышения экономической эффективности растениеводства.

Глава 4. Формирование урожая сельскохозяйственных культур в звеньях севооборотов

4.1. Структура посевов озимой пшеницы

Оптимальная густота стояния растений – это одно из основных условий, характеризующих продуктивность посевов. Густота стояния растений и густота стеблестоя – это количество растений и стеблей на единицу площади. Густота стеблестоя находится в прямой зависимости от: нормы посева; биологических особенностей сорта; погодных условий; почвенного плодородия; агротехники возделывания сельскохозяйственных культур.

Получение дружных и оптимальных всходов растений озимой пшеницы и других растений являются начальным и важным, а может и основным этапом в образовании высокоурожайного агроценоза. Начальные фазы роста и развития озимой пшеницы в первую очередь зависят от запасов продуктивной влаги перед посевом, а также температурного режима [185].

Для образования необходимой густоты посевов озимой пшеницы посев проводили с нормой высева 5,5 млн. всхожих семян на 1 га, в соответствии с рекомендациями для Ульяновской области [4].

В условиях зоны Среднего Поволжья применительно к зерновым культурам в производственных условиях величин и этих показателей (полнота всходов, выживаемость), как было указано нами выше, является довольно низкими, и необходима интегрированная система мер по их оптимизации, улучшения, прежде всего всеми агротехническими, биологическими и химическими средствами.

Подсчет растений в фазу всходов показал, что больших различий между вариантами опыта по факторам обработки почвы и защиты растений не отмечено, различия составляют всего 3-4 %, в пользу комбинированной обработки почвы на интенсивных уровнях защиты растений, но между предшественниками различия более значимы.

Таблица 12 – Структура посевов озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и защиты растений за 2019-2021 годы.

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Количество всходов, шт/м ²	Полевая всхожесть, %	Число растений к уборке, шт/м ²	Общая выживаемость, %	Сохранность, %
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	448	81,5	411	74,7	91,7
		С ₂	456	82,9	427	77,6	93,6
	В ₂	С ₁	446	81,1	402	73,1	90,1
		С ₂	456	82,9	416	75,6	91,2
Лен масличный А ₂	В ₁	С ₁	422	76,7	387	70,4	91,7
		С ₂	427	77,6	395	71,8	92,5
	В ₂	С ₁	415	75,5	375	68,2	90,4
		С ₂	421	76,5	383	69,6	91,0
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	430	78,2	390	70,9	90,7
		С ₂	433	78,7	401	72,9	92,6
	В ₂	С ₁	421	76,5	378	68,7	89,8
		С ₂	429	78,0	387	70,4	90,2
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	419	76,2	386	70,2	92,1
		С ₂	428	77,8	398	72,4	93,0
	В ₂	С ₁	420	76,4	376	68,4	89,5
		С ₂	426	77,5	387	70,4	90,8

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

В наших опытах за годы исследований полевая всхожесть озимой пшеницы во многом определялась наличием доступной для растений влаги в верхних слоях почвы на момент посева. В чистом пару к моменту посева озимой пшеницы (в среднем за годы исследований) запасы продуктивной влаги в слое 0-20 см находились на уровне 36-37 мм, что на 11-16 мм больше, чем после льна, горчицы и рапса. Наибольшее количество растений взошло после чистого пара – 448-456 шт./м², а полевая всхожесть составила 81,1-82,9 %.

Наилучшим непаровым предшественником по числу взошедших и сохранившихся растений является горчица белая, где число взошедших растений составило 421-433 шт./м², что больше на 4-7 шт./м², чем после льна масличного и рапса яровому. Полевая всхожесть растений после горчицы белой составила 76,5-78,7 %, а после льна масличного и рапса ярового соответственно 75,5-77,6 % и 76,2-77,8 %.

Число взошедших семян (количество всходов) имело прямую связь с содержанием продуктивной влаги в почве в период посева ($r = 0,671$) и характеризовалось уравнением регрессии: $y = 2,91x + 353,4$.

В период вегетации растений происходит существенное изменение густоты стояния растений на единицу площади в зависимости от предшественников, систем защиты растений и складывающихся погодных условий осенне-зимнего и осенне-летнего периодов. Часть растений погибает от негативных условий зимовки, часть от вредных организмов, но в определенной степени общая выживаемость растений зависит и от приемов возделывания.

Число сохранившихся растений к уборке значительно уменьшилось, однако, можно отметить, что меньшее количество растений погибло после чистого пара по комбинированной обработке почвы – 411-427 шт./м², по минимальной обработке это показатель составил 402-416 шт./м², после льна масличного – 387-395 шт./м² по комбинированной и 375-383 шт./м² по минимальной обработке.

Также существенное влияние на сохранность растений оказывала система защиты растений. Наибольшая сохранность на всех вариантах опыта была замечена на адаптивно – интегрированной системе защите растений по чистому пару – 91,2-93,6 %, после льна масличного 91,0-92,5 %, горчицы белой 90,2-92,6 % и рапса ярового 90,8-93,0 %.

Следовательно, наши исследования говорят о том, что структура посевов озимой пшеницы зависит от изучаемых приемов возделывания и предшественников. Наибольшая всхожесть и сохранность растений озимой

пшеницы наблюдались после чистого пара и горчицы по комбинированной системе основной обработки на адаптивно-интегрированной системе защиты растений.

Основные элементы структуры урожая, характеризующие продуктивность растений, изменялись в зависимости от предшественников, обработки почвы и уровня защиты растений.

Таблица 13 – Структура урожая озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и средств защиты растений за 2019-2021 годы.

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Количество, шт./м ²		Продуктивная кустистость	Количество зерен с колоса, шт.
			Растений	Продуктивных стеблей		
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	411	555	1,35	32,8
		С ₂	427	574	1,34	33,7
	В ₂	С ₁	402	532	1,32	30,8
		С ₂	416	553	1,33	31,5
Лен мас- личный А ₂	В ₁	С ₁	387	527	1,36	30,4
		С ₂	395	536	1,36	31,1
	В ₂	С ₁	375	507	1,36	28,9
		С ₂	383	522	1,37	30,3
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	390	539	1,38	29,9
		С ₂	401	553	1,38	31,0
	В ₂	С ₁	378	517	1,37	29,5
		С ₂	387	532	1,38	30,0
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	386	522	1,36	29,7
		С ₂	398	541	1,36	30,3
	В ₂	С ₁	376	511	1,36	29,3
		С ₂	387	526	1,36	29,7

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Продуктивная кустистость после чистого пара составляла 1,32-1,35 побега на одно растение; после льна масличного – 1,36-1,37; после горчицы белой – 1,37-1,38; после рапса ярового – 1,36.

Урожайность зерновых культур определяется основными его элементами – числом растений на единице площади, продуктивной кустистостью, числом зерен в колосе.

Изучение биометрических показателей урожайности культуры позволило установить положительное влияние чистого пара, основной обработки почвы в севообороте и интенсивного уровня защиты растений на озерненность колоса. Наибольшая озерненность колоса озимой пшеницы наблюдалась по чистому пару по комбинированной обработке почвы – 32,8-33,7 шт., после льна масличного количество зерна в колосе составило 30,4-31,1 шт.

Следовательно, экспериментальные данные свидетельствуют, что технология возделывания озимой пшеницы с интенсивным использованием средств защиты растений обеспечивает повышение количественных показателей основных элементов структуры урожая, не выявив больших различий между вариантами обработки почвы.

4.2. Продуктивность масличных культур в звеньях севооборотов с озимой пшеницей

Высокие урожаи масличных культур для семян рапса ярового, льна масличного и горчицы белой до 20-25 ц/га могут быть достигнуты только путем адаптивной интенсификации их возделывания на основе систем управления в региональных зонах, улучшая тем самым применение каждой сельскохозяйственной технологии с учетом местных почвенно-климатических, организационных и экономических условий.

Россия, в том числе и Ульяновская область, имеют все условия для возделывания масличных культур в больших объемах. В связи с этим становится актуальным разработать и усовершенствовать элементы регио-

нальной технологии возделывания рапса ярового, горчицы белой, льна масличного, позволяющие увеличить его урожайность, масличность, увеличивая высокий выход масла с 1 гектара.

Благодаря целому комплексу замечательных хозяйственно-полезных признаков лён масличный получает все большее распространение в земледелии лесостепной зоны Поволжья.

Анализ экспериментальных данных за 2018-2020 годы показал, что урожайность семян льна масличного варьировала в пределах 1,08-1,33 т/га. При этом на варианте комбинированной в севообороте системы основной обработки почвы урожайность составила – 1,29 т/га, по минимальной обработке почвы – 1,13 т/га, при НСР_{0,5} 0,05-0,09.

Наши исследования показали, что при адаптивно-интегрированной защите растений урожайность льна была выше за счет ее сохранности и составила 1,25 т/га, тогда как на варианте с минимальной системой защиты растений – 1,16 т/га.

Благодаря своим биологическим свойствам горчица белая в производственных условиях используется в качестве сидеральной культуры, но она имеет перспективу к расширению площади посева, прежде всего, как ценный предшественник озимых культур.

Наши исследования показали, что на продуктивность посевов горчицы белой оказывали влияние способы основной обработки почвы и варианты защиты растений. Урожайность горчицы белой в среднем за годы исследований составила 1,05-1,36 т/га. Нами выявлена четкая зависимость семенной продуктивности от способов обработки почвы. На варианте с комбинированной обработкой почвы урожайность составила 1,31 т/га, что на 0,24 т/га больше, чем с минимальной, при НСР_{0,5} за годы исследований 0,04-0,06 т/га.

При возделывании горчицы белой адаптивно-интегрированная защита растений также была более эффективна в сравнении с минимальной

системой, где урожайность составила 1,23 т/га, что больше, чем минимальной защите растений на 0,07 т/га.

Таблица 14 – Урожайность масличных культур в зависимости от обработки почвы и защиты растений, т/га

Культура	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Урожайность семян, т/га				В среднем по фактору		
			2018	2019	2020	В среднем	А	В	С
Лен масличный	В ₁	С ₁	1,11	1,22	1,38	1,24	1,21	1,29	1,16
		С ₂	1,19	1,35	1,46	1,33			
	В ₂	С ₁	1,00	0,94	1,31	1,08		1,13	1,25
		С ₂	1,08	1,05	1,38	1,17			
Горчица белая	В ₁	С ₁	1,15	1,08	1,55	1,26	1,19	1,31	1,16
		С ₂	1,26	1,15	1,68	1,36			
	В ₂	С ₁	1,05	0,73	1,38	1,05		1,07	1,23
		С ₂	1,10	0,76	1,42	1,09			
Рапс яровой	В ₁	С ₁	1,22	1,36	1,60	1,39	1,32	1,46	1,27
		С ₂	1,39	1,47	1,70	1,52			
	В ₂	С ₁	1,16	0,77	1,48	1,14		1,18	1,37
		С ₂	1,21	0,90	1,57	1,23			
2018	HCP ₀₅ =0,17; HCP ₀₅ A=0,09; HCP ₀₅ B и C=0,06; HCP ₀₅ AB= F _ф <F _т ; HCP ₀₅ AC = F _ф <F _т ; HCP ₀₅ BC = F _ф <F _т ; HCP ₀₅ ABC = F _ф <F _т								
2019	HCP ₀₅ =0,11; HCP ₀₅ A=0,05; HCP ₀₅ B и C=0,04; HCP ₀₅ AB= 0,08; HCP ₀₅ AC = F _ф <F _т ; HCP ₀₅ BC = F _ф <F _т ; HCP ₀₅ ABC = F _ф <F _т								
2020	HCP ₀₅ =0,13; HCP ₀₅ A=0,06; HCP ₀₅ B и C=0,05; HCP ₀₅ AB= F _ф <F _т ; HCP ₀₅ AC = F _ф <F _т ; HCP ₀₅ BC = F _ф <F _т ; HCP ₀₅ ABC = F _ф <F _т								

Фактор В: В₁– дискование на 10–12 см + рыхление на 25–27 см; В₂– дискование на 10–12 см + культивация на 12–14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Урожайность рапса ярового варьировала в зависимости от изучаемых факторов – от 1,14 до 1,52 т/га, и более высокий урожай семян рапса ярового был получен также на комбинированной обработке почвы – 1,46, т/га, что на 0,28 т/га больше, чем по минимальной обработке почвы.

Уход за посевами должен помочь растениям развиваться и защитить их от действия неблагоприятных факторов (сорняки, болезни, вредители и др.). В ходе проведенных исследований установлено, что урожайность рапса ярового была выше на уровне интенсивных агротехнологий и составила 1,37 т/га, а на уровне нормальных агротехнологий – 1,27 т/га.

Основной показатель качества семян масличных культур – содержание растительного жира. По результатам наших исследований содержание масла в семенах льна масличного варьировало от 40,3 % до 42,2 %. Обработка почвы оказала существенное влияние на этот показатель, так по комбинированной обработке масличность возросла на 1,4 % в сравнении с минимальной (табл. 15).

Количество растительного жира в семенах горчицы белой колебалось в зависимости от вариантов опыта от 21,7 % на минимальной обработке почвы по первому уровню защиты растений до 23,6 % на комбинированной обработке и второму уровню защиты растений.

Таблица 15 – Масличность семян возделываемых культур в зависимости от обработки почвы и защиты растений за 2018-2020 год

Культура Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Масличность, %			В среднем за 3года	В среднем по факторам за 3года		
			2018	2019	2020		А	В	С
Лен мас- личный	В ₁	С ₁	45,7	41,8	37,7	41,7	41,2	41,9	41,0
		С ₂	46,0	42,8	37,7				
	В ₂	С ₁	43,7	40,0	37,1	40,3		40,5	41,4
		С ₂	44,2	40,1	37,6	40,6			
Горчи- ца бе- лая	В ₁	С ₁	24,4	24,7	19,3	22,8	22,5	23,2	22,2
		С ₂	25,0	25,8	20,1	23,6			
	В ₂	С ₁	23,0	23,4	18,6	21,7		21,8	22,8
		С ₂	23,3	23,6	18,9	21,9			
Рапс яровой	В ₁	С ₁	42,3	43,7	40,1	42,0	41,8	42,9	41,1
		С ₂	46,0	44,6	40,9	43,8			
	В ₂	С ₁	42,5	41,8	36,4	40,2		40,7	42,5
		С ₂	43,0	42,9	37,6	41,2			
НСР ₀₅			0,66	0,59	0,63				
НСР ₀₅ А			0,33	0,36	0,34				
НСР ₀₅ В и С			0,24	0,26	0,21				

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

По данным наших исследований масличность семян рапса ярового также на варианте минимальной обработки почвы и минимальной защиты

растений имела тенденцию снижаться по сравнению с комбинированной обработкой почвы и адаптивно-интегрированной защитой растений.

Содержание масла семян рапса по комбинированной обработке составило 42,9 %, по минимальной обработке почвы масла содержалось 40,7 %.

Можно сделать вывод, что комбинированная обработка почвы в севообороте способствовала улучшению масличности исследуемых культур в сравнении с минимальной обработкой почвы.

Таблица 16 – Сбор масла возделываемых культур в зависимости от обработки почвы и защиты растений за 2018-2020 год

Культура Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Урожайность, т/га	Масличность, %	Сбор масла, кг/га	В среднем по факторам за 3 года		
						А	В	С
Лен масличный	В ₁	С ₁	1,24	41,7	517	497	539	476
		С ₂	1,33	42,2	561			
	В ₂	С ₁	1,08	40,3	435		455	518
		С ₂	1,17	40,6	475			
Горчица белая	В ₁	С ₁	1,26	22,8	287	269	304	258
		С ₂	1,36	23,6	321			
	В ₂	С ₁	1,05	21,7	228		233	280
		С ₂	1,09	21,9	239			
Рапс яровой	В ₁	С ₁	1,39	42,1	585	554	625	522
		С ₂	1,52	43,8	666			
	В ₂	С ₁	1,14	40,2	458		483	586
		С ₂	1,23	41,2	507			

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Сбор масла изучаемых культур зависел от урожайности и масличности семян. Оценка продуктивности масличных культур по выходу масла

показала, что наиболее продуктивными являются посевы рапса ярового, где его сбор в среднем по вариантам составил 554 кг/га. Содержание жира в семенах рапса на минимальном уровне защиты растений составило 41,1 % с выходом масла 522 кг/га, а на адаптивно-интегрированном при содержании жира 42,5 % сбор масла возрос до 586 кг/га (табл. 15, 16).

Оценка продуктивности рапса ярового по сбору масла показала, что больше растительного жира содержалось в семенах, возделываемых по комбинированной обработке – 42,8 % с валовым сбором масла 625 кг/га. В семенах рапса по минимальной обработке почвы содержалось 40,7 % с выходом жира 483 кг/га.

Количество растительного жира в семенах горчицы колебалось от 21,7 % до 23,6 %, при этом выход растительного жира с одного гектара составил от 228 кг до 321 кг на 1 га. Влияние систем защиты растений на сбор масла показал, что большая продуктивность отмечалась на адаптивно-интегрированной системе по сравнению с уровнем нормальных агротехнологий. Более высокий валовой сбор масла был получен по комбинированной обработке почвы – 304 кг/га, что на 71 кг/га больше, чем по минимальной.

По данным наших исследований, посевы льна масличного по комбинированной обработке почвы на втором уровне защиты растений имели более высокую масличность и более высокий сбор масла. В среднем за годы исследований сбор масла составил от 435 до 561 кг/га.

4.3. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы

Урожайность озимой пшеницы в годы исследований изменялась в зависимости изучаемых факторов и по годам, что определялось погодными условиями вегетационных периодов.

В условиях 2019 года, когда сложились засушливые условия в мае и июне, выпало 69,2 мм осадков (ГТК = 0,63), более высокая урожайность была получены по чистому пару, которая составила от 3,81 т/га (мини-

мальная обработка почвы и первый уровень защиты растений) до 4,41 т/га (комбинированная обработка почвы в севообороте, адаптивно-интегрированная защиты растений). После непаровых предшественников урожайность озимой пшеницы была ниже в среднем на 8,85-0,92 т/га или 20,5-22,3 % в равнение с чистым паром. Как и после чистого пара, преимущество сохранилось за комбинированной обработкой почвы и адаптивно-интегрированной защитой растений (табл. 17).

В благоприятных условиях для развития растений озимой пшеницы в 2020 году ее урожайность была самой высокой за все годы исследований, в 2020 году сложились идеальные условия водно-теплового режима, ГТК за май-июнь составил 1,38 ед. После чистого пара по комбинированной обработке почвы на уровне интенсивных агротехнологий урожайность озимой пшеницы достигала 7,55 т/га (в среднем по предшественнику – 7,32 т/га), после горчицы белой урожайность в среднем по вариантам она составила 6,29 т/га, рапса ярового – 5,81 т/га и льна маличного – 5,55 т/га. Несмотря на достаточную влагообеспеченность посевов в 2020 году, преимущество чистого пара сохранилось, при этом урожайность по сравнению со звеном со льном возросла на 31,9 %, рапсом – на 25,9 % и с горчицей – на 16,3%.

В засушливом 2021 году (ГТК за май-июнь = 0,52) преимущество чистого пара возросло, и урожайность повысилась с 2,47-2,61 т/га после непаровых предшественников до 4,03 т/га по чистому пару, или на 54,4-63,1 %.

По данным наших исследований, в агроценозах озимой пшеницы при комбинированной обработке почвы в севообороте на адаптивно-интегрированной системе защиты растений за 2019-2021 годы складывались более благоприятные условия для роста и развития данной культуры (хорошие запасы продуктивной влаги, малая засоренность, большая густота стояния растений, меньше болезней) по всем изучаемым предшественникам.

Таблица 17 – Урожайность озимой пшеницы в зависимости от обработки почвы и защиты растений после разных предшественников за 2019-2021 год

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита рас- тений Фак- тор С	Урожайность, т/га			В сред- нем за 3 года	В среднем по факторам		
			2019	2020	2021		А	В	С
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	3,95	7,30	3,90	5,05	5,16	4,30	4,02
		С ₂	4,41	7,55	4,30				
	В ₂	С ₁	3,81	7,08	3,76	4,88			
		С ₂	4,33	7,33	4,17	5,28			
Лен масличный А ₂	В ₁	С ₁	3,17	5,52	2,38	3,69	3,77	4,30	4,02
		С ₂	3,51	5,86	2,74				
	В ₂	С ₁	3,00	5,24	2,20	3,48			
		С ₂	3,43	5,56	2,57	3,85			
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	3,04	6,34	2,52	3,97	4,04	4,11	4,39
		С ₂	3,42	6,73	2,88				
	В ₂	С ₁	2,96	5,84	2,36	3,72			
		С ₂	3,40	6,25	2,69	4,11			
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	3,19	5,73	2,42	3,78	3,87	4,11	4,39
		С ₂	3,49	6,17	2,78				
	В ₂	С ₁	3,00	5,53	2,28	3,60			
		С ₂	3,36	5,81	2,64	3,94			
2019 год	НСР ₀₅ =0,23; НСР ₀₅ А=0,11; НСР ₀₅ В и С=0,08; НСР ₀₅ АВ= F _φ <F _τ ; НСР ₀₅ АС = F _φ <F _τ ; НСР ₀₅ ВС = F _φ <F _τ ; НСР ₀₅ АВС = F _φ <F _τ								
2020 год	НСР ₀₅ =0,26; НСР ₀₅ А=0,13; НСР ₀₅ В и С=0,09; НСР ₀₅ АВ= F _φ <F _τ ; НСР ₀₅ АС = F _φ <F _τ ; НСР ₀₅ ВС = F _φ <F _τ ; НСР ₀₅ АВС = F _φ <F _τ								
2021 год	НСР ₀₅ =0,15; НСР ₀₅ А=0,08; НСР ₀₅ В и С=0,05; НСР ₀₅ АВ= F _φ <F _τ ; НСР ₀₅ АС = F _φ <F _τ ; НСР ₀₅ ВС = F _φ <F _τ ; НСР ₀₅ АВС = F _φ <F _τ								

Фактор В: В₁– дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂– дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см;
Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

В среднем за 3 года исследований в севообороте после чистого пара урожайность озимой пшеницы по вариантам варьировала на комбинированной обработке от 5,05 до 5,42 т/га и от 4,88 до 5,28 т/га с минимальной обработкой соответственно минимальной системе защиты растений и адаптивно – интегрированной.

В севообороте после горчицы белой урожайность озимой пшеницы была довольно высокой, и она составляла на варианте с комбинированной обработкой и соответственно по уровням защиты 3,97-4,34 т/га, а на варианте с минимальной обработкой 3,72-4,11 т/га. Наименьшая урожайность озимой пшеницы была получена после льна масличного от 3,69 до 4,04 и от 3,48 до 3,85 т/га соответственно вариантам обработки почвы и защиты растений.

Таким образом, оценка предшественников озимой пшеницы по влиянию на ее урожайность позволила расположить их в следующий ряд (урожайность указана за 2019-2021 гг.): после чистого пара – 5,16 т/га > после горчицы белой – 4,04 т/га > после рапса ярового – 3,87 т/га > после льна масличного – 3,77 т/га.

Дисперсионный анализ урожайности озимой пшеницы за 2019-2021 показал, что 70,4-89,7 % изменений уровня урожайности вызваны влиянием предшественников, т. е. севооборота, 3,8-21,2 % изменений были связаны с защитой растений от вредителей и болезней, обработка почвы (комбинированная в севообороте и минимальная) оказывали равноценное влияние на уровень урожайности озимой пшеницы (рис. 5).

Проведенные корреляционный и регрессионный анализы позволили выявить зависимости между урожайностью озимой пшеницы с абиотическими факторами.

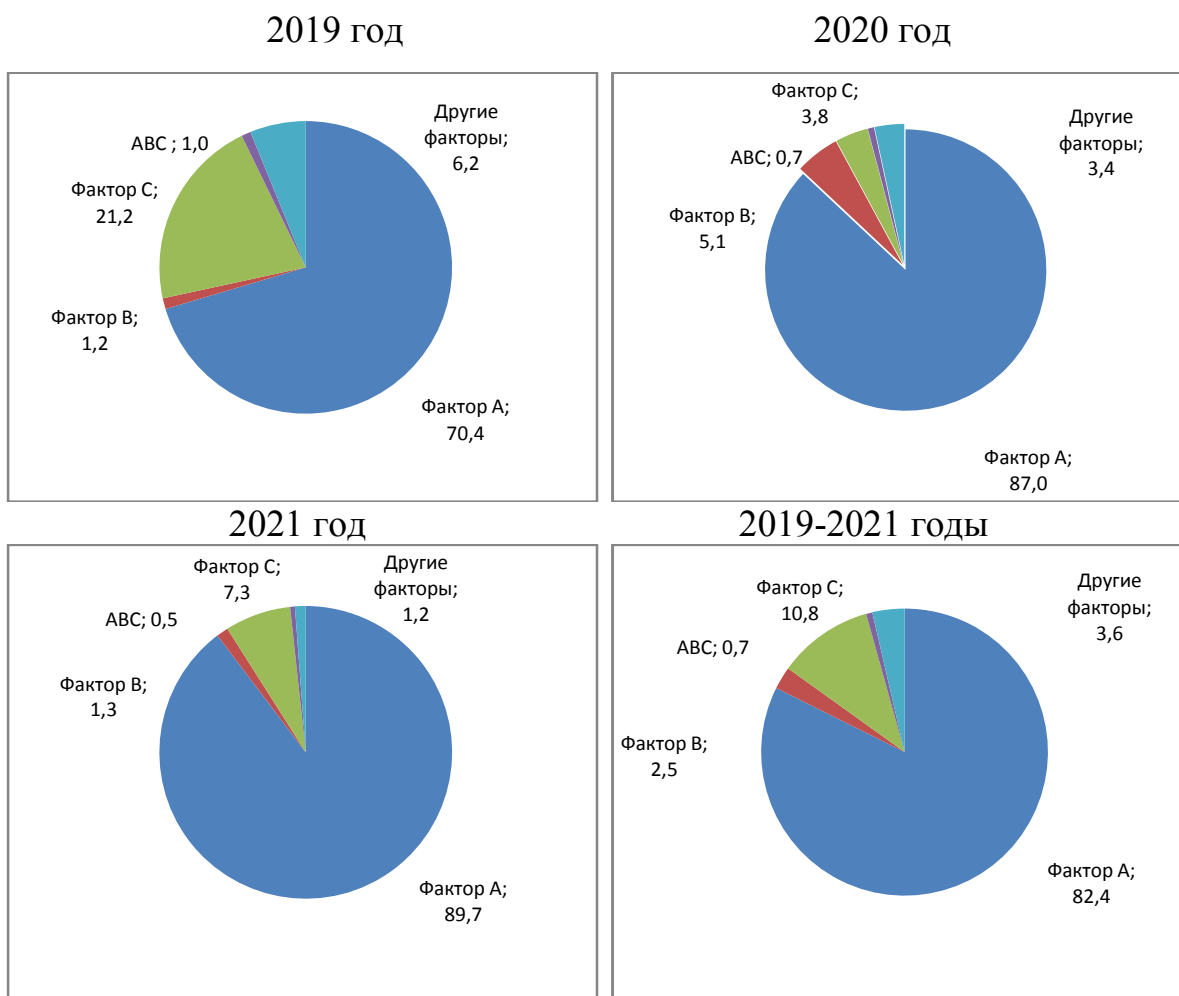


Рисунок 5 – Вклад факторов в формирование урожая озимой пшеницы в севооборотах за 2019-2021 гг., %

Анализ показал, что имеется средняя прямая связь между урожайностью и запасами продуктивной влаги в метровом слое почвы ($r=0,381$), суммой осадков за сентябрь-октябрь ($r = 0,637$), прямая сильная связь урожайности с суммой осадков за май-июнь ($r=0,899$) и с гидротермическим коэффициентом за май-июнь ($r = 0,919$), что представлено в таблице 18.

Величина урожайности озимой пшеницы имела среднюю обратную связь с биотическими факторами, нами установлена обратная средняя связь с численностью сорных растений в фазу колошения ($r = - 0,481$), распространенностью корневых гнилей в посевах ($r = -0,409$) и распространенностью листовой ржавчины ($r = -0,360$).

Таблица 18 – Связь урожайности озимой пшеницы (у, т/га) с абиотическими и биотическими факторами

Показатели	r	Степень зависимости	Уравнение регрессии
Абиотические факторы			
Запасы продуктивной влаги в почве (0-100 см), мм	0,381	средняя, прямая	$y = 0,03x_9 + 0,64$
Сумма осадков за сентябрь-октябрь, мм	0,637	средняя, прямая	$y = 0,03x_{10} + 1,57$
Сумма осадков за май-июнь, мм	0,899	сильная, прямая	$y = 0,04x_{11} + 0,53$
ГТК за май-июнь, ед	0,919	сильная, прямая	$y = 3,81x_{12} + 1,00$
Биотические факторы			
Численность сорных растений в фазу колошения, шт/м ²	-0,481	средняя, обратная	$y = -0,01x_{13} + 3,31$
Распространенность корневых гнилей, %	- 0,409	средняя, обратная	$y = -0,14x_{14} + 4,97$
Распространенность листовой ржавчины, %	- 0,360	средняя, обратная	$y = -0,02x_{15} + 5,07$

Обеспечение населения страны высококачественными продуктами – важная задача производителей и переработчиков зерна. Качество зерна как сырья для переработки зависит от многих факторов, важнейшим из которых является сорт.

Тем не менее, любой сорт в процессе репродукции постепенно снижает хозяйственно-биологические признаки, и причиной этому являются механическое и биологическое засорение, болезни и вредители на семеноводческих посевах, снижение почвенного плодородия, ухудшение фитосанитарной обстановки экономические и организационные факторы снижают ценные качества высеваемых сортов. Поэтому высококачественные семена наряду с агротехническими мероприятиями, такими как

обработка почвы, применение удобрений, уход за посевами, имеют решающее значение для получения стабильных и устойчивых урожаев [46].

По данным Л. З. Умаевой (2017), комплекс технологических и биохимических качеств зерна по своей природе очень сложен и подвержен влиянию метеорологических условий в период формирования зерна. Н. А. Галушко (2019) в своих исследованиях утверждает, что качественное и количественное содержание белков в клейковине пшеницы, определяющее силу муки, во многом зависит от наследственных особенностей сорта. Кроме того, влияние того или иного предшественника на качество зерна также является неодинаковым для различных сортов озимой пшеницы [46, 194].

Качество зерна – это общая сумма биологических, физико-химических, технологических, потребительских свойств и признаков зерна, обуславливающих его пригодность удовлетворять потребности населения.

Натура является одним из основных физических его свойств. Чем выше натура зерна, тем больше в нем содержится полезных веществ, тем оно качественнее, что важно для хлебопекарных качеств. Для лесостепи Поволжья базисное значение для сильных и ценных пшениц 710-750 г/л.

В ходе исследований установлено, что предшественники, основная обработка почвы, защита растений оказали влияние на выполненность – натуру зерна озимой мягкой пшеницы сорта Саратовская 17. Объемная масса зерна пшеницы в опытах в зависимости от предшественников варьировала в значениях от 757 г/л до 771 г/л (табл. 19).

За годы исследований наибольшая натура зерна 785 г/л была отмечена по чистому пару, по отвальной обработке на интенсивном уровне защиты. На аналогичном варианте натура зерна по непаровым предшественникам составила 761-767 г/л.

Таблица 19 – Натура зерна озимой пшеницы в севооборотах в зависимости от агроприемов за 2019-2021 год.

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Натура, г/л			В среднем за 3 года	В среднем по фактору		
			2019	2020	2021		А	В	С
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	774	791	776	780	771	768	760
		С ₂	785	788	782	785			
	В ₂	С ₁	770	751	750	757			
		С ₂	773	772	738	761			
Лен мас- личный А ₂	В ₁	С ₁	760	769	772	767	761	768	760
		С ₂	766	750	786	767			
	В ₂	С ₁	758	755	748	754			
		С ₂	763	774	736	758			
Горчи- ца бе- лая А ₃	В ₁	С ₁	762	775	770	769	757	755	763
		С ₂	768	734	780	761			
	В ₂	С ₁	753	731	756	747			
		С ₂	759	752	740	750			
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	750	736	771	752	757	755	763
		С ₂	767	747	782	765			
	В ₂	С ₁	746	767	757	757			
		С ₂	756	760	743	753			
НСР ₀₅			4,53	4,35	4,50				
НСР ₀₅ А			2,26	2,17	2,25				
НСР ₀₅ В и С			1,89	1,83	1,88				

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Наименьшая натура зерна отмечалась после всех предшественников по минимальной в севообороте обработке почвы и на минимальной системе защиты растений 747-757 г/л.

Отвальная в севообороте основная обработка почвы и уровень интенсивных агротехнологий способствовали увеличению объемной массы зерна на 3,0-13,0 г/л по сравнению с минимальной обработкой и минимальной защиты растений.

Важный сельскохозяйственный показатель качества озимой пшеницы – масса 1000 зерен. По этому показателю чистый пар является наиболее оптимальным предшественником культуры.

Таблица 20 – Масса 1000 зерен и натура озимой пшеницы в зависимости от предшественников и агроприемов

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Масса 1000 зерен, г			В среднем за 3 года	В среднем по фактору		
			2019	2020	2021		А	В	С
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	37,2	49,4	37,5	41,4	40,7	41,0	39,9
		С ₂	38,9	49,9	38,0	42,3			
	В ₂	С ₁	37,0	41,5	37,0	38,5			
		С ₂	37,5	48,2	36,5	40,7			
Лен масличный А ₂	В ₁	С ₁	36,1	47,6	38,1	40,6	40,7		
		С ₂	37,3	48,4	38,3	41,3			
	В ₂	С ₁	35,0	49,3	36,9	40,4			
		С ₂	35,9	49,6	35,8	40,4			
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	36,3	49,8	37,8	41,3	40,4		
		С ₂	37,6	49,0	38,5	41,7			
	В ₂	С ₁	35,2	45,2	37,2	39,2			
		С ₂	36,4	45,5	36,1	39,3			
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	36,7	43,4	37,4	39,2	38,9		
		С ₂	37,0	45,0	38,4	40,1			
	В ₂	С ₁	35,1	42,6	37,0	38,2			
		С ₂	36,2	42,6	35,9	38,2			
НСР ₀₅			0,81	0,75	0,69				
НСР ₀₅ А			0,41	0,37	0,34				
НСР ₀₅ В и С			0,29	0,26	0,24				

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Масса 1000 зерен после чистого пара составила 40,7 г. в то же время следует отметить, что лен масличный, горчица белая и рапс яровой являются благоприятными предшественниками, улучшающими структуру

урожая. Масса 1000 зерен, полученная при возделывании озимой пшеницы, после них составляло довольно приемлемую величину 38,9-40,7 г.

Наибольшая масса 1000 зерен была получена на варианте после чистого пара по комбинированной обработке с применением интенсивного уровня защиты растений – 42,3 г., а минимальная масса 1000 зерен (38,2 г) – на варианте после рапса ярового по минимальной обработке с применением минимальной защиты растений (табл. 20).

За годы проведенных исследований в среднем по опыту комбинированная в севообороте система основной обработки почвы и уровень интенсивных агротехнологий способствовали повышению массы 1000 зерен в сравнении с уровнем нормальных агротехнологий по минимальной обработке почвы.

При современном насыщении севооборотов зерновыми культурами задачу повышения качества зерна пшеницы практически невозможно решить только размещением ее по чистому пару. Выполнение всех агротехнических приемов позволяет получать качественное зерно и после возделывания масличных культур.

Проанализировав физические показатели качества урожая озимой пшеницы, можно сделать вывод, что наилучшие условия для роста и развития растений, а в конечном итоге повышения качества урожая складывались при возделывании озимой пшеницы после горчицы, рапса и чистого пара на уровне интенсивных агротехнологий при отвальной в севообороте системе обработки почвы, что подтверждается агротехнической оценкой предшественников и приемов возделывания.

За годы исследований средний показатель массовой доли клейковины в зерне озимой пшеницы изменялся в зависимости от изучаемых предшественников от 25,8 % после рапса ярового до 28,3 % после чистого пара (табл. 21).

Таблица 21 – Содержание клейковины в зерне озимой мягкой пшеницы в севооборотах в зависимости от агротехнологий за 2019-2021 год.

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Количество клейковины, %			В среднем за 3 года	В среднем по фактору		
			2019	2020	2021		А	В	С
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	30,0	26,0	27,0	27,7	28,3	26,9	26,6
		С ₂	31,0	28,0	28,0	28,9			
	В ₂	С ₁	29,0	25,0	30,0	27,9			
		С ₂	30,0	25,0	31,0	28,5			
Лен мас- личный А ₂	В ₁	С ₁	27,0	22,0	27,0	25,3	26,1	26,9	26,6
		С ₂	28,0	24,0	32,0	27,8			
	В ₂	С ₁	26,0	21,0	30,0	25,8			
		С ₂	27,0	21,0	29,0	25,5			
Горчи- ца бе- лая А ₃	В ₁	С ₁	27,0	28,0	26,0	27,1	27,8	27,1	27,4
		С ₂	28,0	29,0	28,0	28,2			
	В ₂	С ₁	26,0	28,0	28,0	27,5			
		С ₂	27,0	28,0	31,0	28,5			
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	26,0	21,0	26,0	24,6	25,8	27,1	27,4
		С ₂	28,0	22,0	29,0	25,9			
	В ₂	С ₁	26,0	22,0	29,0	26,5			
		С ₂	26,0	24,0	31,0	26,2			
НСР05			0,78	0,72	0,69				
НСРА			0,39	0,37	0,35				
НСР В и С			0,27	0,26	0,25				

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Увеличение содержания клейковинных белков в зерне пшеницы отмечалось по комбинированной обработке с 26,9 % до 27,1 %. Адаптивно-интегрированная система защиты растений и комбинированная обработка почвы имели преимущество перед первым вариантом защиты растений и минимальной обработкой почвы всего в один процент (абсолютная величина).

Показатели качества зерна озимой пшеницы, возделываемых по непаровым предшественникам, как правило, уступают варианту с чистым па-

ром. Исходя из этого, размещение посевов пшеницы необходимо после предшественников, обеспечивающих в почве необходимый водный, воздушный и пищевой режимы, является важным агротехническим средством повышения качества зерна.

Таблица 22 – Качество клейковины (ИДК) зерна озимой пшеницы при возделывании в севооборотах за 2019-2021 год.

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Ед. ИДК			В среднем за 3 года	В среднем по фактору		
			2019	2020	2021		А	В	С
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	75,0	73,0	84,0	77,0	77,3	78,9	81,1
		С ₂	76,0	74,0	83,0	78,0			
	В ₂	С ₁	78,0	76,0	81,0	78,0			
		С ₂	77,0	77,0	73,0	76,0			
Лен мас- личный А ₂	В ₁	С ₁	82,0	80,0	93,0	85,0	82,4	78,9	81,1
		С ₂	80,0	79,0	71,0	77,0			
	В ₂	С ₁	89,0	83,0	76,0	83,0			
		С ₂	87,0	84,0	84,0	85,0			
Горчи- ца бе- лая А ₃	В ₁	С ₁	80,0	79,0	72,0	77,0	80,2	80,8	78,5
		С ₂	81,0	78,0	80,0	80,0			
	В ₂	С ₁	88,0	77,0	84,0	83,0			
		С ₂	84,0	80,0	80,0	81,0			
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	82,0	85,0	76,0	81,0	79,4	80,8	78,5
		С ₂	79,0	82,0	68,0	76,0			
	В ₂	С ₁	84,0	81,0	88,0	84,0			
		С ₂	83,0	80,0	65,0	76,0			
НСР ₀₅			1,03	1,59	1,54				
НСР ₀₅ А			0,52	0,79	0,77				
НСР ₀₅ В и С			0,37	0,56	0,55				

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Качество клейковины (ИДК ед.) по вариантам опыта соответствовало второй и третьей группам (74-86 ед.) после чистого пара как по комбинированной, так и по минимальной обработке ИДК составил 74-77 ед. – вторая группа. В среднем по этому предшественнику 77,3 ед. После других

предшественников – 80,2 ед. после горчицы, 82,4 ед. после льна масличного и 79,4 ед. после рапса ярового (таблица 22).

Анализ наших данных показывает, что за годы исследований белковость зерна озимой пшеницы изменялась в зависимости от изучаемых факторов от 12,9 % (после рапса ярового по минимальной обработке на минимальной защите растений) до 14,7 % (по чистому пару по комбинированной обработке на уровне интенсивных агротехнологий) со средним значением по опыту 14,2 % (таблица 23).

Таблица 23 – Содержание белка в зерне озимой мягкой пшеницы в севооборотах в зависимости от агроприемов за 2019-2021 год.

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Массовая доля белка			В среднем за 3 года	В среднем по фактору		
			2019	2020	2021		А	В	С
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	13,9	14,6	14,3	14,3	14,2	14,0	13,6
		С ₂	14,1	15,2	14,9	14,7			
	В ₂	С ₁	13,5	14,3	13,7	13,8			
		С ₂	13,8	14,2	14,2	14,1			
Лен маслич ный А ₂	В ₁	С ₁	13,0	13,8	13,6	13,5	13,4	14,0	13,6
		С ₂	13,8	14,0	13,8	13,9			
	В ₂	С ₁	12,9	12,7	13,0	12,9			
		С ₂	13,1	12,9	13,3	13,1			
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	12,8	15,4	14,4	14,2	14,3	13,6	14,0
		С ₂	13,9	15,7	14,8	14,8			
	В ₂	С ₁	12,6	14,9	14,2	13,9			
		С ₂	13,2	15,5	14,5	14,4			
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	13,2	12,9	12,9	13,0	13,2	13,6	14,0
		С ₂	13,7	13,1	13,3	13,4			
	В ₂	С ₁	13,0	13,1	12,7	12,9			
		С ₂	13,1	14,0	13,1	13,4			
НСР ₀₅			1,73	2,09	1,95				
НСР ₀₅ А			0,86	1,05	0,97				
НСР ₀₅ В и С			0,61	0,74	0,69				

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Анализируя эффективность предшественников озимой пшеницы на содержание белка в зерне, можно выстроить их в ряд убывающей последовательности: 14,3 % после горчицы белой, 14,2 % после чистого пара, 13,4 % после льна масличного и 13,2 % после рапса ярового.

Оценивая приемы основной обработки почвы, следует сказать, что наиболее высокое содержание белка – 14,0 % было в зерне пшеницы при комбинированной обработке. На уровне нормальных агротехнологий содержание белка составило 13,6 %, на интенсивном – 14,0 %.

Таблица 24 – Стекловидность зерна озимой пшеницы в севооборотах в зависимости от агроприемов за 2019-2021 год.

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Стекловидность, %.			В среднем за 3 года	В среднем по фактору		
			2019	2020	2021		А	В	С
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	49	68	67	61,3	60,2	59,3	57,4
		С ₂	50	68	67				
	В ₂	С ₁	48	62	64	58,1			
		С ₂	49	65	65	59,8			
Лен масличный А ₂	В ₁	С ₁	46	65	63	57,8	56,7		
		С ₂	47	65	65	58,9			
	В ₂	С ₁	45	59	59	54,4			
		С ₂	46	60	61	55,7			
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	46	65	63	57,9	57,4	56,4	58,3
		С ₂	48	66	65	59,6			
	В ₂	С ₁	43	63	61	55,7			
		С ₂	44	64	62	56,5			
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	46	66	65	58,9	57,1		
		С ₂	47	65	63	58,3			
	В ₂	С ₁	43	62	60	55,1			
		С ₂	44	63	61	56,1			
НСР ₀₅			8,1	8,4	8,5				
НСР ₀₅ А			4,0	4,2	4,2				
НСР ₀₅ В и С			2,9	3,0	3,0				

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Консистенция зерна пшеницы, как правило, стекловидная, которая может варьировать в пределах от 10 до 90-95 %. Это зависит от сорта, географических и почвенных факторов, агротехники выращивания урожая.

В среднем за годы исследований стекловидность зерна озимой пшеницы после льна масличного, горчицы белой и рапса ярового составляла 56,7-57,4 %, а по чистому пару 60,2 %. Из приемов агротехники на комбинированной обработке почвы образовалось зерно со стекловидностью 59,3 %, а по минимальной – 56,4 %. На уровне интенсивных агротехнологий стекловидность была на 1,5 % выше, чем на уровне нормальных агротехнологий (табл. 24).

Таким образом, лучшие качественные показатели зерна озимой пшеницы были получены при размещении озимой пшеницы после чистого пара на комбинированной обработке почвы с применением адаптивно-интегрированной защиты растений, причем это проявлялось во все годы исследований.

В современной ситуации при насыщении севооборотов зерновыми культурами проблему повышения качества зерна пшеницы практически невозможно решить только размещением ее по чистому пару. Четкое выполнение всех агротехнических приемов позволяет получать высококачественное зерно при возделывании, даже при размещении после непаровых предшественников (лен масличный, горчица белая, рапс яровой).

4.4. Сравнительная продуктивность звеньев севооборотов

Принцип уплотненного использования пашни, определяющий разработку севооборотов с максимальным биоразнообразием и исключением чистых паров в севооборотах, является важной методологической основой современных систем земледелия. При этом следует ориентировать агротехнологии на решение вопросов накопления и сохранения влаги в почве, воспроизводства плодородия почвы и защиты растений от вредителей, бо-

лезней и вредителей за счет альтернативных подходов, направленных на снижение объемов применения ксенобиотиков.

В современных условиях ведения сельского хозяйства очень важно дать правильную оценку не только отдельным предшественникам, но и показать продуктивность изучаемых звеньев севооборотов. Важнейшими показателями продуктивности культур и звена севооборота является выход зерна, условных зерновых единиц в расчете на 1 га.

Сравнительное изучение звеньев севооборотов в зависимости от размещения озимой пшеницы по парам (и непаровым предшественникам, по разным технологиям возделывания) показало более высокую продуктивность звеньев с изучаемыми предшественниками.

Таблица 25 – Продуктивность звеньев севооборотов с озимой пшеницей в зависимости от обработки почвы и защиты растений за 2019-2021 гг.

Звенья севооборотов	Обработка почвы	Защита растений	Урожайность масличных культур, т/га	Урожайность озимой пшеницы, т/га	Выход зерновых единиц тыс. на 1 га		
					По фактору С	По фактору В	По фактору А
Пар чистый – озимая пшеница	В ₁	С ₁	–	5,05	2,53	2,62	2,58
		С ₂	–	5,42	2,71		
	В ₂	С ₁	–	4,88	2,44	2,54	
		С ₂	–	5,28	2,64		
Лён масличный – озимая пшеница	В ₁	С ₁	1,24	3,69	2,87	2,99	2,88
		С ₂	1,33	4,04	3,12		
	В ₂	С ₁	1,08	3,48	2,63	2,76	
		С ₂	1,17	3,85	2,89		
Горчица белая – озимая пшеница	В ₁	С ₁	1,26	3,97	2,97	3,35	2,95
		С ₂	1,36	4,34	3,23		
	В ₂	С ₁	1,05	3,72	2,68	2,79	
		С ₂	1,09	4,11	2,91		
Рапс яровой – озимая пшеница	В ₁	С ₁	1,39	3,78	2,84	2,97	2,83
		С ₂	1,52	4,15	3,11		
	В ₂	С ₁	1,14	3,60	2,58	2,69	
		С ₂	1,23	3,94	2,81		

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

По выходу условных зерновых единиц исследуемые звенья севооборотов можно расположить в следующий ряд: горчица белая – озимая пшеница (2,95 тыс./га) > лен масличный – озимая пшеница (2,88 тыс./га) > рапс яровой – озимая пшеница (2,83 тыс./га) > чистый пар – озимая пшеница (2,58 тыс./га).

Оценка изучаемых приемов показала преимущество комбинированной обработки почвы. Так, в звене с чистым паром выход условных зерновых единиц повышался на 0,08 тыс. с 1 га, а в зерновых звеньях на 0,23-0,56 тыс./га. Адаптивно-интегрированная защита растений также повышала продуктивность звеньев на 0,16-0,27 тыс. зерновых единиц на 1 га или на 6,6-9,9% с преимуществом звеньев севооборотов с непаровыми предшественниками и комбинированной обработкой почвы.

Оценка продуктивности звеньев севооборотов с озимой пшеницей подтверждает гипотезу о тенденции снижения роли чистого пара в севооборотах в условиях интенсификации. Перспективным направлением является использование масличных культур – льна, горчицы и рапса в качестве предшественников для озимой пшеницы, наряду с традиционными парозанимающими культурами – горох, вико-овес, что позволяет выстраивать севообороты на принципах плодосмена и поддерживать биоразнообразие в агроэкосистемах, особенно на эрозионно-опасных землях. Кроме того, предполагаем, что в звеньях с масличными культурами и озимой пшеницей снижается напряженность режима органического вещества почвы и излишняя минерализация гуминовых веществ.

Глава 5. Экономическая, агро- и биоэнергетическая эффективность возделывания полевых культур в звеньях севооборотов

5.1. Экономическая эффективность возделывания полевых культур

Цель производства сельскохозяйственных культур в условиях рыночной экономики – получение прибыли от реализации продукции. Основной экономической оценкой выращивания любой сельскохозяйственной культуры служит документация всех затрат или технологическая карта, в которой показаны все издержки технологической цепи производства продукции [52].

В сложившихся экономических условиях требуется пересмотр способов ведения земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур с тем, чтобы при дефиците средств и ресурсов сохранить необходимые объемы производства продукции и снизить темпы падения почвенного плодородия [22, 53, 223].

В первую очередь необходимо подходить к внедрению новых технологических приемов в зависимости от почвенно-климатических условий зоны. При этом необходимо учитывать не только агротехническую целесообразность, но и экономическую эффективность того или иного агроприёма [11, 162].

При совершенствовании схем севооборотов особое внимание следует уделить их соответствию современным экономическим и агрономическим требованиям, учитывая, в какой мере они удовлетворяют двум главным требованиям – сохранению плодородия почв и обеспечению высокой урожайности с меньшими затратами труда, средств и энергии.

Степень эффективности возделывания озимой пшеницы по предшественникам чистый пар, лен, горчица, рапс, а также самих масличных культуры по различной системе обработки почвы и использование средств защиты растений требует экономического обоснования. Для возможности

полноценного введения результатов научных полевых исследований, применения в севообороте исследуемых предшественников, обработки почвы и использования химических препаратов необходимо обосновать их экономическую эффективность.

Экономическая эффективность предшественников и использование химических препаратов рассчитывалась по размеру дохода, то есть разницы в денежном выражении между стоимостью выручки и прямыми затратами на возделывание и уборку культур в расчете на один гектар пашни. К затратам относили расходы на семена и удобрения, химические средства защиты, оплату труда, горюче-смазочные материалы, амортизацию техники и прочие затраты.

В приложении 32 приведен расчет экономической эффективности возделывания масличных культур при различных способах основной обработки почвы и разных уровней защиты растений показал, что уровень рентабельности был значительно выше по комбинированной обработке почвы на всех уровнях защиты растений.

Обоснование экономической эффективности агротехнологий масличных культур при различных приемах основной обработки почвы и уровней защиты растений показал, что преимущество имели посевы льна масличного. Возделывание льна обеспечило получение условно чистого дохода на уровне от 36382 руб./га (минимальная обработка почвы, с применением минимальной защиты растений), до 43794 руб./га (комбинированная обработка почвы, на уровне нормальных агротехнологий). Возделывание горчицы белой и рапса ярового является также экономически эффективным, при этом условно чистый доход изменялся от 25911 руб./га (горчица белая, минимальная обработка почвы, защиты растений уровня интенсивных технологий) до 42061 руб./га (горчица белая, комбинированная обработка почвы, защита растений уровня нормальных агротехнологий)

Оценка экономической эффективности показала, что наиболее целесообразно возделывать масличные культуры лён масличный, горчица белая, рапс яровой по комбинированной основной обработке почвы на минимальном уровне защиты растений. Это обусловлено тем, что по адаптивно-интегрированной системе защиты растений проводилось большее количество обработок. Несмотря на прибавку урожая за счет интенсивного применения средств защиты растений, это не смогло окупить затраты.

В приложении 33 приведен расчет экономической эффективности возделывания озимой пшеницы в зависимости от предшественников, способов основной обработки почвы и систем защиты растений.

Наибольший условно чистый доход был получен после чистого пара и данный показатель составил 49372-55805 руб./га, тогда как по занятым парам от 28710 до 40201 руб./га. По всем предшественникам более экономически эффективным по условному чистому доходу оказался уровень защиты, соответствующий интенсивным агротехнологиям в сравнении с уровнем нормальных агротехнологий.

Наименьшая себестоимость зерна озимой пшеницы была получена после чистого пара – 5694 руб./т., самая высокая – по льну масличному по минимальной обработке почвы – 7750 руб./т.

Уровень рентабельности после чистого пара по комбинированной обработке почвы с применением уровня интенсивных агротехнологий составил 181 % и на минимальной обработке – 174 %. Среди непаровых предшественников наибольший уровень рентабельности 125-137 % был получен по горчице белой, по рапсу яровому – 116-127 % и по льну масличному 111-122 %.

Звено с чистым паром по условному чистому доходу уступало звеньям с занятыми парами (табл. 26).

Экономически эффективными оказались звенья севооборотов с масличными культурами при возделывании по комбинированной обработке почвы.

Таблица 26 – Экономическая эффективность звеньев севооборотов с озимой пшеницей за 2018-2021 гг.

Звенья севооборотов	Обработка почвы	Защита растений	Производительность з.е с 1 га.	Стоимость продукции руб./га	Затраты на руб/ га	Условный ч.д/руб	Себест. Руб/1з. е.	Уровень рента, %
Пар чистый – озимая пшеница	В ₁	C ₁	2,53	40400	14377	26023	5683	181
		C ₂	2,71	43360	15408	27903	5686	181
	В ₂	C ₁	2,44	39040	14354	24686	5883	172
		C ₂	2,64	42240	15439	26801	5848	174
Лён масличный – озимая пшеница	В ₁	C ₁	2,87	60520	22605	37915	7876	168
		C ₂	3,12	65570	27798	37772	8909	136
	В ₂	C ₁	2,63	54840	22294	32546	8477	145
		C ₂	2,89	60050	28154	31897	9742	113
Горчица белая – озимая пшеница	В ₁	C ₁	2,97	63260	24009	39252	8084	163
		C ₂	3,23	68720	29220	39500	9046	135
	В ₂	C ₁	2,68	56010	23687	32323	8838	136
		C ₂	2,91	60130	28895	31235	9930	108
Рапс яровой – озимая пшеница	В ₁	C ₁	2,84	58040	21964	36076	7734	164
		C ₂	3,11	63600	25715	37885	8268	150
	В ₂	C ₁	2,58	51600	22021	29580	8535	140
		C ₂	2,81	56120	27071	29050	9634	107

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Наибольший условно чистый доход был получен в звене горчица белая – озимая пшеница - 39500 руб., чуть меньше в звене лён масличный – озимая пшеница - 37915 руб. и 37885 руб. в звене рапс яровой – озимая пшеница.

5.2. Агро- и биоэнергетическая эффективность возделывания полевых культур

Сельское хозяйство – уникальная производственная отрасль, где зеленые растения преобразуют солнечную энергию в органическое вещество, которое используется в пищу человеку и животным. Для более конкретного анализа производства продукции сельского хозяйства необходимо проводить оценку технологических приемов по критериям, основой ко-

торых является накопленная урожаем энергия. Чем выше она, тем эффективнее предлагаемая технология. Поэтому рост затрат энергии в агротехнологиях озимой пшеницы требует энергетической оценки их эффективности, как наиболее полно отвечает взаимосвязи производимой продукции с использованием энергии солнца [4, 72, 97, 99, 141].

При расчете энергетической эффективности, кроме энергии накопленной урожаем, мы определяли совокупную энергию, затраченную на производство зерна озимой пшеницы, которые складываются из энергии затрат на ГСМ, семена, удобрения, пестициды, амортизационные отчисления на тракторы и сельскохозяйственные машины, оборудование, автотранспорт, капитальный и текущий ремонт, электроэнергию и непосредственно сам труд.

В приложении 35 приведен расчет энергетической эффективности возделывания масличных культур льна масличного, горчицы белой и рапса ярового в зависимости от основной обработки почвы в севообороте, по различным вариантам защиты растений.

Затраты энергии на всех культурах опыта в незначительной мере увеличивались в зависимости от основной обработки почвы и применения уровня интенсивных агротехнологий. Ввиду использования большого количества химических препаратов произошло увеличение затрачиваемой энергии.

Несмотря на большую урожайность культур при использовании интенсивного уровня защиты растений, коэффициент энергетической эффективности был ниже, чем на уровне нормальных агротехнологий.

На основании этого наиболее эффективно возделывание масличных культур по комбинированной обработке почвы на минимальной системе защиты растений. Коэффициент энергетической эффективности по льну масличному составил 1,70 ед. по горчице белой этот показатель составил 1,62 ед. по рапсу яровому – 1,79 ед.

В приложении 36 приведен расчет энергетической эффективности возделывания озимой пшеницы. Установлено, что затраты энергии по всем предшественникам на интенсивном уровне защиты растений были выше, чем по минимальной защите растений.

Энергетический коэффициент по комбинированной обработке составил после чистого пара 2,94-3,03 ед., по минимальной 2,26-2,42 ед., после льна масличного 2,39-2,53 ед., 2,32-2,42 ед. по минимальной обработке почвы.

Содержание энергии в урожае озимой пшеницы была больше на варианте с применением адаптивно-интегрированной защиты растений по комбинированной обработке, наибольшее содержание энергии в урожае озимой пшеницы отмечено по предшественнику чистый пар – 94,27 ГДж/га, наименьшее 70,41 ГДж/га после рапса ярового на уровне нормальных агротехнологий.

На основании вышеизложенного следует вывод, что наиболее энергетически эффективно следует возделывать озимую пшеницы по предшественнику чистый пар по комбинированной обработке с применением интенсивных агротехнологий.

Для обеспечения устойчивости агроэкосистем человек тратит огромное количество энергии. Большая часть этой энергии тратится нерационально, а так же загрязняется окружающая среда и расходуется гумус.

В таблице 27 приведен расчет энергетической эффективности возделывания звеньев с озимой пшеницей в зависимости от обработки почвы в севообороте по различным предшественникам и вариантам защиты растений.

Затраты энергии га 1 центнер зерновых единиц в звене с чистым паром по комбинированной обработке почвы с применением адаптивно-интегрированной защитой растений ниже, чем по минимальной обработке по аналогичной системе защите растений.

Коэффициент энергетической эффективности возделывание озимой пшеницы после занятых паров, был значительно выше, чем в звене чистый пар – озимая пшеница. Также стоит отметить, что в звеньях с занятыми парами наиболее энергетически эффективны варианты по комбинированной обработке почвы с применением минимальной защиты растений.

Коэффициент энергетической эффективности в звене лён масличный – озимая пшеница составил 2,15-2,26 ед. горчица белая – озимая пшеницы 2,51-2,66 ед, рапс яровой – озимая пшеница 2,20-2,34 ед. В звене чистый пар озимая пшеница коэффициент энергетической эффективности составил 2,26-3,02 ед.

Таблица 27 – Агроэнергетическая эффективность звеньев севооборотов с озимой пшеницей 2018-2021

Звенья севооборотов	Обработка почвы	Защита растений	Продуктивность з.е.	Затраты энергии ГДж/га	Содержание энергии в урожае ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Пар чистый – озимая пшеница	В ₁	С ₁	2,53	14,15	41,54	2,93
		С ₂	2,71	13,27	40,15	3,02
	В ₂	С ₁	2,44	12,54	30,36	2,42
		С ₂	2,60	12,68	28,63	2,26
Лён масличный – озимая пшеница	В ₁	С ₁	2,87	18,93	42,86	2,26
		С ₂	3,12	19,37	41,54	2,15
	В ₂	С ₁	2,63	18,81	39,98	2,13
		С ₂	2,89	19,01	39,24	2,06
Горчица белая – озимая пшеница	В ₁	С ₁	2,97	20,66	54,95	2,66
		С ₂	3,23	21,78	54,62	2,51
	В ₂	С ₁	2,68	19,89	41,87	2,11
		С ₂	2,91	20,34	40,64	2,00
Рапс яровой – озимая пшеница	В ₁	С ₁	2,84	20,17	47,14	2,34
		С ₂	3,11	21,06	46,32	2,20
	В ₂	С ₁	2,58	19,69	43,52	2,21
		С ₂	2,81	20,99	42,53	2,03

Фактор В: В₁– дискование на 10–12 см + рыхление на 25–27 см; В₂– дискование БДМ–4х4 П на 10–12 см + культивация на 12–14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды, фунгициды.

Расчеты показали увеличение затрат энергии на уровне интенсивных агротехнологий не привело к увеличению коэффициента экономической эффективности. Во всех звеньях севооборота произошло увеличение коэффициента энергетической эффективности на уровне нормальных агротехнологий. Затраченные на борьбу с вредными организмами химических средств защиты растений привели к увеличению затрат энергии и уменьшению содержания энергии в урожае.

Размещение озимых зерновых культур по чистым парам сопряжено с интенсивной минерализацией органического вещества. Возделывание озимой пшеницы в звеньях с масличными культурами показало, что по минимальной обработке почвы сопровождалось уменьшением затрат энергии на произведенную продукцию по всем предшественникам.

Расчеты показали, что применение минимальной обработки почвы совместно с применением минимальной системой защиты растений, на всех непаровых звеньях севооборотов, является наиболее энергетически эффективным.

На основании расчета баланса гумуса, представленного в главе 3, проведена энергетическая оценка паровых звеньев севооборотов с учетом энергии, накопленной в биогенных ресурсах. Установлено, что наибольшее количество биогенных ресурсов, а, следовательно и энергии поступает в почву в звене с масличными культурами.

Анализируя содержание энергии в минерализованном гумусе, можно отметить, что наибольшее ее количество затрачено в звене с чистым паром. Если учитывать энергию гумуса, затраченного на формирование урожайности культур, то возделывание озимой пшеницы по чистому пару энергетически неэффективно. Энергоотдача по этому варианту находится в пределах 1,08-1,16 ед.

Энергетически эффективна, с учетом получения высоких урожаев и затрачивании наименьшем количестве энергии комбинированная обработка почвы.

По комбинированной обработке почвы с применением адаптивно-интегрированной системой защиты растений наблюдалось увеличение затрат энергии, однако коэффициент энергетической эффективности был выше, чем на аналогичной обработке с применением минимальной защиты растений.

Энергетическая эффективность в вариантах с занятыми парами в несколько раз выше по сравнению с другими. Использование чистого пара хотя и создает условия для получения высоких урожаев, но сопровождается снижением энергетического потенциала почвы за счет большей минерализации гумуса.

Таблица 28 – Биоэнергетическая эффективность звеньев севооборотов с озимой пшеницей с учетом затрат энергии гумуса за 2018-2021 год.

Звенья севооборотов	Обработка почвы	Защита растений	Продуктивность з.е.	Затраты энергии с учетом компенсации гумуса ГДж/га	Содержание энергии в урожае ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Пар чистый – озимая пшеница	В ₁	С ₁	2,53	42,86	46,23	1,08
		С ₂	2,71	42,38	49,19	1,16
	В ₂	С ₁	2,44	41,07	44,83	1,09
		С ₂	2,60	41,65	47,96	1,15
Лён масличный – озимая пшеница	В ₁	С ₁	2,87	24,85	45,41	1,83
		С ₂	3,12	25,78	49,03	1,90
	В ₂	С ₁	2,63	24,27	43,76	1,80
		С ₂	2,89	25,00	44,75	1,79
Горчица белая – озимая пшеница	В ₁	С ₁	2,97	30,71	47,80	1,56
		С ₂	3,23	32,68	51,75	1,58
	В ₂	С ₁	2,68	28,76	43,85	1,52
		С ₂	2,91	29,79	47,05	1,58
Рапс яровой – озимая пшеница	В ₁	С ₁	2,84	30,36	47,30	1,56
		С ₂	3,11	31,34	51,50	1,64
	В ₂	С ₁	2,58	28,01	43,93	1,57
		С ₂	2,81	29,98	45,74	1,53

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Таким образом, с энергетической точки зрения наиболее эффективным является возделывание озимой пшеницы в звеньях с масличными культурами, что позволяет получать урожаи при меньшем снижении почвенного плодородия. Однако использование чистых паров способствует получению более высокой урожайности озимых культур, даже во время неблагоприятных условий, но сопровождается значительной минерализацией органического вещества и ослаблением энергетического потенциала почвы.

Заключение

1. Плотность сложения пахотного слоя чернозема выщелоченного не изменялась по предшественникам. Незначительное уплотняющее воздействие на сложение пахотного слоя оказывала минимальная обработка почвы, однако, плотность сложения не выходила за границы равновесной плотности, что в свою очередь говорит об отсутствии необходимости интенсивной обработки почвы и возможности минимализации основной обработки почвы под озимую пшеницу по чистого пара и непаровых предшественников.

2. Предшественники и обработка почвы определяли влагообеспеченность озимой пшеницы. В период посева запасы продуктивной влаги после чисто пара в слое 0 – 20 см составили 37-28 мм, после горчицы белой – 25-26 мм, и после льна масличного и рапса ярового – 22-23 мм, что оценивается как удовлетворительные запасы и позволяют получить всходы. В метровом слое почвы после чисто пара сохранилось 143-146 мм, а после непаровых предшественников – 102-109 мм с преимуществом комбинированной обработки почвы в севооборотах.

3. Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что замена чистых паров на занятые пары или использование непаровых предшественников является наиболее доступным способом пополнения ресурсов органического вещества черноземных почв. В звеньях севооборотов с чистым паром потери гумуса (до 1263 кг/га) компенсируется за счет пожнивно-корневых остатков и соломы озимой пшеницы только на 33,9 %. В звеньях севооборотов с непаровыми предшественниками, за счет биогенных ресурсов создаваемых в агроэкосистемах, – на 59,3-69,0 %, что снижает потери органического вещества почвы в 2,7-4,9 раза.

4. Размещение озимой пшеницы после крестоцветных культур (горчица белая, рапс яровой) снижало распространение корневых гнилей ози-

мой пшеницы на 25,6-34,1 % и листовой ржавчины на 20,6-22,6 % в сравнении с чистым паром.

Биологическая эффективность протравливателя семян Иншур Перформ – 0,5 л/га совместно с биопрепаратом БисолбиСан 1 л/га в защите растений озимой пшеницы от корневых гнилей составила на 81-82 %, применение фунгицида Рекс Плюс, КС 0,5 л/га + БисолбиСан 1 л/га снижало распространение листовой ржавчины на 60-79,5 %.

Использование чистого пара как предшественника озимой пшеницы способствует снижению количества сорняков в посевах на 8,0 – 24,1 %, а их массу на 15,2 – 45,9 % по отношению к непаровым предшественникам. Варианты отвальной обработки почвы и повышенный уровень защиты растений по уровню засоренности имели преимущество перед минимальной обработкой и минимальным уровнем защиты растений.

5. Полевая всхожесть озимой пшеницы во многом определялась наличием доступной влаги в слое 0-20 см почвы на момент посева, связь характеризовалось как прямая сильная ($r = 0,671$). Наибольшее количество растений взошло после чистого пара – 448-456 шт./м², а полевая всхожесть составила 81,1-82,9 %. Полевая всхожесть растений после горчицы белой составила 76,5-78,7 %, а после льна масличного и рапса ярового соответственно 75,5-77,6 % и 76,2-77,8 %. Отмечено повышение полевой всхожести и сохранности растений при протравливании семян Иншур Перформ - 0,5 л/га совместно с биопрепаратом БисолбиСан 1 л/га.

5. По уровню формируемого урожая озимой пшеницы изучаемые предшественники можно расположить в следующий ряд: чистый пар – 4,88-5,42 т/га > горчица белая – 3,72-4,34 т/га > рапс яровой – 3,60-4,15 т/га > лен масличный – 3,48-3,69 т/га с достоверной прибавкой по адаптивно-интегрированной защите растений (протравливание семян, гербицид, биофунгицид, инсектицид, фунгицид) в среднем на 0,37 т/га (9,2 %).

6. Наиболее качественное зерно озимой пшеницы получено при ее размещении после чистого пара, качество зерна после непаровых предше-

ственников также соответствовало 3 классу качества. Адаптивно-интегрированная защита растений (протравливание семян, гербицид, биофунгицид, инсектицид, фунгицид) в сочетании с комбинированной обработкой почвы в севообороте улучшали технологические и физические показатели качества зерна озимой пшеницы (натура зерна, масса 1000 зерен, содержание клейковины и белка).

8. По выходу условных зерновых единиц исследуемые звенья севооборотов можно расположить в следующий ряд: горчица белая – озимая пшеница (2,95 тыс./га) > лен масличный – озимая пшеница (2,88 тыс./га) > рапс яровой – озимая пшеница (2,83 тыс./га) > чистый пар – озимая пшеница (2,58 тыс./га). Комбинированная обработка почвы в звене с чистым паром повышала выход условных зерновых единиц на 0,08 тыс. с 1 га, а в зерновых звеньях севооборотов на 0,23-0,56 тыс./га. Адаптивно-интегрированная защита растений увеличивала продуктивность звеньев на 0,16-0,27 тыс. зерновых единиц на 1 га или на 6,6-9,9 % с преимуществом звеньев севооборотов с непаровыми предшественниками и комбинированной обработкой почвы.

9. Звенья севооборотов с масличными культурами повышали выход условно чистого дохода с 1 га. В звене лен масличный – озимая пшеница условно чистый доход возрос на 5096-11892 руб. или на 19,1-45,7 %, в звене горчица белая – озимая пшеница на 4434-13229 руб. или на 16,5-50,1 % и в звене рапс яровой – озимая пшеница на 2249-10053 руб. на га или на 8,4-38,6 %.

Адаптивно-интегрированная защита растений повышала выход условно-чистого дохода с 1 га озимой пшеницы на 3287-4230 руб., что составляет по отношению к уровню защиты нормальных агротехнологий 7,2-13,1 %.

10. Агроэнергетическая оценка показала, что звенья севооборотов с непаровыми предшественниками обеспечивают снижение затрат техногенной энергии на производство зерна, рост выхода энергии с единицы пло-

щади и более высокую энергетическую эффективность в сравнении с паровым звеном севооборота. В экологическом плане с учетом прогнозируемых изменений содержания гумуса биоэнергетическая оценка производства зерна подтвердила высокую эффективность паровых звеньев севооборотов с масличными культурами (лен масличный, горчица белая и рапс яровой).

Предложение производству

В условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья наряду с чистым паром в качестве предшественника озимой пшеницы использовать горчицу белую, рапс яровой и лен масличный.

Обработку почвы под масличные культуры проводить по схеме: дискование на 10–12 см + рыхление на 25–27 см; под озимую пшеницу - двукратное дискование на глубину 8–10 см и 10–12 см и предпосевная культивация.

При возделывании озимой пшеницы осваивать адаптивно-интегрированную защиту растений с включением в схему обработок семян и растений по вегетации биологический препарат БисолбиСан 1 л/т (*Bacillus subtilis*, штамм Ч-13).

Библиографический список

1. Авдеенко, А.П. Эффективность применения биологических фунгицидов на озимой пшенице / А.П. Авдеенко, В.В. Черненко, В.П. Горячев, С.А. Горячева. – Текст : непосредственный // Сельское, лесное и водное хозяйство. – 2014. – № 7 – С. 12–17.
2. Агротехнический метод защиты растений / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Ю.И. Чулкина, Г.Я. Стецов. – Москва: Маркетинг, ЮКЭА, 2000. – 336 с. – ISBN 7-7856-0139-7. – Текст : непосредственный.
3. Адаптивно-интегрированная защита растений : монография / Ю.Я. Спиридонов, М.С. Соколов, А.П. Глинушкин и др. – Москва : Печатный город, 2019. – 628 с. – ISBN 978-5-98467-014-2. – Текст : непосредственный.
4. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Ульяновской области / А. В. Дозоров [и др.]. – 2-е изд. Доп. и перераб. – Ульяновск : УлГАУ, 2017. – 448 с. – Текст : непосредственный.
5. Азизов, З.М. Устойчивость производства зерна в севооборотах степи Нижнего Поволжья / З.М. Азизов, В.В. Архипов, И.Г. Имашева. – Текст : непосредственный // Аграрный научный журнал. – 2020. - № 7. – С. 4-9.
6. Айдиев, А.Я. Совершенствование технологий возделывания озимой пшеницы в условия Курской области / А.Я. Айдиев, В.И. Лазарев, М.Н. Котельникова. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2017. - № 1. – С. 37-39.
7. Акимова, О.И. Влияние предшественников на формирование элементов продуктивности озимой пшеницы в 117Н117нее-осенний период / О.И. Акимова. – Текст : непосредственный // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2016. – № 1 (42). – С. 7–13.
8. Алабушев, А.В. Влияние времени прекращения осенней вегетации и возобновления весенней вегетации на урожайность твердой ози-

мой пшеницы / А.В. Алабушев, А.С. Попов. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2015. - № 11(141). – С. 6-11.

9. Алабушев, А.В. Влагообеспеченность почвы и водопотребление озимой пшеницы в полевом севообороте / А.В. Алабушев, Г.В. Овсянникова. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2015.- № 5.- С. 10-12.

10. Алабушев, А.В. Основная обработка почвы и продуктивность озимой пшеницы / А.В. Алабушев [и др.] . – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2009. – № 4. – С. 23-24.

11. Алабушев, А.В. Стабилизация производства зерна в условиях изменения климата / А.В. Алабушев. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2011. - № 4. – С. 8–13.

12. Аленин, П.Г. Эффективность систем зяблевой обработки почвы в зернопропашном звене севооборота на выщелоченном чернозёме Пензенской области : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Аленин Павел Григорьевич. – Кинель, 1997. – 20 с. – Текст : непосредственный.

13. Алиев, А.М. Вредоносность сорных растений / А.М. Алиев, В.Ф. Ладонин. – Текст : непосредственный // Защита растений. – 1995. – С. 15-16.

14. Алисов, Б.П. Климат СССР : учебное пособие для вузов / Б.П. Алисов. – Москва: Изд-во Моск. Ун-та, 1956. – 127 с. – Текст : непосредственный.

15. Алпатьев, А.М. Влагооборот культурных растений / А.М. Алпатьев – Л.: Гидрометеоиздат, 2003. – 248 с. – Текст : непосредственный.

16. Асмус, А.А. Биологизация севооборотов и продуктивность паровых звеньев с озимой пшеницей на черноземе выщелоченном лесостепи Поволжья : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сель-

скохозяйственных наук / Асмус Александр Анатольевич. – Кинель, 2009 – 20 с. – Текст : непосредственный.

17. Аэробное целлюлозолитическое сообщество ассоциантов сфагнового мха *Sphagnumfallax* как основа в процессах деструкции пожнивных остатков / А.В. Щербаков, И.В. Русакова, О.В. Орлова, Н.И. Воробьев, О.В. Свиридова, Е.Н. Щербакова, В.К. Чеботарь. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2014. - № 1. – С. 54-62.

18. Аюпов, Д.Э. Адаптивные приемы технологии озимой пшеницы при биологизации севооборотов лесостепи Заволжья Поволжья : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Аюпов Денис Энисович. – Кинель, 2017. – 157 с. – Текст : непосредственный.

19. Базаров, Е.И. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства / Е.И. Базаров, Е.В. Глинка. – Москва: 1983. – 31 с. – Текст : непосредственный.

20. Баздырев, Г.И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений / Г.И. Баздырев.- Москва: КолосС, 2004. – 328 с. – ISBN 5-9532-0150-8. – Текст : непосредственный.

21. Баздырев, Г.И. Эффективность длительного применения почвозащитных технологий / Г.И. Баздырев. – Текст : непосредственный // Известия ТСХА. – 2005. – Вып. 4. –С. 32-39.

22. Басовский, Л.Е. Экономический анализ (Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности): учебное пособие / Л.Е. Басовский. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 366 с. – ISBN978-5-16-006617-2. – Текст : непосредственный.

23. Беленков, А.И. Приемы биологизации в севооборотах Нижнего Поволжья / А.И. Беленков, А.В. Зеленев, Б.О. Амантаев. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2014.-№ 1.- С. 23-26.

24. Берестецкий, О.А. Биологические основы севооборотов / О.А. Берестецкий. – Текст : непосредственный // Минеральный и биологический азот в земледелии. – Москва : Наука, 1985. – С. 121–128.
25. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России/ В.А. Семькин, Н.И. Картамышев, В.Ф. Мальцев и др.; под ред. Н.И. Картамышева. – Москва: КолосС, 2012. – 472 с. – ISBN 978-5-9532-0717-1. – Текст : непосредственный.
26. Биологизация и адаптивная интенсификация земледелия в Центральном Черноземье / В.Е Шевченко [и др.]. – Воронежский ГАУ им. К.Д. Глинки, 2000. – 305 с. – Текст : непосредственный.
27. Биологизация технологии возделывания озимой пшеницы в севооборотах лесостепной зоны Поволжья: монография / А.Л. Тойгильдин, В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, Д.Э. Аюпов. – Ульяновск: Ульяновский ГАУ, 2019. – 200 с. – ISBN 978-5-6043483-8-3. – Текст : непосредственный.
28. Бирюков, К.Н. Агротехнологические особенности возделывания новых сортов озимой пшеницы / К.Н. Бирюков, М.А. Фоменко, О.В. Беседина. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. - № 4(42). – С. 56-58.
29. Бондарев, А.Г. Почвенно-физические основы применения энергосберегающих минимальных обработок почвы / А.Г. Бондарев, И.Е. Кузнецова. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2004. - № 5. – С.11-12.
30. Бушнев, А.С. Влияние систем основной обработки почвы на продуктивность звена зернопропашного севооборота рапс яровой – пшеница озимая на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / А.С. Бушнев. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2012. - № 2 (151 – 152). – С. 126-132.
31. Вавилов, П.П. Растениеводство / П.П. Вавилов, В.В Гриценко, В.С. Кузнецов. – изд. 5-е, перераб. И доп. – Москва: Агропромиздат, 1986.

– 512 с. – Текст : непосредственный.

32. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почвы / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с. Текст : непосредственный.

33. Велкова, Н.И. Пыльцевая продуктивность горчицы белой / Н.И. Велкова, В.П. Наумкин. – Текст : непосредственный // Пчеловодство. – 2007. - № 9. – С. 21-22.

34. Вильямс, В.Р. Земледелие с основами почвоведения / В.Р. Вильямс – Москва: ОГИЗ – Сельхозгиз, 1939. – 458 с. – Текст : непосредственный.

35. Вильямс, В.Р. Полевой севооборот травопольной системы земледелия / В.Р. Вильямс // Собрание сочинений: В 12-ти т. Т. 6: Почвоведение : Земледелие с основами почвоведения (1927-1938). – Москва : Сельхозгиз, 1951. – С. 458. – Текст : непосредственный.

36. Вильямс, В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения / В.Р. Вильямс. – Москва: Сельхозгиз, 1939. – 447 с. – Текст : непосредственный.

37. Влияние предшественников и обработок на плодородие выщелоченных черноземов и урожайность озимой пшеницы / Г.Р. Дорожко, Н.С. Голоусов, Г.М. Зюзин, Ю.А. Юшко, В.М. Передериева, Г.А. Шматко. – Текст : непосредственный // Актуальные аспекты повышения плодородия почв: сборник. Научных трудов. – Ставрополь, 1994. – С.41-47.

38. Влияние предшественников на полевую всхожесть семян, рост и развитие растений озимой пшеницы при возделывании по технологии без обработки почвы / И.Г. Стукалов, В.К. Дридигер, В.П. Белобров, С.А. Юдин. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. –№ 5 (73). – С.54-57.

39. 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. Жирков. –

Текст : непосредственный // Научные инновации – аграрному производству : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию юбилею Омского ГАУ. – Омск, 2018. – С. 81–86.

40. Возделывание сортов зерновых культур селекции НИИСХ ЦРНЗ по технологиям разной интенсивности: рекомендации / Е.В. Дудинцев, П.М. Политыко, М.Н. Парыгина, А.А. Вольпе и др. – Новоивановское (Немчиновка), 2008. – 15 с. – Текст : непосредственный.

41. Возняковская, Ю. М. Сидеральные удобрения – регулятор почвенно-микробиологических процессов в условиях почвоутомления / Ю.М. Возняковский. – Текст : непосредственный // Доклады ВАСХНИЛ. – 1988. - № 2. – С. 22-27.

42. Волкова, Г.В. Изучение и использование генетического потенциала устойчивости пшеницы к грибным заболеваниям. – Текст : непосредственный // Защита и карантин растений. – 2010. - № 9. – С. 13-17.

43. Волкова, Г.С. Видовой и количественный состав сорных растений при минимализации обработки в зависимости от минеральных удобрений / Г.С. Волкова, А.М. Карасева. – Текст : непосредственный // Проблемы борьбы с сорной растительностью : межвузовский сборник научных трудов ТСХА. – Москва, 1986. – С. 22-27.

44. Высоцкий, Г.Н. Общие положения об агрономическом значении почвенной структуры / Г.Н. Высоцкий // Материалы по выяснению вопроса о структуре почв. – Москва, 1933. – 315 с.- (Труды советской секции Международной ассоциации почвоведов. Комиссия 1. Физика почв; Т. 1. № 1). – Текст : непосредственный.

45. Галиченко, И.И. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников – И.И. Галиченко. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2012. - № 1. – С. 35-36.

46. Галушко, Н.А. Качество зерна новых сортов мягкой озимой пшеницы селекции Северо-Кавказского ФНАЦ / Н.А. Галушко, Н.М. Ко-

маров, Н.И. Соколенко. – Текст : непосредственный // Вестник НГАУ. – 2019. - № 2(51). – С. 7–13.

47. Глобальные проблемы рационального природопользования / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. – Текст : непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2014. - №5. – С. 93-97.

48. Голоусов, Н.С. Влияние предшественников на плодородие выщелоченных черноземов и урожайность озимой пшеницы / Н.С. Голоусов, Ю.А. Юшко, Г.А. Шматко. – Текст : непосредственный // Интенсивное использование пашни : сборник научных трудов Ставропольского СХИ. – Ставрополь, 1993. – С. 17–22.

49. Горянин, О.И. Возделывание полевых культур в Среднем Поволжье: монография / О.И. Горянин. – Самара, 2019. – 345 с. – ISBN 978-5-6043023-9-2. – Текст : непосредственный.

50. Горянин, О.И. Агротехнологические основы повышения эффективности возделывания полевых культур на чернозёме обыкновенном Среднего Заволжья : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : автореферат диссертации на соискание звания ученой степени доктора сельскохозяйственных наук : 06.01.01 / Горянин Олег Иванович. – Саратов, 2016. – 42 с. – Текст : непосредственный.

51. Горянин, О.И. Дифференцированная система обработки почвы как элемент адаптивной системы земледелия самарской области / О.И. Горянин. – Текст : непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. - № 5 (49). – С. 23-25.

52. Грибов, В.Д. Экономика организаций (предприятия): учебное пособие / В.Д. Грибов, В.П. Грузинов, В.А. Кузьменко. – 4-е изд., стер. – Москва: КНОРУС, 2015. – 408 с. – ISBN 978-5-406-01178-2. – Текст : непосредственный.

53. Гуляева, Т.И. Рост производства сельскохозяйственной продукции – основа продовольственной безопасности регионов / Т.И. Гуляева,

О.В. Сидоренко. – Текст : непосредственный // Экономический анализ: теория и практика. – 2010. – № 12. – С. 31-36.

54. Гурин, А.Г. Влияние бобовых предшественников на засоренность посевов озимой пшеницы / А.Г. Гурин, И.М. Чадаев. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2018. - № 4. – С. 22-23.

55. Данилец, Е.А. Влияние звеньев полевого севооборота на биологические факторы плодородия почвы / Е.А. Данилец, О.И. Власова. – Текст : непосредственный // Известия Нижне-Волжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 3 (55). – С. 184–191.

56. Дедов, А.В. Биологизация земледелия – основа сохранения плодородия / А.В. Дедов. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2002. – № 2. – С. 10-12.

57. Дедов, А.В. Биологизация земледелия: современное состояние и перспективы / А.В. Дедов, Н.В. Слаук, М.А. Несмеянова. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. -№ 3. – С. 57-65.

58. Динамика плодородия почвы при возделывании яровой пшеницы в севооборотах и бессменно в зависимости от системы удобрений и обработки / С.Д. Гилев, И.Н. Цымбаленко, Ю.В. Суркова, Е.В. Нестерова. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2017.- № 4. – С. 22-26.

59. Динамика плотности почвы чернозема южного при минимализации основной обработки / А.П. Солодовников, А.В. Летучий, Д.С. Степанов, Б.З. Шагиев, А.С. Линьков. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2015. - № 1. – С. 5-7.

60. Дорожко, Г.Р. Способ обработки – фактор регулирования фитосанитарного состояния почвы и посевов озимой пшеницы на черноземах выщелоченных зоны умеренного увлажнения Ставропольского края / Г.Р. Дорожко, О.И. Власова, В.М. Передериева. – Текст : непосредственный // Научный журнал КубГАУ. – 2011. – № 04 (68). – С. 69-77.

61. Дорожко, Г.Р. Динамика продуктивной влаги в зависимости от способа основной обработки почвы / Г.Р. Дорожко, Д.Ю. Бородин. – Текст : непосредственный // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Северо-Кавказского федерального округа : материалы 74-й научно-практической конференции – Ставрополь: Параграф, 2010. – С. 72-74.

62. Дорожко, Г.Р. Продуктивность многолетних трав трех лет жизни в условиях Ставропольского края / Г.Р. Дорожко, Д.А. Христенко. – Текст : непосредственный // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного федерального округа : материалы 71-й региональной научно-практической конференции – Ставрополь: Ставропольское 125Н. Изд-во, 2007. – С. 248-252.

63. Доспехов, Б.А. Влияние длительного применения удобрений и севооборота на засоренность полей / Б.А. Доспехов. – Текст : непосредственный // Известия ТСХА. – 1967. – Вып. 5. – С. 51-64.

64. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб.- Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с. – (Учебники и учеб. Пособия для высш. Учеб. Заведений). – Текст : непосредственный.

65. Дояренко, А. Г. Факторы жизни растений / А.Г. Дояренко. – Москва : Колос, 1966.- 280 с. – Текст : непосредственный.

66. Ефимов, А.А. Агроэкологическая оценка применения фунгицидов на озимой пшенице в центральной лесостепи : специальность 03.00.16 «Экология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Ефимов Александр Александрович. – Брянск, 2008. – 194 с. – Текст : непосредственный.

67. Железняк, А.П. Влияние предшественников на качество зерна озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / А.П. Железняк, Г.А. Жамкочян. – Текст : непосредственный // Инновационное развитие аграрной науки и образования : сборник научных трудов

Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию чл.-корр. РАСХН, Заслуженного деятеля РСФСР и ДР, профессора М.М. Джамбулатова. – Т. 2. – Махачкала, 2016. – С. 401-404.

68. Жуков, А.И. Регулирование баланса гумуса в почве / А.И. Жуков, П.Д. Попов. – Москва: Росагропромиздат, 1988. – 40 с. – ISBN 5- 260-00226-1. – Текст : непосредственный.

69. Захаров, А.И. Эффективность адаптивно-ландшафтной системы земледелия в засушливых условиях Ульяновской области / А.И. Захаров, С.Н. Никитин. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2013. - № 3. – С.3-5.

70. Захаров, Н.Г. Влияние систем основной обработки почвы на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях опытного поля Ульяновской ГСХА / Н.Г. Захаров, М.А. Полняков, Г.А. Идрисов. – Текст : непосредственный // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Лапшинские чтения: материалы IX Международной научно-практической конференции – Саранск : Изд-во Мордовского университета, 2013. – С. 71–75.

71. Зезюков, Н.И. Роль лабильных форм органического вещества в плодородии черноземов / Н.И. Зезюков. – Текст : непосредственный // Тезисы докладов Научной конференции, посвященной 100-летию плана В. В. Докучаева по борьбе с засухой и преобразования степей России (4-6 авг. 1992 г., Абакан). – Кн. 2. – Новосибирск, 1992. – С. 13–15.

72. Зеленский, Н.А. Биоэнергетическая эффективность чистого, занятых и сидерального паров в условиях Ростовской области / Н.А. Зеленский. – Текст : непосредственный // Образование, наука, медицина: эколого-экономический аспект: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – С. 91–92.

73. Зеленский, Н.А. Эколого-адаптивные системы земледелия на ландшафтной основе – залог сохранения плодородия почвы / Н.А. Зелен-

ский, Е.П. Луганцев. – Текст : непосредственный // Проблемы борьбы с засухой : сборник научных трудов. – Т. 2. – Ставрополь: АГРУС, 2005. – С. 101-106.

74. Земледелие : рекомендовано Министерством сельского хозяйства РФ в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям и специальностям агрономического образования / под ред. Г.И. Баздырева. – Москва : Инфра-М, 2013. – 608 с. – (Высшее образование. Бакалавриат). – ISBN 978-5-9532-0482-8. – Текст : непосредственный.

75. Земледелие в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков, Р.В. Авраменко, А.А. Марковский [и др.]; под ред. Г.И. Казакова. – Москва: Колос, 2008. – 308 с.- ISBN 978-5-10-004014-9. – Текст : непосредственный.

76. Зерновые культуры (Выращивание, уборка, доработка и использование) : учебно-практическое руководство / под общей редакцией Д. Шпаара. – Москва: DLV АГРОДЕЛО, 2008 – 656 с. – ISBN 978-5-903209-06-4. – Текст : непосредственный.

77. Изучение урожайности и элементов ее структуры у сортов озимой мягкой пшеницы по предшественнику подсолнечник / Е.И. Некрасов, Д.М. Марченко, И.А. Рыбась и др. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2018. - № 6 (60). – С. 46-49.

78. Илларионов, А.И. Современные методы и средства защиты озимой пшеницы от сорных растений / А.И. Илларионов. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 12, № 3 (62). – С. 78–93.

79. Использование занятых, сидеральных и кулисно- мульчирующих паров в биологизированном земледелии / Н.А. Зеленский, А.П. Авдеев, Е.Ю. Есионов, Р.В. Белавкин. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2007. - № 6. – С. 15-17.

80. Казаков, Г.И. Севообороты в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков.- Самара: САМГСХА, 2008. – 102 с. – Текст : непосредственный.

81. Казаков, Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье: монография / Г.И. Казаков. – Самара: Изд-во Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2008. – 251 с. – ISBN 978-5-88575-200-8 Текст : непосредственный.

82. Казьмин, Ф.В. Формирование урожайности и посевных качеств семян ячменя в зависимости от уровня химической защиты посевов в лесостепи Поволжья : специальность 06.01.05 – «Селекция и семеноводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Казьмин Федор Васильевич. – Пенза, 2009. – 23 с.- Текст : непосредственный.

83. Карпачев, В.В. Научное обеспечение отрасли рапсового сеяния в России: итоги и задачи на 2016-2020 гг. / В.В. Карпачев. – Текст : непосредственный // Повышение эффективности селекции, семеноводства и технологии возделывания рапса и других масличных капустных культур : сборник научных докладов на международном координационном совещании по рапсу (г. Липецк, 7-9 июля 2015 г.). – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2016. – С. 3-10.

84. Картамышева, Е.В. Проблемы и перспективы возделывания горчицы сарептской / Е.В. Картамышева. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2006. - № 4.- С. 9-14.

85. Каширин, А.П. Возделывание ярового рапса и яровой сурепицы в занятом пару /А.П. Каширин, Т.Н. Плетнева. – Текст : непосредственный // Севообороты и обработка почвы в интенсивном земледелии.- Горький, 1986. – С.36-40.

86. Каштанов, А.Н. Развитие и совершенствование адаптивно-ландшафтных систем земледелия / А.Н. Каштанов. – Текст : непосредственный // Освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий : материалы Всероссийской конференции. – Ульяновск: Корпорация технологий продвижения, 2010. – С. 14-21.

87. Квашин, А.А. Урожайность и качество зерна, озимой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения Краснодарского края // А.А. Квашин, Н.Н. Нецадим, К.Н. Горпинченко. – Текст : непосредственный // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2017. – № 128. – С. 985–1003.
88. Керимов, Я.Г. Эффективность применения удобрений в севооборотах с различным насыщением зерновыми культурами в условиях горной зоны Азербайджана / Я.Г. Керимов. – Текст : непосредственный // Агрохимия. - 2009. - № 12 . – С. 27-31.
89. Кирюшин, В.И. Минимальные обработки почвы: перспективы и противоречия / В.И. Кирюшин. – Текст : непосредственный // Главный агроном. – 2007. - № 6. – С. 16-20.
90. Кирюшин, В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов / В. И. Кирюшин. – Москва : КолосС, 2011. – 443 с. – ISBN 978-5-9532-0779-9. – Текст : непосредственный.
91. Кирюшин, В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия / В.И. Кирюшин. – Текст : непосредственный // Почвоведение. – 2019. - № 9. – С. 1130-1139.
92. Кислов, А.В. Проблемы повышения плодородия почв на Южном Урале / А.В. Кислов, М.В. Черных. – Текст : непосредственный // Плодородие. – 2007. – № 3 (36). – С. 5-7.
93. Кисс, Н.Н. Технология возделывания озимой пшеницы: ресурсосберегающая агротехнология возделывания озимой пшеницы на эрозивно опасных склонах черноземов обыкновенных / Н.Н. Кисс, А.Е. Мищенко. – Текст : непосредственный // Фермер. Поволжье. – 2016. – № 4 (46). – С. 42–47.
94. Когденко, В.Г. Экономический анализ: учебное пособие / В.Г. Когденко. – 2-е изд., перераб. И доп. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2011. – 392 с. – ISBN 978-5-238-01535-4. – Текст : непосредственный.

95. Копосов, И.П. Агрочвенные районы Ульяновской области / И.П. Копосов. – Ульяновск : Ульяновская правда, 1948. – 203 с. – Текст : непосредственный.
96. Коржов, С.И. Влияние скорости разложения послеуборочных остатков на динамику общей численности микроорганизмов / С.И. Коржов. – Текст : непосредственный // Современные проблемы сохранения плодородия черноземов : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию В.В. Докучаева. – Воронеж, 2016. – С. 70–79.
97. Коринец, В.В. Системно-энергетический подход обработки почвы / В.В. Коринец. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2014. - № 6. – С. 36-40.
98. Коротких, Н.А. Влагодобеспеченность яровой пшеницы при технологии No-Till в Лесостепи Приобья / Н.А. Коротких, Н.Г. Власенко, С.П. Кастючик. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2013. - № 3. – С.21-23.
99. Корчагин, В.А. Агротехнические основы полевых специализированных севооборотов в степных районах Среднего Поволжья / В.А. Корчагин, А.И. Щетинин, Н.А. Неясов. – Текст : непосредственный // Агронимические основы специализации севооборотов.- Москва: Агропромиздат, 1987. – С. 130-135.
100. Корчагин, В.А. Чистый пар – основа севооборота / В.А. Корчагин. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 1989. - № 3. – С.9.
101. Красненков, А.Н. Фунгициды для защиты посевов озимой пшеницы от болезней / А.Н. Красненков, Н.Н. Лысенко. – Текст : непосредственный // Достижения науки – агропромышленному комплексу : сборник трудов научно-практической конференции. – Орел, 2013. – С. 138-142.
102. Кузыченко, Ю.А. Уплотнение почвы в процессе ее основной обработки в полевом звене севооборота / Ю.А. Кузыченко, А.К. Кобозев. –

Текст : непосредственный // Сельскохозяйственный журнал. – 2018. – Т. 2. – № 11. – С. 18–22.

103. Куликова, А.Х. Агроэкологическая оценка чернозема лесостепи Поволжья и концепция воспроизводства его плодородия / А.Х. Куликова. – Текст : непосредственный // Всероссийская научно-практическая конференция «Русский чернозем–2000». – Москва, 2001. – С. 125-129.

104. Кутилкин, В.Г. Комбинированная система обработки почвы в Лесостепи Среднего Заволжья / В.Г. Кутилкин. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2014. - № 7. – С. 27-29.

105. Лебедь, Е.М. Влияние предшественников и систем удобрения на биологическую активность почвы и урожайность озимой пшеницы в юго-восточной части степи Украины / Е.М. Лебедь, Л.М. Десятник, Д.А. Коцюбан. – Текст : непосредственный // Вестник Прикаспия. – 2014. -№ 3(6). – С. 26-30.

106. Левитин, М.М. Микроорганизмы в условиях глобального изменения климата / М.М. Левитин. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственная биология. – 2015. - № 5. – С. 641-647.

107. Лыков, А.М. От плодородия почвы к плодородию биогеоценозов / А.М. Лыков. – Текст : непосредственный // Экологические основы повышения устойчивости и продуктивности агроландшафтных систем. – Орел: Орловский ГАУ, 2001. – С. 23–32.

108. Лыков, А.М. Гумус и плодородие почвы / А. М. Лыков. – Москва : Московский рабочий, 1985. – 190 с. – Текст : непосредственный.

109. Лыков, А.М. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья / А.М. Лыков, А.М. Еськов, М.Н. Новиков. – Москва: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ, 2004.- 630 с. – ISBN 5-85941-086-7. – Текст : непосредственный.

110. Мамырко Ю.В. Продуктивность звеньев зернопропашного севооборота с горчицей, льном масличным и озимой пшеницей на черноземе

выщелоченном западного Предкавказья / Ю.В. Мамырко. – Краснодар, 2009. – 25 с. – Текст : непосредственный.

111. Матюк, Н.С. Урожайность культур и плодородие почвы в зависимости от ее обработки и удобрения / Н.С. Матюк. – Текст : непосредственный // Плодородие. – 2008. – № 1. – С. 38-40.

112. Мельник, А.Ф. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / А.Ф. Мельник, Б. С. Кондрашин, Н.В. Митюшкин. – Текст : непосредственный // Вестник Орловского ГАУ. – 2009. - № 4. – С. 27–29.

113. Мельник, А.Ф. Влияние предшественников озимой пшеницы на свойства и биологическую активность почвы / А.Ф. Мельник. – Текст : непосредственный // Антропогенная эволюция современных почв и аграрное производство в изменяющихся почвенно-климатических условиях : сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Орел, 2015. – С. 60–63.

114. Методика определения и оценки энергопотенциала органического вещества почвы в агроландшафтах : методические рекомендации / В.М. Володин, Н.П. Масютенко, В.В. Шеховцова, С.Я. Гатинова, А.И. Шеховцов. – Курск: Юмэкс, 2000. – 29 с. – Текст : непосредственный.

115. Мехдиев, И.Т. Изучение воздействия фунгицидов на продуктивность, применяемых на посевах озимой пшеницы / И.Т. Мехдиев. – Текст : непосредственный // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. – 2016. - № 34. – С. 53-60.

116. Михно, Л.А. Выявление устойчивых к корневой гнили форм озимой пшеницы с использованием методов культуры каллусов и клеток – новый подход в системе интегрированной защиты растений / Л.А. Михно. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы экологии и природопользования : сборник научных трудов по материалам V Международной научно-практической конференции. – Ставрополь : АГРУС, 2017. – С. 222–225.

117. Морозов, В.И. Дифференциация систем земледелия и их практическое освоение в лесостепи Поволжья / В.И. Морозов. – Текст : непосредственный // Дифференциация систем земледелия и плодородие чернозема лесостепи Поволжья : тематический сборник научных трудов. – Ульяновск, 1996. – С. 12-31.

118. Морозов, В.И. Биологизация севооборотов и регулирование плодородия чернозема выщелоченного лесостепи Поволжья / В.И. Морозов, А.Л. Тойгильдин. – Текст : непосредственный // Современные системы земледелия: опыт, проблемы, перспективы: материалы международной научно-практической конференции – Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2011. – С. 176-187.

119. Морозов, В.И. Влияние севооборотов на баланс гумуса в выщелоченном черноземе лесостепи Поволжья / В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, А.Х. Куликова. – Текст : непосредственный// Агрехимия. - № 10. – 1994. – С. 3-10.

120. Морозов, В.И. Дифференциация севооборотов, плодородие чернозема и устойчивость агроэкосистем лесостепи Поволжья / В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, Е.А. Петухов. – Текст : непосредственный // Севооборот в современной земледелии : сборник докладов Международной научной конференции. – Москва, 2004. – С. 65-69.

121. Морозов, В.И. Продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от приемов биологизации в севооборотах лесостепи Поволжья / В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, А.А. Асмус. – Текст : непосредственный // Материалы Всероссийского «Круглого стола» на тему: «Ресурсосберегающие технологии: опыт, проблемы, перспективы». – Ульяновск, 2007. – С. 113-116.

122. Морозов, В.И. Продуктивность паровых звеньев севооборотов с озимой пшеницей и плодородие почвы в Лесостепи Поволжья / В. И. Морозов, А. Л. Тойгильдин, А. А. Асмус, Н. А. Хайртдинова. – Текст : непосредственный // Аграрная наука и образование на современном этапе

развития: опыт, проблемы и пути их решения : материалы II-ой Международной научно-практической конференции 8-10 июня 2010. – Ульяновск : УГСХА, 2010. – Том V : Агротомия и агроэкология. – С. 107-113

123. Назарова, А.Н. Фитосанитарная обстановка на посевах пшеницы в Российской Федерации (1991 – 2008 гг.). Аналитический обзор / А.Н. Назарова, С.С. Санин. – Текст : непосредственный // Защита и карантин растений. – 2010. – № 2. – С. 70-78.

124. Нарциссов, В.П. Предшественники урожайность озимых на серых лесных почвах Волго-Вятского района / В.П. Нарциссов, В.П. Заикин. – Текст : непосредственный // Агротомические основы специализации севооборотов. – Москва: Агротомиздат, 1987. – С. 40.

125. Немцев, Н.С. Агроэкологические основы почвозащитных систем земледелия Среднего Поволжья. – Ульяновск, 2005. – 240 с. – Текст : непосредственный.

126. Немцев, Н.С. Научно-практические основы совершенствования севооборотов в лесостепи Поволжья / Н.С. Немцев, В.А. Потушанский, А.И. Захаров. – Ульяновск, 2000. – 149 с. – Текст : непосредственный.

127. Несмеянова, М.А. Биологические свойства почвы и урожайность культур в звене севооборота пар–озимая пшеница / М.А. Несмеянова, А.А. Дедов, Л.А. Распопова. – Текст : непосредственный // Эволюция современной науки : сборник статей Международной научно-практической конференции – Уфа, 2015. – С. 29–32.

128. Неснов, А.А. Управление сорными растениями в агрофитоценозе озимой пшеницы в зависимости от предшественников / А.А. Неснов. – Текст : непосредственный // Электронный научный журнал. – 2017. – № 4-1(19). – С. 79–83.

129. Николаев, В.А. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы / В. А. Николаев, М. А. Мазиров, С. И. Зинченко. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2015. - № 5. – С. 18-20.

130. Никонов, А.А. Система ведения сельского хозяйства Ставропольского края / А.А. Никонов и др. –Ставрополь, 1980. –495 с. – Текст : непосредственный.

131. Новиков, В.М. Влияние агротехнологических приёмов и погодных условий на биологическую активность тёмно-серой лесной почвы при возделывании зернобобовых и крупяных культур / В.М. Новиков. – Текст : непосредственный // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. - № 4 (20) – С. 116-120.

132. Новохацкая, Д.М. Влияние агротехнологических приемов возделывания льна долгунца на урожайность и качество волокна в условиях Ленинградской области : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Новохацкая Дарья Михайловна. – Санкт-Петербург. – 2018. – 22 с. – Текст : непосредственный.

133. Обработка почвы в ЦЧР / С.И. Коржов, Т.А. Трофимова, В.А. Маслов, А.П. Пичугин. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2010. – 199 с. – ISBN 978-5-7267-0615-3. – Текст : непосредственный.

134. Обработка почвы как фактор регулирования почвенного плодородия: монография / А.Ф. Витер, В.И. Турусов, В.М. Гармашов, С.А. Гаврилова. – Москва: ИНФРА-М, 2014. – 173 с. – ISBN 978-5-88242-845-6. – Текст : непосредственный.

135. Овсянникова, Г.В. Влияние предшественников на урожайность озимой пшеницы в зависимости от обеспеченности почвы влагой и основными элементами питания / Г.В. Овсянникова. – Текст : непосредственный // Научное обеспечение стабильности производства зерновых и кормовых культур : сборник научных статей. – Ростов на Дону: Книга, 2008. – С. 332-337.

136. Оптимальные чередования сельскохозяйственных культур в севооборотах плакорных агроландшафтов юго-востока Центрально-Черноземного района / В.И. Турусов, В.М. Гармашов, О.А. Абанина, Т.И.

Михина, Н.В. Дронова. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. - 2016. – Т. 30, № 2. – С. 54-57.

137. Оптимизация содержания лабильного органического вещества в почвах лесостепи Поволжья / Н.Ф. Ганжара, Р.Ф. Байбеков, Б.А. Борисов, С.М. Надежкин. – Текст : непосредственный // Плодородие. – 2010. - № 5. – С. 15-17.

138. Организация, нормирование и оплата труда на предприятиях АПК : учебник / Ю.Н. Шумаков, В.И. Еремин, С.В. Жариков и др.; под ред. Ю.Н. Шумакова. – Москва : КолосС, 2015. – 232 с. – Текст : непосредственный.

139. Ореховская, А.А. Урожайность и качество озимой пшеницы в зависимости от приемов возделывания / А.А. Ореховская, Е.В. Навольнева. – Текст : непосредственный // Перспективные направления развития сельского хозяйства : труды Всероссийского совета молодых ученых и специалистов аграрных образовательных и научных учреждений. – Москва, 2015. – С. 40–43.

140. Орлов, А.Н. Ресурсосберегающие системы зяблевой обработки почвы в современной земледелии / А.Н. Орлов, С.В. Богомазов, В.В. Манейлов. – Текст : непосредственный // Нива Поволжья. – 2007. - № 2 (3).- С. 17-20.

141. Орлов, А.Н. Совершенствование элементов технологий возделывания яровой пшеницы, обеспечивающих уменьшение энергетических затрат и повышение урожайности в чернозёмных почвах лесостепи Среднего Поволжья / А.Н. Орлов, О.А. Ткачук, Е.В. Павликова. – Текст : непосредственный // Нива Поволжья. – 2012. - № 2 (23). – С.40-45.

142. Пальчиков, Е.В. Урожайность и некоторые показатели качества зерна озимой пшеницы в зависимости от предшественников / Е.В. Пальчиков, С.А. Волков, И.Н. Мацнев. – Текст : непосредственный // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2017. – № 2 (16). – С. 24–28.

143. Парахин, Н.В. Влияние предшественника на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы / Н.В. Парахин, А.Ф. Мельник. – Текст : непосредственный // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 4 (20). – С. 248–252.

144. Парахин, Н.В. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от факторов биологизации / Н.В. Парахин, А.Ф. Мельник. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2015. – № 4. – С. 1–5.

145. Парыгина, М.Н. Эффективность технологий возделывания озимой пшеницы разных сортов по предшественникам в центральном Нечерноземье : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство», 06.01.09 «Овощеводство» : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Парыгина Марина Николаевна. – Немчиновка, 2009. – 171 с. – Текст : непосредственный.

146. Паштецкий, В.С. Сравнительная эффективность чистых и занятых паров в Крыму / В.С. Паштецкий, К.Г. Женченко, Л.А. Радченко. – Текст : непосредственный // Таврический вестник аграрной науки. – 2016. – № 2(6). – С. 99-106.

147. Перспективы «нулевой» обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно в Волго-Вятском регионе/ А.И. Волков, Н.А. Кириллов, Л.Н. Прохорова, Л.Н. Куликов. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2015. - № 1 .- С.3-5.

148. Перфильев, Н. В. Урожайность зерновых и качество зерна пшеницы при системах основной обработки почвы / Н.В. Перфильев, О.А. Вьюшина. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2017.- № 5.- С. 36-38.

149. Петрова, Л.Н. Влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур на содержание продуктивной влаги и плотность почвы в севообороте / Л.Н. Петрова, В.К. Дриггер. – Текст : непосредственный // Земледелие.- 2015. - № 5. – С. 16-18.

150. Пилипенко, Н.Г. Влияние редьки масличной в занятых и сидеральных парах на фитосанитарное состояние посевов зерновых культур в полевом севообороте / Н.Г. Пилипенко, О.Т. Андреева. – Текст : непосредственный // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. - № 4(20). – С. 253-260.

151. Письменная, Е.В. Влияние сортов и предшественников озимой пшеницы на плодородие почвы, урожайность и качество зерна в Ставропольском крае / Е.В. Письменная, М. Ю. Азарова, Л.Г. Курасова. – Текст : непосредственный // Аграрный научный журнал. – 2020. - № 8. – С.32-37.

152. Пичугин, А.Н. Запасы доступной влаги в почве под озимой пшеницей по занятому и сидеральному парам / А.Н. Пичугин. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2013. - № 6. – С. 12-15.

153. Плескачев, Ю.Н. Приемы обработки каштановых почв Нижнего Поволжья / Ю.Н. Плескачев. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2005. - № 4.- С. 14-15.

154. Плодородие почвы и продуктивность агробиоценозов в полевых севооборотах лесостепи Поволжья : монография / Р.С. Голомолзин, В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, С.В. Шайкин, А.В. Карпов, Е.А. Петухов. – Москва, 2012. - . 98 с. – ISBN 978-5-86785-288-7. – Текст : непосредственный.

155. Подсевалов, М.И. Влияние севооборотов и обработки почвы на режим влажности и урожайность пшеницы / М.И. Подсевалов, И.К. Милодорин. – Текст : непосредственный // Теория и практика актуальных исследований : материалы международной научно-практической конференции. 17 апреля 2012. – Краснодар, 2012. – Т. 2. – С. 187 – 191.

156. Попов, А.И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / А.И. Попов ; под ред. Е.И. Ермакова. – Санкт-Петербург, 2004. – 248 с. – ISBN 5-288-03516-4. – Текст : непосредственный.

157. Практикум по земледелию : учебное пособие / И.П. Васильев, А.М. Туликов, Г.И. Баздырев и др. – М. : КолосС, 2004 . – 424 с. – ISBN 5-9532-0141-9. – Текст : непосредственный.

158. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур/ Г. Пригге, М. Герхард, М. Хабермаер. – Мюнхен: Ландвиртшафтсферлаг, 2004. – 181 с. – Текст : непосредственный.

159. Приемы обработки каштановой почвы и продуктивность звена севооборота «пожнивная культура – озимая пшеница» / Г.Н. Гасанов, А.А. Бексултанов, Ж.Н. Абдуллаев, Н.Р. Магомедов. – Текст : непосредственный // Аграрная наука. – 2012. - № 3. – С. 9-12.

160. Прогрессирующие болезни озимой и яровой пшеницы / Л.Н. Назарова, А.А. Мотовилин, Л.Г. Корнева, С.С. Санин. – Текст : непосредственный // Защита и карантин растений. – № 7. – 2006. – С. 12–14.

161. Продуктивность зерновых севооборотов в условиях изменения климата / Н.А. Морозов, С.А. Лиходиевская, А.И. Хрипунов, Е.Н. Общия. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2016. – № 8. – С. 8–11.

162. Продуктивность зерновых севооборотов с различным насыщением чистыми и занятыми парами / Н.А. Морозов, С.А. Лиходиевская, А.И. Хрипунов, Е.Н. Общия. – Текст : непосредственный // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. - № 5. – С. 29-35.

163. Продуктивность пожнивных культур в сравнении с естественным фитоценозом в Приморской подпровинции Дагестана / Г.Н. Гасанов, Ж.Н. Абдуллаев, Н.Р. Магомедов, А.А. Бексултанов. – Текст : непосредственный // Проблемы развития АПК региона. – 2012. – № 1 (19). – С. 4–7.

164. Процессы трансформации органического вещества в почвах и его качественный состав / В.И. Кирюшин, Н.Ф. Ганжара, И.С. Кауричев, Д.С. Орлов, А.А. Титлянова, А.Д. Фокин . – Текст : непосредственный // Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах. – Москва : Изд-во МСХА, 1993. – С. 18-26.

165. Прянишников, Д.Н. О значении чередования культур в севооборотах / Д.Н. Прянишников. – Текст : непосредственный // Избранные сочинения.- Москва, 1965. – Т. 3. – С. 169-177.

166. Результаты исследований по влиянию предшественников на урожайность зерновых культур / С.И. Камбулов, В.Б. Рыков, Ю.А. Семенихина, В.В. Колесник. – Текст : непосредственный // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения : сборник статей 11-й Международной научно-практической конференции в рамках 21-й Международной агропромышленной выставки «Интерагромаш-2018». – Ростов-на-Дону, 2018. – С. 142–144.

167. Роль предшественников пшеницы озимой в севообороте в условиях ЦЧЗ / В.И. Турусов, В.М. Гармашов, О.А. Богатых, Е.А. Балюнова. – Текст : непосредственный // Аграрная наука. – 2017. - №11-12. – С. 10-11.

168. Рыбалко, Т.С. Современные энергосберегающие технологии / Т.С. Рыбалко. – Текст : непосредственный // Аграрная наука. – 2007. – №6. – С. 11-16.

169. Сабитов, М.М. Эффективность способов обработки почвы и средств химизации в зернопаровом севообороте / М.М. Сабитов, Р.Б. Шарипова. – Текст : непосредственный // Достижение науки и техники АПК – 2015. - № 10. – С. 31-34.

170. Саматов, Б.К. Динамика содержания гумуса в почвах Ульяновской области / Б.К. Саматов, В.М. Жарков. – Текст : непосредственный // Материалы Всероссийского «Круглого стола» на тему: «Ресурсосберегающие технологии: опыт, проблемы, перспективы». – Ульяновск, 2007. – С. 82- 85.

171. Санин, С.С. Проблемы фитосанитарии России на современном этапе / С.С. Санин. – Текст : непосредственный // Защита и карантин растений. – 2016. – № 4. – С. 3–6.

172. Семенов, В.М. Агроэкологические функции растительных остатков в почве / В.М. Семенов, А.К. Ходжаева. – Текст : непосредственный// Агрохимия. – 2006. – № 7. – С. 63–81.

173. Синих, Ю.Н. Влияние длительного использования пожнивных сидератов на динамику развития корневых гнилей и засоренность посевов /

Ю.Н. Синих. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 31-32.

174. Синякова, О.В. Особенности технологии возделывания льна масличного на Среднем Урале : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Синякова Ольга Валерьевна. – Усть-Кинельский. – 2017. – 20 с. – Текст : непосредственный.

175. Солодун, В.И. Влияние чистых и сидеральных паров на засоренность зерновых культур / В.И. Солодун, Л.А. Цвынтарная. – Текст : непосредственный // Вестник ИрГСХА. – 2016. -№ 72. – С. 22-27.

176. Соломонова, Л.В. Эффективность защиты озимой пшеницы от комплекса вредных организмов при различных системах удобрения на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья : специальность 06.01.07 «Защита растений» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Соломонова Лариса Владимировна. – Краснодар, 2012. – 24 с. – Текст : непосредственный.

177. Сорные растения в агрофитоценозах полевых культур и меры борьбы с ними : учебное пособие для студентов по агрономическим специальностям / О.И. Власова и др. – Ставрополь : АГРУС, 2004. – 51 с. – ISBN 5-95-96-0045-5. – Текст : непосредственный.

178. Сорокин, Н.Д. Оценка микробиологической активности почв / Н.Д. Сорокин. – Текст : непосредственный // Тезисы докладов II съезда общества почвоведов России: Кн. 1. – Санкт-Петербург, 1996. – С. 291-292.

179. Станков Н.З. Корневая система растений / Н.З. Станков // М.:Колос, 1964.- С. 217.

180. Терентьев, О.В. Агроэкологические и экономико-энергетические основы оптимизации полевых севооборотов в Среднем За-волжье : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных

наук / Терентьев Олег Владимирович. – Самара, 2006. – 300 с. – Текст : непосредственный.

181. Тимирязев, К.А. Избранные сочинения / К.А. Тимирязев – Т. I. – Москва: Сельхозиздат, 1957. – 723 с. – Текст : непосредственный.

182. Тихонов, Н.Н. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / Н.Н. Тихонов. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2016. - № 23 (126). – С. 192-196.

183. Ткаченко, Д.А. Улучшение фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы без применения химических средств / Д.А. Ткаченко, В.М. Передериева. – Текст : непосредственный // Материалы Международной научной конференции «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики», г. Тольятти, 21-24 апреля 2004 г. : Актуальные проблемы экологии и охраны окружающей среды. – Тольятти: Волжский университет им. В.Н. Татищева, 2004. – С. 202-204.

184. Тойгильдин, А.Л. Абиотические факторы и устойчивость урожайности озимой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья/ А.Л. Тойгильдин, В.И. Морозов, М.И. Подсевалов. – Текст : непосредственный // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. - № 1(29). – С. 29-35.

185. Тойгильдин, А.Л. Научно-практическое обоснование биологизации земледелия лесостепной зоны Поволжья : монография / А.Л. Тойгильдин, В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, Д.Э. Аюпов, И.А. Тойгильдина. – Ульяновск, 2020. – 386 с. – ISBN 978-5-6043485-2-9. – Текст : непосредственный.

186. Тойгильдин, А.Л. Научно-практическое обоснование биологизации земледелия и воспроизводства плодородия чернозема выщелоченного лесостепи Поволжья / А.Л. Тойгильдин. – Усть-Кинельский, 2018. – 41 с. – Текст : непосредственный.

187. Торопова, Е.Ю. Влияние способов обработки почвы на фитосанитарное состояние посевов / Е.Ю. Торопова, В.А. Чулкина, Г.Я. Стецов. – Текст : непосредственный // Защита и карантин растений. – 2010. – №1. – С. 26-27.

188. Трепачев, Е.П. Влияние пожнивно-корневых остатков и неучтенного органического вещества люцерны и костра безостого на плодородие почв / Е.П. Трепачев, Л.Д. Алейникова. – Текст : непосредственный // Почвоведение. – 1982. - №4. – С.120-127.

189. Трофимов, С.Я. Минерализация лабильных фрагментов органического вещества гумусово-аккумулятивного горизонта дерново-подзолистой почвы / С.Я. Трофимов. – Текст : непосредственный // Почвоведение. – 2012. - № 12. – С. 12-59.

190. Трофимова, Т.А. Обработка почвы в биологизированных севооборотах / Т.А. Трофимова, С.И. Коржов. – Текст : непосредственный // Агро XXI. – 2013. - № 7. – С. 21-25.

191. Туев, Н. А. Микробиологические процессы гумусообразования / Н.А. Туев. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 236 с. – ISBN 5-10-001337-0 . – Текст : непосредственный.

192. Тюрин, И.В. Плодородие почв и проблема азота в почвоведении и земледелии / И.В. Тюрин. – Москва, 1957. – 21 с. – Текст : непосредственный.

193. Тютюнов, С.И. Плодосменный севооборот – основной фактор сохранения и повышения плодородия почвы в Белгородской области / С.И. Тютюнов, В.Д. Соловиченко, И.В. Логвинов. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2014. - № 2. – С. 29-31.

194. Умаева, Л.З. Влияние погодных условий на качество зерна мягкой пшеницы / Л.З. Умаева, В.С. Токарев, Л.И. Лисунова. – Текст : непосредственный // Кормопроизводство. – 2017. - № 10. – С. 22–25.

195. Усенко, В.И. Водный режим выщелоченного чернозема в зависимости от предшественника и приема основной обработки / В.И. Усенко,

С.В. Усенко. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2018. - № 2. – С.14-17.

196. Фадеев, И.Д. Влияние сроков посева и норм высева на урожайность новых сортов озимой пшеницы / И.Д. Фадеев, М.Ш. Тагиров, И.Н. Газизов. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2019. – №3. – С. 21-24.

197. Федотов, А.А. Влияние влагообеспеченности на урожайность озимой пшеницы в Среднем Поволжье / А.А. Федотов, Е.А. Горонжин, А.И. Хрипонов. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2014. - № 3. – С. 21-22.

198. Фетюхин, И.В. Интегрированная защита озимой пшеницы от сорняков / И.В. Фетюхин, А.А. Баранов. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2019. - № 1 (61). – С. 6–9.

199. Филиппова, Е.А. Озимая пшеница – фактор получения качественного зерна // Е.А. Филиппова, Н.Ю. Банникова, Л.Т. Мальцева. – Текст : непосредственный // Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса регионов РФ : материалы Международной научно-практической конференции. – Курган, 2018. – С. 678-681.

200. Фисюнов, Н.В. Влияние обработки почвы и способа посева на водопотребление озимой пшеницы в Зауралье. – Текст : непосредственный / Н.В. Фисюнов, Д.И. Еремин // Земледелие. – 2013. - № 3. – С. 24-26.

201. Фитосанитарное состояние агроценоза озимой пшеницы и ее продуктивность в севооборотах Среднего Поволжья/ В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, Д.Э. Аюпов, В.В. Басенков. – Текст : непосредственный // Поволжье Агро – 2014. - №10 (57), - С. 62-64.

202. Формирование урожая озимой пшеницы в зависимости от системы удобрений при минимизации основной обработки почв / М.М, Ильясов, А.Х. Яппаров, Ф.Ш. Шайхутдинов, Н.Л. Шаронова, Н.Ш. Хисамутдинов. – Текст : непосредственный // Вестник Казанского ГАУ 2014. - № 1 (31). – С. 117-121.

203. Хакимова, К.К. Изменение структуры почвы под влиянием предшественников озимой пшеницы / К.К. Хакимова, А.В. Ширяев. – Текст : непосредственный // Молодежный аграрный форум–2018 : материалы международной студенческой научной конференции. – п. Майский, Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – С. 22-24.

204. 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. – Текст : непосредственный // Бюллетень Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства – 2015. - № 7 – С. 252-258.

205. Цивенко, И.А. Чистые и занятые пары под озимые культуры / И.А. Цивенко. – Москва : Колос, 1969. – 136 с. – Текст : непосредственный.

206. Цыбакова, Ю.Н. Биологическая активность темно-серой лесной почвы при различном уровне антропогенной нагрузки : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / ЦыбаковаЮлия Николаевна. – Орел, 2004. – 20 с. – Текст : непосредственный.

207. Черкасов, Г.Н. Контроль засоренности посевов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия / Г.Н. Черкасов, И.В. Дудкин. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2010. – № 1. – С. 43–45

208. Черкасов, Г.Н. Плодородие чернозема типичного при минимизации основной обработки / Г.Н. Черкасов, Е.В. Дубовик, Д.В. Дубовик. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2012. - №4. – С. 23-25.

209. Черкасов, Г.Н. Совершенствование севооборотов и структуры посевных площадей для хозяйств различной специализации Центрального Черноземья / Г.Н. Черкасов, А.С. Акименко. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2016. – № 5. – С. 8–11.

210. Чуданов, И.А. Почвозащитная обработка в севооборотах степного Заволжья / И.А. Чуданов. – Текст : непосредственный // Минимализация обработки почвы. – Москва : Колос, 1984. – С. 237-244.

211. Чуманова, Н.Н. Влияние систем обработки на элементы плодородия почвы и урожайность пшеницы в условиях центральной лесостепи Кемеровской области / Н.Н. Чуманова, В.В. Гребенникова. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2008. - № 4 (46). – С. 56-58.

212. Чундерова, А.И. Влияние предшественников на активность ферментов на выщелоченном черноземе / А.И. Чундерова, Т.П. Зубец, В.И. Морозов. – Текст : непосредственный // Роль микроорганизмов в повышении плодородия почв и урожая культурных растений : труды Всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии. – Ленинград, 1978. – Том 47. – С.11 – 17.

213. Шайкин, С.В. Системы обработки почвы в звене севооборота с сидеральным паром в лесостепи Поволжья : специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Шайкин Сергей Васильевич. – Ульяновск, 2002. – 162 с. – Текст : непосредственный.

214. Шмарко, Н.В. Роль парового поля в адаптивно-ландшафтной системе земледелия Верхневолжья / Н.В. Шмарко, Г.В. Вихорева. – Текст : непосредственный // Владимирский земледелец. – 2011. -№ 1. – С. 24-25.

215. Шмарко, Н.В. Севооборот – основа повышения плодородия дерново-подзолистых почв / Н.В. Шмарко, И.Г. Мельцаев, Г.В Вихорева. – Текст : непосредственный// Земледелие. – 2008. - № 1. – С. 20-21.

216. Шпанев, А.М. Сорные растения в посевах озимых зерновых культур на юго-востоке ЦЧЗ / А.М. Шпанев. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2009. - №1. – С. 42-45.

217. Шульмейстер, К.Г. Борьба с засухой и урожай / К.Г. Шульмейстер. – изд. 2-е, перераб. И доп. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 263 с. – Текст : непосредственный.

218. Шульмейстер, К.Г. Избранные труды. В 2-х т. Т. 2 / К.Г. Шульмейстер. – Волгоград, 1995. – 480 с. – Текст : непосредственный.

219. Шурупов, В.Г. Влияние способов основной обработки почвы и других факторов на засоренность в звене севооборота / В.Г. Шурупов, В.С. Полоус. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2011. – № 1. – С. 28-30.

220. Шурыгин, А.В. Технология возделывания озимой пшеницы / А.В. Шурыгин. – Текст : непосредственный // Фермер. Поволжье. – 2017. – № 3 (56). – С. 68–72.

221. Щербаков, А.П. Изменение свойств черноземных почв в агроландшафтах ЦЧЗ за последнее столетие / А.П. Щербаков, И.И. Васенев, В.Т. Лобков. – Текст : непосредственный // Экологические основы повышения продуктивности и устойчивости агроландшафтных систем : сборник научных трудов.- Орел, 2001. – С. 66- 82. –

222. Экологическая роль малолетних сорных растений при применении систем ресурсосберегающей обработки почвы / С.В. Щукин, А.М. Труфанов, Р.Е. Казнин, Е.В. Чебыкина. – Текст : непосредственный // Вестник АПК Верхневолжья. – 2012. – № 3 (19). – С. 30-33.

223. Экономический анализ в АПК: учебник / П. В. Смекалов, С. В. Смолянинов, Л. Н. Косякова. – Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2018. – 488 с. – ISBN 978-5-903090-57-0. – Текст : непосредственный.

224. Яговенко, Л.Л. Фитосанитарное состояние почвы в севооборотах / Л.Л. Яговенко, Г.Л. Яговенко. – Текст : непосредственный// Севооборот в современной земледелии : сборник докладов Международной научной конференции. – Москва: Издательство МСХА, 2004. – С. 192-196.

225. Altieri, N. Some agroecological and socioeconomic features of organic farming in California synergies in agriculture: A preliminary study / N. Altieri // Biol. Agr. Hortic. – 1983. - № 1,2. – P.97-100.

226. Brenzinger, K. Organic residue amendments to modulate greenhouse gas emissions from agricultural soils / K. Brenzinger, S. Drost, G. Korthals // *Frontiers in Microbiology*. – 2018. – V. 9. – Article number: 3035.

227. Bridges, E.M. Soil gaseous emissions and global climate change / E.M. Bridges, N.H. Batjes // *Geography*. – 1996. – V. 81(2). – P. 155–169.

228. Cropping systems affect paddy soil organic carbon and total nitrogen stocks (in rice-garlic and rice-fava systems) in temperate region of southern China / T. Zhand, A. Chen, J.Liu, H. Liu, B.K.Lei, L.Zhai, D. Zhang, H. Wang // *Science of the total environment*. – 2017. – V. 609. – P. 1640-1649.

229. Diseases and insect pests area monitoring for winter wheat based on hj-ccd imagery / L. Feng, X. Chen, L. Tian, X. Cai, G. Su, W. Wu // *NongyeGongchengXuebao*. – 2010. – T. 26. - № 7. – P. 213-219.

230. Effect of tillage and crop management on runoff, soil erosion and organic carbon loss. / M. Chowaniak, T. Glab, K. Klima, M. Niemiec, T. Zaleski, D. Zuzek // *Soil Use and Management*. – 2020. – T. 36, Вып: 4. – P.581-593.

231. Efficacy of Brassica sorghum and sunflower aqueous extracts to control wheat weeds under rainfed conditions of pothwar / F.K. Awan, M. Raheed, M. Ashraf, M.Y. Khurshid // *Pakistan Journal of Animal and Plant Sciences*. – 2012. - Volume: 22, Issue: 3. – P. 715-721.

232. Efficient Solar-Driven Nitrogen Fixation over Carbon-Tungstic-Acid Hybrids / X. Li, W. Wang, D. Jiang, S. Sun, L. Zhang, X. Sun // *Chemistry*. – 2016. – Sep 19; 22(39). – P.13819-13822.

233. Fernandez-Quintanilla C., Barroso J. Impact of climate change of weed management systems / C. Fernandez-Quintanilla, J. Barroso // *Informacion Tecnica Economica Agraria*. – 2020. - № 116 (5). – P. 396-404.

234. Global meta-analysis of wood decomposition rates: a role for trait variation among tree species? / J.T Weedon, W.K. Cornwell, J.H Cornelissen, A.E. Zanne // *Ecology Letters*. – 2009. – V. 12. – P.45-56.

235. Influence of traditional technology and direct sowing the winter wheat on agrophysical factors of fertility the dark 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.

236. Rapp D. Assessing climate change: Temperatures, solar radiation and heat balance: Third edition. – Springer International Publishing, 2014. – 816 p.

237. Reducing danger of heavy metals accumulation in winter wheat grain which is grown after leguminous perennial precursor / S.F. Razanov, O.P. Tkachuk, O.M. Bakhmat, A.M. Razanova // Ukrainian Journal of Ecolog. – 2020. – V. 10, № 1. – P. 254-260.

238. Selection of winter wheat predecessors in crop rotations of the Volga region forest steppe / A.L. Toigildin, V.I. Morozov, M.I. Podsevalov, Y.M. Isaev, I.A. Toigildina // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – S. 7 (6). – P. 2203-2209.

239. Senft, D Weed control on the central plains Agricultural Research/ D. Senft – 1997. - T. 45. - № 5. - P. 19.

240. Soil microbiome: a key player for conservation of soil health under changing climate / A. Dubey, M.A. Malla, F. Khan, K. Chowdhary, S. Yadav, A. Kumar, S. Sharma, P.K. Khare, M.L. Khan // Biodiversity and Conservation. - 2019. – V. 28, №8-9. - P. 2405-2429.

241. The effectiveness of direct sowing technology in the cultivation of spring wheat in the conditions of the forest-steppe zone of the Volga region / A.L. Toigildin, V.I. Morozov, M.I. Podsevalov, V.V. Syromyatnikov // International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. - 2020. - P. 00129.

242. Utilizing the allelopathic potential of Brassica species for sustainable crop production: a review. Journal of plant growth regulation / S. Rehman,

B. Shahzad, A.A. Bajwa, S. Hussain, A. Rehman, S.A. Cheema, T. Abbas, A. Ali, L. Shah, S. Adkins, Pj.T. Li. – 2019. - V 38, №1. - P. 343-356.

243. Winter wheat fertilized with biogas residue and mining waste: yielding and the quality of grain / K. Różyło, E. Pałys, U. Gawlik-Dziki, M. Świeca, R. Różyło // Journal of the Science of Food and Agriculture. - 2016. - P. 3454-3461.

244. Yield gain due to fungicide application in varieties of winter wheat (*triticumaestivum*) resistant and susceptible to leaf rust / A. Morgounov, B. Akin, L. Demir, S. Orhan, I. Özseven, M. Keser, A. Kokhmetova, S. Martynov, F. Özdemir, Z. Sapakhova, M. Yessimbekova // Crop and Pasture Science. - 2015. - T. 66, № 7. - P. 649-659.

245. 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 // Scientific Papers. Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. – 2018. – Vol. 18, № 2. – P. 493–498.

Приложения

Температура воздуха в годы проведения исследований, °С (метеопоста «Октябрьский»)

Месяц	Температура воздуха, °С					
	Декады	Сред. за 1975–2020г.	2018	2019	2020	2021
Январь	1	-10,2	-5,7	-10,8	-3,2	-7,6
	2	-8,2	-11,4	-7,3	-1,0	-18,7
	3	-8,3	-12,4	-14,3	-4,4	-5,8
	Сред	-8,9	-9,8	-10,8	-2,9	-10,7
Февраль	1	-11,3	-9,1	-9,2	-5,9	-11,4
	2	-10,2	-12,5	-6,4	-4,8	-16,6
	3	-7,9	-17,0	-5,9	-0,8	-15,2
	Сред	-9,8	-12,9	-7,2	-3,8	-14,4
Март	1	-5,3	-13,0	-3,5	1,4	-12,2
	2	-4,1	-11,2	-1,5	3,8	-7,3
	3	-1,4	-4,2	0,7	2,2	-1,1
	Сред	-3,6	-9,5	-1,9	2,5	-6,9
Апрель	1	2,3	3,0	3,1	4,7	3,8
	2	6,1	5,6	4,7	5,9	9,6
	3	9,0	6,3	6,0	8,0	7,1
	Сред	5,8	5,0	4,6	6,2	6,8
Май	1	12,5	13,8	15,6	14,2	14,7
	2	13,8	17,4	16,7	11,1	22,2
	3	15,8	14,4	17,5	14,9	20,0
	Сред	14,0	15,2	16,6	13,4	18,9
Июнь	1	16,8	13,2	19,7	16,6	18,3
	2	18,8	16,3	19,1	19,1	21,3
	3	20,0	23,3	20,0	17,0	24,4
	Сред	18,5	17,6	19,6	17,6	21,3
Июль	1	19,8	23,6	18,7	24,0	22,7
	2	20,6	22,4	20,0	23,0	19,0
	3	20,5	22,2	19,0	20,6	22,5
	Сред	20,3	22,7	19,2	22,5	21,4
Август	1	19,5	21,7	15,2	19,9	24,0
	2	18,5	20,2	19,0	15,2	24,5
	3	16,9	18,5	15,6	17,9	20,8
	Сред	18,3	20,1	16,6	17,7	23,1
Сентябрь	1	14,9	17,2	14,2	16,8	12,7
	2	12,5	14,7	13,0	12,8	10,8
	3	10,3	11,9	6,2	10,7	8,3
	Сред	12,5	14,6	11,1	13,4	10,6
Октябрь	1	9,4	9,1	10,8	9,9	-
	2	3,4	8,3	7,9	9,2	-
	3	0,7	4,0	7,3	3,0	-
	Сред	4,5	7,1	8,7	7,4	-
Ноябрь	1	0,7	1,8	2,1	3,3	-
	2	0,2	-5,0	0,1	-5,7	-
	3	0	-5,8	-7,3	-3,9	-
	Сред	-0,3	-3,0	-1,7	-2,1	-

Продолжение приложения 1

Декабрь	1	- 3,6	- 6,4	-2,1	-13,5	-
	2	- 4,8	- 7,3	-3,3	- 12,3	-
	3	- 5,4	- 10,7	-7,4	-8,5	-
	Сред	-4,6	-8,1	-4,3	-11,4	-

Сумма осадков в годы проведения исследований, мм. (метеопоста «Октябрьский»)

Месяц	Сумма осадков, мм					
	Декады	Сред.за 1975–2020	2018	2019	2020	2021
Январь	1	7,2	5,3	6,4	1,0	0,0
	2	10,3	0,2	0	7,4	0,0
	3	13,5	4,5	2,6	3,6	12,0
	Сумма	31,0	10,0	9,0	12	12,0
Февраль	1	8,4	0	0	11,4	12,4
	2	9,7	0	9,4	6,6	0,4
	3	6,9	6,0	1,6	13,2	4,2
	Сумма	25,0	6,0	10,6	31,2	17,0
Март	1	7,6	0	8,2	7,8	0,6
	2	5,3	0,2	10,4	6,8	0,6
	3	10,1	7,6	35,0	2,8	2,8
	Сумма	23,0	7,8	53,6	17,4	3,4
Апрель	1	10,5	13,2	6,0	0,2	19,2
	2	11,6	9,4	0	15,2	1,0
	3	11,3	54,8	6,0	22,8	14,4
	Сумма	33,3	77,4	12	38,2	34,6
Май	1	9,8	4,6	0	5,6	20,0
	2	13,6	3,0	4,0	26,0	3,0
	3	15,2	10,6	11,0	15,0	9,6
	Сумма	38,6	18,2	15,0	46,6	32,6
Июнь	1	18,3	10,6	9,0	54,6	0
	2	24,5	4,0	0,8	10,8	8,6
	3	23,4	0	34,4	18,6	22,4
	Сумма	66,2	14,6	44,2	84,0	31,0
Июль	1	26,7	9,6	13,0	6,0	10,6
	2	18,7	36,0	35,6	5,0	30,0
	3	21,5	0,2	23,4	5,2	32,8
	Сумма	67,0	45,8	72,0	16,2	73,4
Август	1	18,2	12,8	87,2	21,2	6,8
	2	16,6	3,2	1,8	33,8	1,2
	3	17,5	14,0	5,0	5,0	3,2
	Сумма	52,4	30,0	94,0	60,0	11,2
Сентябрь	1	18,9	0	0	1,4	34,4
	2	20,2	25,2	36,0	13,6	2,6
	3	19,4	13,0	22,4	2,8	40,0
	Сумма	58,5	38,2	58,4	17,8	77,0
Октябрь	1	15,1	28,4	15,4	0,2	-
	2	12,6	4,4	41,6	4,6	-
	3	12,3	41,8	4,8	19,6	-
	Сумма	40,0	74,6	61,8	24,4	-
Ноябрь	1	4,7	9,2	4,0	4,6	-
	2	11,6	0	10,4	0	-
	3	17,7	0	0	0,8	-
	Сумма	34,0	9,2	14,4	5,4	-

Продолжение приложения 2

Декабрь	1	5,6	0,3	4,4	0	-
	2	9,8	6,7	14,2	0,6	-
	3	16,6	5,0	0	8,0	-
	Сумма	32,0	12,0	18,6	8,6	-

Системы основной обработки почвы в экспериментальных севооборотах

№ по-ля	Вари-ант об-работ-ки	I севооборот	II севооборот	III севооборот	IV севооборот
1	В1	Пар чистый Дискование БДМ–4х4П на 10–12см + рыхление плугами со стойками Си-БИМЭ на 20–22 см.	Лен масличный	Горчица белая	Рапс яровой
		Дискование БДМ–4х4П на 10–12 см + рыхление плугами со стойками СиБИМЭ на 20–22 см.			
	В2	Пар чистый Дискование БДМ–4х4П на 10–12см + культивация КПИР–3,6 на 12–14 см	Лен масличный	Горчица белая	Рапс яровой
		Дискование БДМ–4х4П на 10–12см + культивация КПИР–3,6 на 12–14 см			
2	В1	Озимая пшеница Весенне–летний уход за чистым паром. Культивация КПИР–3,6, посев	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница
	Дискование БДМ–4х4П двухкратное на 8–10; 10–12 см. предпосевная культивация КПИР–3,6 на 6–8 см, посев.				
	В2	Озимая пшеница Весенне–летний уход за чистым паром. Культивация КПИР–3,6, посев	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница
				Дискование БДМ–4х4П двухкратное на 8–10; 10–12 см. предпосевная культивация КПИР–3,6 на 6–8 см, посев.	

Система удобрений в экспериментальных севооборотах

Культура	Под предпосевную культивацию	При севе	Подкормка
Масличные (лен, горчица, рапс)	100 кг/га аммиачная селитра	100 кг/га диаммофоска 10:26:26	–
Озимая пшеница	–	100 кг/га диаммофоска 10:26:26	200 кг/га аммиачная селитра
Бобовые (соя, горох, люпин, нут)	–	100 кг/га диаммофоска 10:26:26	–
Яровая пшеница	100 кг/га аммиачная селитра	100 кг/га диаммофоска 10:26:26	–
Многолетние травы	–	–	100 кг/га аммиачная селитра

Система защиты растений в экспериментальных севооборотах

№ поля	Культура	1 уровень Защита растений от сорняков (Минимальная защита растений)	2 уровень Защита растений от сорняков, болезней и вредителей (Адаптивно–интегрированная защита растений)
1	Чистый пар	Культивация паров	Культивация + гербицид (глифосат 360 г/л; 3 л/га)
	Лен	1 обработка: гербицид Лорнет, ВР – 0,3 л/га (клопиралид 300 г/л)	1 обработка: Гербицид Лорнет, ВР – 0,3 л/га (Клопиралид, 300 г/л, 0,1–0,3 л/га) + биофунгицид БисолбиСан 1 л/га + инсектицид Фастак 0,15 л/га; 2 обработка: фунгицид Пиктор 0,5 л/га, инсектицид Би 58 Новый 1 л/га
	Горчица		
	Рапс		
2	Озимая пшеница	1 обработка: гербицид Примадонна, ВР – 0,6 л/га (клопиралид 300 г/л)	Обработка семян: Иншур Перформ 0,5 л/т + биофунгицид БисолбиСан 1 л/т 1 обработка: Гербицид Примадонна, ВР – 0,6 л/га + биофунгицид БисолбиСан 1 л/га + инсектициды Фастак 0,15 л/га; 2 обработка: фунгицид Рекс Плюс 0,8 л/га, инсектицид Би 58 Новый 1 л/га
3	Соя	1 обработка: гербицид Пивот 0,5 л/га	Обработка семян; Делит Про 0,5 л/т + биофунгицид БисолбиСан 1 л/т 1 обработка: Пивот 0,5 л/га биофунгицид БисолбиСан 1 л/га + инсектицид Фастак 0,15 л/га; 2 обработка: фунгицид Оптимомо 0,5 л/га, инсектицид Фастак 0,15 л/га
	Горох		
	Люпин		
	Нут	1 обработка: гербицид почвенный Мерлин Флекс 0,2 л/га	Обработка семян; Делит Про 0,5 л/т + биофунгицид БисолбиСан 1 л/т 1 обработка: Мерлин Флекс 0,2 л/га 2 обработка: фунгицид Оптимомо 0,5 л/га, инсектицид Фастак 0,15 л/га
4	Яровая пшеница	1 обработка: гербицид Примадонна, ВР – 0,6 л/га (клопиралид 300 г/л)	Обработка семян: Иншур Перформ 0,5 л/т + биофунгицид БисолбиСан 1 л/т 1 обработка: Гербицид Примадонна, ВР – 0,6 л/га + биофунгицид БисолбиСан 1 л/га + инсектициды Фастак 0,15 л/га; 2 обработка: фунгицид Рекс Плюс 0,8 л/га, инсектицид Би 58 Новый 1 л/га
5	Многолетние травы	1 обработка: Базагран 2 л/га	1 обработка: Базагран 2 л/га + БисолбиСан 1 л/га
6	Яровая пшеница	1 обработка: гербицид Примадонна, ВР – 0,6 л/га (клопиралид 300 г/л)	Обработка семян: Иншур Перформ 0,5 л/т + биофунгицид БисолбиСан 1 л/т 1 обработка: Гербицид Примадонна, ВР – 0,6 л/га + биофунгицид БисолбиСан 1 л/га + инсектициды Фастак 0,15 л/га; 2 обработка: фунгицид Рекс Плюс 0,8 л/га, инсектицид Би 58 Новый 1 л/га

Влияние предшественников и обработки почвы на плотность сложения пахотного слоя озимой пшеницы, г/см³. в 2019 году

Факторы		Слой, см	Посев	Возобновление – вегетации	Уборка
Предшественник	Обработка почвы				
Чистый пар	В1	0–10	1,14	1,26	1,30
		10–20	1,19	1,27	1,33
		20–30	1,26	1,33	1,36
		0–30	1,20	1,29	1,33
	В2	0–10	1,12	1,29	1,32
		10–20	1,20	1,29	1,32
		20–30	1,26	1,31	1,38
		0–30	1,19	1,34	1,34
Лён масличный	В1	0–10	1,15	1,31	1,32
		10–20	1,20	1,28	1,34
		20–30	1,26	1,30	1,39
		0–30	1,20	1,34	1,35
	В2	0–10	1,16	1,31	1,33
		10–20	1,22	1,29	1,36
		20–30	1,27	1,31	1,39
		0–30	1,22	1,34	1,36
Горчица белая	В1	0–10	1,14	1,31	1,34
		10–20	1,20	1,27	1,33
		20–30	1,28	1,28	1,36
		0–30	1,21	1,33	1,34
	В2	0–10	1,15	1,29	1,34
		10–20	1,22	1,30	1,36
		20–30	1,28	1,32	1,39
		0–30	1,22	1,34	1,37
Рапс яровой	В1	0–10	1,14	1,32	1,31
		10–20	1,20	1,27	1,31
		20–30	1,27	1,29	1,37
		0–30	1,20	1,31	1,34
	В2	0–10	1,15	1,29	1,35
		10–20	1,21	1,31	1,34
		20–30	1,28	1,33	1,39
		0–30	1,21	1,31	1,35

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Влияние предшественников и обработки почвы на плотность сложения почвы под озимой пшеницей, г/см³. в 2020 году

Факторы		Слой, см	Посев	Возобновление – вегетации	Уборка
Предшественник	Обработка почвы				
Чистый пар	В1	0–10	1,08	1,18	1,25
		10–20	1,13	1,22	1,31
		20–30	1,18	1,29	1,31
		0–30	1,13	1,23	1,29
	В2	0–10	1,07	1,22	1,27
		10–20	1,17	1,24	1,31
		20–30	1,25	1,30	1,32
		0–30	1,17	1,25	1,27
Лён масличный	В1	0–10	1,11	1,21	1,25
		10–20	1,19	1,26	1,29
		20–30	1,23	1,31	1,31
		0–30	1,18	1,26	1,29
	В2	0–10	1,13	1,25	1,27
		10–20	1,21	1,27	1,32
		20–30	1,23	1,32	1,33
		0–30	1,13	1,29	1,30
Горчица белая	В1	0–10	1,11	1,26	1,27
		10–20	1,18	1,27	1,30
		20–30	1,23	1,32	1,31
		0–30	1,18	1,27	1,29
	В2	0–10	1,23	1,26	1,28
		10–20	1,17	1,28	1,31
		20–30	1,12	1,33	1,32
		0–30	1,18	1,29	1,29
Рапс яровой	В1	0–10	1,24	1,22	1,26
		10–20	1,19	1,25	1,29
		20–30	1,13	1,31	1,33
		0–30	1,17	1,26	1,29
	В2	0–10	1,23	1,24	1,28
		10–20	1,19	1,26	1,32
		20–30	1,13	1,32	1,33
		0–30	1,20	1,27	1,28

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Влияние предшественников и обработки почвы на плотность сложения почвы под озимой пшеницей, г/см³. в 2021 году

Факторы		Слой, см	Посев	Возобнов- ление – ве- гетации	Уборка
Предшест- венник	Обработка почвы				
Чистый пар	В1	0–10	1,11	1,20	1,28
		10–20	1,16	1,23	1,30
		20–30	1,21	1,27	1,34
		0–30	1,15	1,25	1,31
	В2	0–10	1,11	1,25	1,29
		10–20	1,15	1,27	1,33
		20–30	1,24	1,33	1,37
		0–30	1,14	1,27	1,32
Лён мас- личный	В1	0–10	1,13	1,26	1,29
		10–20	1,16	1,27	1,34
		20–30	1,23	1,31	1,37
		0–30	1,17	1,28	1,33
	В2	0–10	1,14	1,25	1,28
		10–20	1,17	1,28	1,32
		20–30	1,27	1,31	1,39
		0–30	1,20	1,28	1,33
Горчица белая	В1	0–10	1,12	1,26	1,31
		10–20	1,21	1,28	1,32
		20–30	1,28	1,33	1,36
		0–30	1,20	1,28	1,31
	В2	0–10	1,13	1,27	1,29
		10–20	1,21	1,28	1,32
		20–30	1,28	1,31	1,37
		0–30	1,20	1,29	1,33
Рапс яровой	В1	0–10	1,15	1,27	1,29
		10–20	1,16	1,28	1,31
		20–30	1,21	1,33	1,34
		0–30	1,17	1,29	1,30
	В2	0–10	1,13	1,29	1,30
		10–20	1,18	1,26	1,32
		20–30	1,25	1,32	1,37
		0–30	1,16	1,29	1,30

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Расход влаги в посевах озимой пшеницы в севооборотах за 2019

Период вегетации	Предшественники	Запасы влаги в слое 0–1,0 м, мм		Убыло, прибыло, мм	Осадки, мм	Расход влаги за период, мм		Из запасов почвы		За счет осадков	
		Начало периода	Конец периода			мм	%	мм	%	мм	%
Возобновление ве- гетации– колоше- ние	Пар чистый	185	125	60	15,2	75,2	29,3	60	79,8	15,2	20,2
	Лен масличный	175	117	58	15,2	73,2	29,5	58	79,2	15,2	20,8
	Горчица белая	175	117	58	15,2	73,2	29,5	58	79,2	15,2	20,8
	Рапс яровой	175	118	57	15,2	72,2	28,9	57	78,9	15,2	21,1
Колошение – уборка	Пар чистый	125	60	65	116,2	181,2	70,7	65	35,9	116,2	64,1
	Лен масличный	117	58	59	116,2	175,2	70,5	59	33,7	116,2	66,3
	Горчица белая	117	58	59	116,2	175,2	70,5	59	33,7	116,2	66,3
	Рапс яровой	118	57	61	116,2	177,2	71,1	61	34,4	116,2	65,6
Возобновление ве- гетации– уборка	Пар чистый	185	60	125	131,4	256,4	100	125	48,8	131,4	51,2
	Лен масличный	175	58	117	131,4	248,4	100	117	47,1	131,4	52,9
	Горчица белая	175	58	117	131,4	248,4	100	117	47,1	131,4	52,9
	Рапс яровой	175	57	118	131,4	249,4	100	118	47,3	131,4	52,7

Расход влаги в посевах озимой пшеницы в севооборотах за 2020 год

Период вегетации	Предшественники	Запасы влаги в слое 0–1,0 м, мм		Убыло, прибыло, мм	Осадки, мм	Расход влаги за период, мм		Из запасов почвы		За счет осадков	
		Начало периода	Конец периода			мм	%	мм	%	мм	%
Возобновление ве- гетации– колоше- ние	Пар чистый	194	159	35	84,8	119,8	34,8	35	29,2	84,8	70,8
	Лен масличный	180	151	29	84,8	113,8	33,9	29	25,5	84,8	74,5
	Горчица белая	182	150	32	84,8	116,8	34,9	32	27,4	84,8	72,6
	Рапс яровой	181	158	23	84,8	107,8	31,4	23	21,3	84,8	78,7
Колошение – уборка	Пар чистый	159	35	124	100,2	224,2	65,2	124	55,3	100,2	44,7
	Лен масличный	151	29	122	100,2	222,2	66,1	122	54,9	100,2	45,1
	Горчица белая	150	32	118	100,2	218,2	65,1	118	54,1	100,2	45,9
	Рапс яровой	158	23	135	100,2	235,2	68,6	135	57,4	100,2	42,6
Возобновление ве- гетации– уборка	Пар чистый	194	35	159	185	344	100	159	46,2	185	53,8
	Лен масличный	180	29	151	185	336	100	151	44,9	185	55,1
	Горчица белая	182	32	150	185	335	100	150	44,8	185	55,2
	Рапс яровой	181	23	158	185	343	100	158	46,1	185	53,9

Расход влаги в посевах озимой пшеницы в севооборотах за 2021 год

Период вегетации	Предшественники	Запасы влаги в слое 0–1,0 м, мм		Убыло, прибыло, мм	Осадки, мм	Расход влаги за период, мм		Из запасов почвы		За счет осадков	
		Начало периода	Конец периода			мм	%	мм	%	мм	%
Возобновление ве- гетации– колоше- ние	Пар чистый	183	108	75	67,2	142,2	50,9	75	52,7	67,2	47,3
	Лен масличный	173	101	72	67,2	139,2	51,1	72	51,7	67,2	48,3
	Горчица белая	173	99	74	67,2	141,2	52,2	74	52,4	67,2	47,6
	Рапс яровой	172	101	71	67,2	138,2	50,7	71	51,4	67,2	48,6
Колошение – уборка	Пар чистый	108	75	33	104,4	137,4	49,1	33	24,0	104,4	76,0
	Лен масличный	101	72	29	104,4	133,4	48,9	29	21,7	104,4	78,3
	Горчица белая	99	74	25	104,4	129,4	47,8	25	19,3	104,4	80,7
	Рапс яровой	101	71	30	104,4	134,4	49,3	30	22,3	104,4	77,7
Возобновление ве- гетации– уборка	Пар чистый	183	75	108	171,6	279,6	100	108	38,6	171,6	61,4
	Лен масличный	173	72	101	171,6	272,6	100	101	37,1	171,6	62,9
	Горчица белая	173	74	99	171,6	270,6	100	99	36,6	171,6	63,4
	Рапс яровой	172	71	101	171,6	272,6	100	101	37,1	171,6	62,9

Расход влаги в посевах озимой пшеницы в севооборотах (в среднем за 2019 – 2021 гг.)

Период вегетации	Предшественники	Запасы влаги в слое 0–1,0 м, мм		Убыло, прибыло, мм	Осадки, мм	Расход влаги за период, мм		Из запасов почвы		За счет осадков	
		Начало периода	Конец периода			мм	%	мм	%	мм	%
Возобновление ве- гетации– колоше- ние	Пар чистый	184	127	57	56	113	39,0	57	50,4	56	49,6
	Лен масличный	176	123	53	56	109	38,1	53	48,6	56	51,4
	Горчица белая	176	121	55	56	111	39,1	55	49,5	56	50,5
	Рапс яровой	176	126	50	56	106	36,7	50	47,2	56	52,8
Колошение – уборка	Пар чистый	127	57	70	107	177	61,0	70	39,5	107	60,5
	Лен масличный	123	53	70	107	177	61,9	70	39,5	107	60,5
	Горчица белая	121	55	66	107	173	60,9	66	38,2	107	61,8
	Рапс яровой	126	50	76	107	183	63,3	76	41,5	107	58,5
Возобновление ве- гетации– уборка	Пар чистый	184	57	127	163	290	100	127	43,8	163	56,2
	Лен масличный	176	53	123	163	286	100	123	43,0	163	57,0
	Горчица белая	176	55	121	163	284	100	121	42,6	163	57,4
	Рапс яровой	176	50	126	163	289	100	126	43,6	163	56,4

Эвапотранспирация и коэффициент водопотребления озимой пшеницы после
различных паров за 2019 год

Показатели	Пар чистый	Лен мас- личный	Горчица белая	Рапс яро- вой
Урожай сухой надземной биомассы, т/га	7,1	5,7	5,4	5,8
Урожай зерна, т/га	4,0	3,2	3,0	3,2
Запасы продуктивной воды перед возобновлением вегетации, мм	185	175	175	175
Осадки за период возобновление вегетации – уборка, мм	131,4	131,4	131,4	131,4
Запасы продуктивной влаги в слое почвы 1 м перед уборкой, мм	60	58	58	57
Общий расход продуктивной влаги, мм	256,4	248,4	248,4	249,4
Коэффициент водопотребления, м ³ /т*	$\frac{361}{649}$	$\frac{435}{784}$	$\frac{460}{828}$	$\frac{433}{779}$

Эвапотранспирация и коэффициент водопотребления озимой пшеницы после
различных паров за 2020 год

Показатели	Пар чистый	Лен мас- личный	Горчица белая	Рапс яро- вой
Урожай сухой надземной биомассы, т/га	13,1	9,9	11,4	10,3
Урожай зерна, т/га	7,3	5,5	6,3	5,7
Запасы продуктивной влаги перед возобновлением вегетации, мм	194	180	182	181
Осадки за период возобновление вегетации – уборка, мм	185	185	185	185
Запасы продуктивной влаги в слое почвы 1 м перед уборкой, мм	35	29	32	23
Общий расход продуктивной влаги, мм	344	336	335	343
Коэффициент водопотребления, м ³ /т*	<u>262</u> 471	<u>338</u> 609	<u>294</u> 528	<u>333</u> 599

Эвапотранспирация и коэффициент водопотребления озимой пшеницы после
различных паров за 2021

Показатели	Пар чистый	Лен масличный	Горчица белая	Рапс яровой
Урожай сухой надземной биомассы, т/га	7,02	4,28	4,54	4,36
Урожай зерна, т/га	3,9	2,38	2,52	2,42
Запасы продуктивной воды перед возобновлением вегетации, мм	183	173	173	172
Осадки за период возобновление вегетации – уборка, мм	171,6	171,6	171,6	171,6
Запасы продуктивной влаги в слое почвы 1 м перед уборкой, мм	75	72	74	71
Общий расход продуктивной влаги, мм	279,6	272,6	270,6	272,6
Коэффициент водопотребления, м ³ /т	$\frac{398}{717}$	$\frac{636}{1145}$	$\frac{597}{1074}$	$\frac{626}{1126}$

Баланс гумуса в звеньях севооборота с чистым паром

№ поля	Культура	Урожайность, ц/га	Вынос азота с урожаем, кг		Минерализация гумуса, кг/га	Масса, т/га		Новообразование гумуса			Баланс, кг/га (+/-)
			на 1 ц	кг/га		ПКО	Соломы	Из ПКО	Из соломы	Всего, кг/га	
Комбинированная обработка с применением минимальной защиты растений											
1	Чистый пар	–	–	–	2000	–	–	–	–	–	–2000
2	Озимая пшеница	50,5	3,5	176,8	1768	4,9	7,6	421	854	1276	-492
Минерализация гумуса на 1га					1884			211	427	638	-1246
Комбинированная обработка с применением адаптивно – интегрированной защиты											
1	Чистый пар	–	–	–	2000	–	–	–	–	–	–2000
2	Озимая пшеница	54,2	3,5	189,7	1897	5,3	8,2	453	918	1371	-526
Минерализация гумуса на 1га					1948,5			227	459	686	-1263
Минимальная обработка с применением минимальной защиты растений											
1	Чистый пар	–	–	–	2000	–	–	–	–	–	–2000
2	Озимая пшеница	48,8	3,5	170,8	1708	4,7	7,3	407	825	1232	-476
Минерализация гумуса на 1га					1854			204	413	616	-1238
Минимальная обработка с применением адаптивно – интегрированной защиты											
1	Чистый пар	–	–	–	2000	–	–	–	–	–	–2000
2	Озимая пшеница	52,8	3,5	184,8	1848	5,1	7,9	441	894	1335	-513
Минерализация гумуса на 1га					1924			221	447	668	-1257

Баланс гумуса в звеньях севооборота со льном масличным

№ поля	Культура	Урожайность, ц/га	Вынос азота с урожаем, кг		Минерализация гумуса, кг/га	Масса, т/га		Новообразование гумуса			Баланс, кг/га (+/-)
			на 1 ц	кг/га		ПКО	Соломы	Из ПКО	Из соломы	Всего, кг/га	
Комбинированная обработка с применением минимальной защиты растений											
1	Лён масличный	12,4	2,9	36,0	360	1,3	0,9	110	102	213	-147
2	Озимая пшеница	36,9	3,5	129,2	1292	3,5	5,5	303	622	925	-367
Минерализация гумуса на 1га					826			206,5	362	569	-257
Комбинированная обработка с применением адаптивно – интегрированной защиты											
1	Лён масличный	13,3	2,9	38,6	386	1,4	1,0	118	110	228	-158
2	Озимая пшеница	40,4	3,5	141,4	1414	3,9	6,1	334	682	1015	-399
Минерализация гумуса на 1га					900			226	396	621,5	-278
Минимальная обработка с применением минимальной защиты растений											
1	Лён масличный	10,8	2,9	31,3	313	1,1	0,8	96	89	186	-128
2	Озимая пшеница	34,8	3,5	121,8	1218	3,3	5,2	285	586	871	-347
Минерализация гумуса на 1га					766			191	338	529	-237
Минимальная обработка с применением адаптивно – интегрированной защиты											
1	Лён масличный	11,7	2,9	33,9	339	1,2	0,9	104	97	201	-139
2	Озимая пшеница	38,5	3,5	134,8	1348	3,7	5,8	317	649	966	-381
Минерализация гумуса на 1га					844			211	373	584	-260

Баланс гумуса в звеньях севооборота с горчицей белой

№ поля	Культура	Урожайность, ц/га	Вывос азота с урожаем, кг		Минерализация гумуса, кг/га	Масса, т/га		Новообразование гумуса			Баланс, кг/га (+/-)
			на 1 ц	кг/га		ПКО	Соломы	Из ПКО	Из соломы	Всего, кг/га	
Комбинированная обработка с применением минимальной защиты растений											
1	Горчица белая	12,6	5,7	71,8	718	1,4	1,1	116	121	238	-481
2	Озимая пшеница	39,7	3,5	139,0	1390	3,8	6,0	328	670	997	-392
Минерализация гумуса на 1га					1054			222	395,5	617,5	-436
Комбинированная обработка с применением адаптивно – интегрированной защиты											
1	Горчица белая	13,6	5,7	77,5	775	1,5	1,2	126	131	257	-519
2	Озимая пшеница	43,4	3,5	151,9	1519	4,2	6,5	360	733	1093	-426
Минерализация гумуса на 1га					1147			243	432	675	-473
Минимальная обработка с применением минимальной защиты растений											
1	Горчица белая	10,5	5,7	59,9	599	1,1	0,9	97	101	198	-400
2	Озимая пшеница	37,2	3,5	130,2	1302	3,6	5,6	306	627	933	-369
Минерализация гумуса на 1га					951			202	364	566	-385
Минимальная обработка с применением адаптивно – интегрированной защиты											
1	Горчица белая	10,9	5,7	62,1	621	1,2	0,9	101	105	206	-416
2	Озимая пшеница	41,1	3,5	143,9	1439	4,0	6,2	340	694	1033	-405
Минерализация гумуса на 1га					1030			221	400	620	-410

Баланс гумуса в звеньях севооборота с рапсом яровым

№ поля	Культура	Урожайность, ц/га	Вынос азота с урожаем, кг		Минерализация гумуса, кг/га	Масса, т/га		Новообразование гумуса			Баланс, кг/га (+/-)
			на 1 ц	кг/га		ПКО	Соломы	Из ПКО	Из соломы	Всего, кг/га	
Комбинированная обработка с применением минимальной защиты растений											
1	Рапс яровой	13,9	5	69,5	695	1,1	1,4	97	156	253	-442
2	Озимая пшеница	37,8	3,5	132,3	1323	3,6	5,7	311	637	948	-375
Минерализация гумуса на 1га					1009			204	396,5	600,5	-408
Комбинированная обработка с применением адаптивно – интегрированной защиты											
1	Рапс яровой	15,2	5	76,0	760	1,2	1,5	106	171	278	-482
2	Озимая пшеница	41,5	3,5	145,3	1452,5	4,0	6,2	343	700	1044	-409
Минерализация гумуса на 1га					1106			225	436	661	-446
Минимальная обработка с применением минимальной защиты растений											
1	Рапс яровой	11,4	5	57,0	570	0,9	1,1	80	127	207	-363
2	Озимая пшеница	36	3,5	126,0	1260	3,4	5,4	295	606	902	-358
Минерализация гумуса на 1га					915			188	367	555	-361
Минимальная обработка с применением адаптивно – интегрированной защиты											
1	Рапс яровой	12,3	5	61,5	615	1,0	1,2	86	137	224	-391
2	Озимая пшеница	39,4	3,5	137,9	1379	3,8	5,9	325	665	989	-390
Минерализация гумуса на 1га					997			206	401	607	-390

Пораженность листовой ржавчиной растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и систем защиты растений в севооборотах за 2019 год

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Больных растений, %			Развитие болезни, %		
			По фактору С	По фактору В	По фактору А	По фактору С	По фактору В	По фактору А
Парчистый А ₁	В ₁	С ₁	83,8	50,3	48,9	17,6	10,6	10,6
		С ₂	16,8			3,5		
	В ₂	С ₁	82,1	47,5		18	10,6	
		С ₂	12,9			3,1		
Лен масличный А ₂	В ₁	С ₁	76,3	46,2	45,4	13,4	7,9	8,1
		С ₂	16,1			2,3		
	В ₂	С ₁	73,5	44,6		13,9	8,3	
		С ₂	15,6			2,6		
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	66,1	38,1	38,2	12,6	7,4	7,6
		С ₂	10,1			2,2		
	В ₂	С ₁	66,6	38,3		12,9	7,7	
		С ₂	9,9			2,5		
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	65,1	37,6	37,1	13,3	7,9	8,1
		С ₂	10,1			2,4		
	В ₂	С ₁	62,9	36,7		13,9	8,3	
		С ₂	10,4			2,7		

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Пораженность листовой ржавчиной растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и систем защиты растений в севооборотах 2020 год.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Больных растений, %			Развитие болезни, %		
			По фактору С	По фактору В	По фактору А	По фактору С	По фактору В	По фактору А
Парчистый А ₁	В ₁	С ₁	57,6	34,2	34,1	13,1	7,8	7,9
		С ₂	10,7			2,5		
	В ₂	С ₁	57,4	34,0		13,4	7,9	
		С ₂	10,6			2,4		
Лен масляный А ₂	В ₁	С ₁	48,3	28,6	28,5	8,2	4,9	4,9
		С ₂	8,9			1,6		
	В ₂	С ₁	47,9	28,3		8,4	5,0	
		С ₂	8,7			1,5		
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	41,1	24,2	24,0	6,5	3,8	3,9
		С ₂	7,2			1,1		
	В ₂	С ₁	40,2	23,8		6,8	4,1	
		С ₂	7,3			1,3		
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	44,2	26,2	26,4	7,7	4,6	4,6
		С ₂	8,2			1,4		
	В ₂	С ₁	44,8	26,6		7,8	4,7	
		С ₂	8,3			1,5		

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Пораженность листовая ржавчиной растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и систем защиты растений в севооборотах за 2021 год

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Больных растений, %			Развитие болезни, %		
			По фактору С	По фактору В	По фактору А	По фактору С	По фактору В	По фактору А
Парчистый А ₁	В ₁	С ₁	86,3	51,8	51,8	20,9	12,5	12,6
		С ₂	17,2			4		
	В ₂	С ₁	86,2	51,8		21,2	12,7	
		С ₂	17,4			4,1		
Лен масляный А ₂	В ₁	С ₁	77	45,7	45,5	16,7	10,0	10,1
		С ₂	14,3			3,3		
	В ₂	С ₁	76,5	45,3		17,3	10,3	
		С ₂	14,1			3,2		
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	70,2	41,0	41,7	14,9	8,9	9,1
		С ₂	11,8			2,8		
	В ₂	С ₁	71,6	42,4		15,9	9,4	
		С ₂	13,1			2,9		
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	74	44,4	43,8	17	10,2	10,2
		С ₂	14,7			3,4		
	В ₂	С ₁	72,3	43,2		16,9	10,1	
		С ₂	14			3,3		

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Пораженность корневыми гнилями растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и систем защиты растений в севооборотах за 2019 год.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Больных растений, %			Развитие болезни, %		
			По фактору С	По фактору В	По фактору А	По фактору С	По фактору В	По фактору А
Парчистый А ₁	В ₁	С ₁	14,2	8,3	8,4	8,0	4,7	4,7
		С ₂	2,3			1,4		
	В ₂	С ₁	14,7	8,6		7,9	4,7	
		С ₂	2,5			1,4		
Лен масляный А ₂	В ₁	С ₁	12,2	7,2	7,2	5,5	3,2	3,3
		С ₂	2,1			0,9		
	В ₂	С ₁	12,4	7,3		5,7	3,4	
		С ₂	2,2			1,0		
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	9,3	5,4	5,6	3,6	2,1	2,1
		С ₂	1,5			0,6		
	В ₂	С ₁	9,8	5,7		3,4	2,0	
		С ₂	1,6			0,6		
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	10,7	6,3	6,4	4,6	2,7	2,6
		С ₂	1,9			0,8		
	В ₂	С ₁	11	6,4		4,4	2,6	
		С ₂	1,8			0,7		

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Пораженность корневыми гнилями растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и систем защиты растений в севооборотах за 2020 год.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Больных растений, %			Развитие болезни, %		
			По фактору С	По фактору В	По фактору А	По фактору С	По фактору В	По фактору А
Парчистый А ₁	В ₁	С ₁	9,1	5,4	5,2	5,8	3,4	3,4
		С ₂	1,6			1		
	В ₂	С ₁	8,7	5,1		5,9	3,4	
		С ₂	1,5			0,9		
Лен масличный А ₂	В ₁	С ₁	6,8	4,0	4,0	3,6	2,1	2,1
		С ₂	1,1			0,6		
	В ₂	С ₁	7,0	4,1		3,7	2,2	
		С ₂	1,2			0,6		
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	4,3	2,5	2,6	2,3	1,4	1,3
		С ₂	0,7			0,4		
	В ₂	С ₁	4,4	2,6		2,2	1,3	
		С ₂	0,8			0,4		
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	5,3	3,1	3,2	2,9	1,7	1,7
		С ₂	0,9			0,5		
	В ₂	С ₁	5,5	3,2		2,7	1,6	
		С ₂	0,9			0,5		

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Пораженность корневыми гнилями растений озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и систем защиты растений в севооборотах за 2021 год.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Больных растений, %			Развитие болезни, %		
			По фактору С	По фактору В	По фактору А	По фактору С	По фактору В	По фактору А
Парчи-стый А ₁	В ₁	С ₁	19,1	11,3	11,1	10,7	6,3	6,3
		С ₂	3,5			1,8		
	В ₂	С ₁	18,6	10,9		10,9	6,3	
		С ₂	3,2			1,7		
Лен мас-личный А ₂	В ₁	С ₁	16,8	9,8	10,0	8,7	5,1	5,1
		С ₂	2,8			1,5		
	В ₂	С ₁	17,2	10,1		8,5	5,0	
		С ₂	2,9			1,5		
Горчи-ца бе-лая А ₃	В ₁	С ₁	13,7	8,0	8,0	6,9	4,1	4,0
		С ₂	2,3			1,2		
	В ₂	С ₁	13,4	8,0		6,8	4,0	
		С ₂	2,5			1,1		
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	14,8	8,8	8,8	7,5	4,4	4,5
		С ₂	2,7			1,3		
	В ₂	С ₁	15,2	8,8		7,8	4,6	
		С ₂	2,4			1,4		

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Структура посевов озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и средств защиты растений в 2019 году.

Севооборот Культура Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Число взошедших растений, шт/м ²	Полевая всхожесть, %	Число растений к уборке, шт/м ²	Общая выживаемость, %	Сохранность, %
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	443	80,5	404	73,5	91,2
		С ₂	462	84,0	433	78,7	93,7
	В ₂	С ₁	436	79,3	391	71,1	89,7
		С ₂	458	83,3	416	75,6	90,8
Лен маслич- ный А ₂	В ₁	С ₁	447	81,3	411	74,7	91,9
		С ₂	452	82,2	420	76,4	92,9
	В ₂	С ₁	443	80,5	400	72,7	90,3
		С ₂	446	81,1	406	73,8	91,0
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	449	81,6	406	73,8	90,4
		С ₂	450	81,8	422	76,7	93,8
	В ₂	С ₁	434	78,9	390	70,9	89,9
		С ₂	452	82,2	409	74,4	90,5
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	434	78,9	408	74,2	94,0
		С ₂	459	83,5	427	77,6	93,0
	В ₂	С ₁	445	80,9	394	71,6	88,5
		С ₂	459	83,5	406	73,8	88,5

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Структура посевов озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и средств защиты растений в 2020 год.

Предшественник Севооборот Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Число взошедших растений, шт/м ²	Полевая всхожесть, %	Число растений к уборке, шт/м ²	Общая выживаемость, %	Сохранность, %
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	467	84,9	440	80,0	94,2
		С ₂	469	85,3	443	80,5	94,5
	В ₂	С ₁	466	84,7	436	79,3	93,6
		С ₂	467	84,9	439	79,8	94,0
Лен масличный А ₂	В ₁	С ₁	416	75,6	390	70,9	93,8
		С ₂	422	76,7	394	71,6	93,4
	В ₂	С ₁	411	74,7	380	69,1	92,5
		С ₂	418	76,0	391	71,1	93,5
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	430	78,2	402	73,1	93,5
		С ₂	436	79,3	410	74,5	94,0
	В ₂	С ₁	426	77,5	393	71,5	92,3
		С ₂	429	78,0	397	72,2	92,5
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	415	75,5	387	70,4	93,3
		С ₂	416	75,6	392	71,3	94,2
	В ₂	С ₁	413	75,1	381	69,3	92,3
		С ₂	414	75,3	385	70,0	93,0

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Структура посевов озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и средств защиты растений в 2021 год.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Число взошедших растений, шт/м ²	Полевая всхожесть, %	Число растений к уборке, шт/м ²	Общая выживаемость, %	Сохранность, %
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	435	79,1	390	70,9	89,7
		С ₂	436	79,3	406	73,8	93,1
	В ₂	С ₁	435	79,1	380	69,1	87,4
		С ₂	442	80,4	393	71,5	88,9
Лен маслич- ный А ₂	В ₁	С ₁	404	73,5	360	65,5	89,1
		С ₂	406	73,8	370	67,3	91,1
	В ₂	С ₁	392	71,3	344	62,5	87,8
		С ₂	398	72,4	352	64,0	88,4
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	410	74,5	363	66,0	88,5
		С ₂	412	74,9	372	67,6	90,3
	В ₂	С ₁	402	73,1	350	63,6	87,1
		С ₂	407	74,0	355	64,5	87,2
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	408	74,2	362	65,8	88,7
		С ₂	410	74,5	374	68,0	91,2
	В ₂	С ₁	403	73,3	352	64,0	87,3
		С ₂	406	73,8	369	67,1	90,9

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Влияние предшественников, основной обработки почвы и применения защитных средств на структуру урожая озимой пшеницы за 2019 год.

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Количество, шт./м ²		Продуктивная кустистость	Количество зерен с колоса, шт.
			Растений	Продуктивных стеблей		
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	404	513	1,27	35,3
		С ₂	433	541	1,25	36,1
	В ₂	С ₁	391	473	1,21	33,5
		С ₂	416	516	1,24	34,2
Лен масличный А ₂	В ₁	С ₁	411	526	1,28	33,1
		С ₂	420	533	1,27	33,9
	В ₂	С ₁	400	480	1,20	31,8
		С ₂	406	499	1,23	33,9
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	406	532	1,31	32,5
		С ₂	422	544	1,29	34,0
	В ₂	С ₁	390	484	1,24	32,0
		С ₂	409	511	1,25	32,4
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	408	510	1,25	31,0
		С ₂	427	534	1,25	32,3
	В ₂	С ₁	394	481	1,22	31,6
		С ₂	406	508	1,25	31,4

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Влияние предшественников, основной обработки почвы и применения защитных средств на структуру урожая озимой пшеницы за 2020 год.

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Количество, шт./м ²		Продуктивная кус- тистость	Количество зерен с колоса, шт.
			Растений	Продуктивных стеблей		
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	440	641	1,46	36,8
		С ₂	443	648	1,46	37,6
	В ₂	С ₁	436	621	1,42	34,5
		С ₂	439	627	1,43	35,2
Лен маслич- ный А ₂	В ₁	С ₁	390	570	1,46	34,5
		С ₂	394	579	1,47	34,7
	В ₂	С ₁	380	578	1,52	32,4
		С ₂	391	593	1,52	33,1
Горчица бе- лая А ₃	В ₁	С ₁	402	600	1,49	34,1
		С ₂	410	612	1,49	34,9
	В ₂	С ₁	393	591	1,50	33,8
		С ₂	397	598	1,51	34,1
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	387	568	1,47	34,1
		С ₂	392	580	1,48	34,6
	В ₂	С ₁	381	567	1,49	33,6
		С ₂	385	577	1,50	33,3

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Влияние предшественников, основной обработки почвы и применения защитных средств на структуру урожая озимой пшеницы за 2021 год.

Предшественник Фактор А	Обработка почвы Фактор В	Защита растений Фактор С	Количество, шт./м ²		Продуктивная кустистость	Количество зерен с колоса, шт.
			Растений	Продуктивных стеблей		
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	390	511	1,31	26,4
		С ₂	406	532	1,31	27,5
	В ₂	С ₁	380	502	1,32	24,4
		С ₂	393	515	1,31	25,1
Лен масличный А ₂	В ₁	С ₁	360	486	1,35	23,7
		С ₂	370	496	1,34	24,8
	В ₂	С ₁	344	464	1,35	22,6
		С ₂	352	475	1,35	23,9
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	363	486	1,34	23,1
		С ₂	372	502	1,35	24,2
	В ₂	С ₁	350	476	1,36	22,8
		С ₂	355	486	1,37	23,4
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	362	489	1,35	23,9
		С ₂	374	509	1,36	24,1
	В ₂	С ₁	352	486	1,38	22,6
		С ₂	369	494	1,34	24,4

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Экономическая эффективность возделывания масличных культур за 2018–2020

год

Показатели	Севооборот					
	Лён масличный		Горчица белая		Рапс яровой	
	комб	мин	комб	мин	комб	мин
Уровень нормальных агротехнологий						
Урожайность, т/га	1,24	1,08	1,26	1,05	1,39	1,14
Стоимость продукции, руб./т с 1 га, руб.	50000	50000	50000	50000	40000	40000
	62000	54000	63000	52500	55600	45600
Производственные затраты на 1 га, руб.	15172	14682	17449	16950	14084	14199
Общие затраты на 1 га, руб.	18206	17618	20939	20340	16901	17039
Затраты труда, чел-час на 1 га на 1 т	5,86	5,46	6,30	5,90	5,78	5,38
	4,72	5,06	5,00	5,62	4,16	4,72
Себестоимость 1 т, руб	14682	16313	16618	19371	12159	14946
Условный чистый доход, руб/га	43794	36382	42061	32160	38699	28561
Уровень рентабельности, %	241%	207%	201%	158%	229%	168%
Уровень интенсивных агротехнологий						
Урожайность, т/га	1,33	1,17	1,36	1,09	1,52	1,23
Стоимость продукции, руб./т с 1 га, руб.	50000	50000	50000	50000	40000	40000
	66500	58500	68000	54500	60800	49200
Производственные затраты на 1 га, руб.	22031	22647	24334	23824	18535	20822
Общие затраты на 1 га, руб.	26437	27176	29201	28589	22242	24986
Затраты труда, чел-час на 1 га на 1 т	6,01	6,69	6,46	6,05	5,95	5,54
	4,52	5,72	4,75	5,55	3,91	4,50
Себестоимость 1 т, руб	19878	23227	21472	26229	14633	20314
Условный чистый доход, руб/га	40063	31324	38799	25911	38558	24214
Уровень рентабельности, %	152	115	133	91	173	97

Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы за 2019–2021 год

Показатели	Севооборот							
	1 с/о		2 с/о		3 с/о		4 с/о	
	Комб.	Мини.	Комб.	Мин.	Комб.	Мин.	Комб.	Мин.
Уровень нормальных агротехнологий								
Урожайность, т/га	5,05	4,88	3,69	3,48	3,97	3,72	3,78	3,60
Стоимость продукции, руб./т с 1 га, руб.	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000
	80800	78080	59040	55680	63520	59520	60480	57600
Производственные затраты на 1 га, руб.	26140	26098	24548	24518	24616	24576	24570	24547
Общие затраты на 1 га, руб.	28754	28708	27003	26970	27078	27034	27027	27002
Затраты труда, чел-час на 1 га на 1 т	7,26	7,24	7,44	7,41	7,47	7,44	7,45	7,43
	1,44	1,48	2,02	2,13	1,88	2,00	1,97	2,06
Себестоимость 1 т, руб	5694	5883	7318	7750	6821	7267	7150	7500
Условный чистый доход, руб/га	52046	49372	32037	28710	36442	32486	33453	30598
Уровень рентабельности, %	181	172	119	106	135	120	124	113
Уровень интенсивных агротехнологий								
Урожайность, т/га	5,42	5,28	4,04	3,85	4,34	4,11	4,15	3,94
Стоимость продукции, руб./т с 1 га, руб.	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000	16000
	86720	84480	64640	61600	69440	65760	66400	63040
Производственные затраты на 1 га, руб.	28105	28070	26508	26483	26581	26546	26535	26505
Общие затраты на 1 га, руб.	30915	30878	29159	29131	29239	29201	29188	29155
Затраты труда, чел-час на 1 га на 1 т	7,81	7,80	7,99	7,96	8,02	7,99	8,00	7,97
	1,44	1,48	1,98	2,07	1,85	1,95	1,93	2,02
Себестоимость 1 т, руб	5704	5848	7217	7566	6737	7105	7033	7400
Условный чистый доход, руб/га	55805	53602	35481	32469	40201	36559	37212	33885
Уровень рентабельности, %	181	174	122	111	137	125	127	116

Экономическая эффективность возделывания звеньев севооборотов с озимой пшеницей

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Продуктивность з.е. с 1 га	Стоимость продукции	Затраты на 1 га,	Условный чд	Себест. Прод.	Уровень рента, %
Пар чистый	В ₁	С ₁	–	–	–	–	–	–
		С ₂	–	–	–	–	–	–
	В ₂	С ₁	–	–	–	–	–	–
		С ₂	–	–	–	–	–	–
Озимая пше- ница	В ₁	С ₁	5,05	80800	28754	52046	5693	181
		С ₂	5,42	86720	30815	55805	5685	181
	В ₂	С ₁	4,88	78080	28708	49372	5883	172
		С ₂	5,28	84480	30878	53602	5848	174
Сред- нее по звену	В ₁	С ₁	2,53	40400	14377	26023	5683	181
		С ₂	2,71	43360	15408	27903	5686	181
	В ₂	С ₁	2,44	39040	14354	24686	5883	172
		С ₂	2,64	42240	15439	26801	5848	174
Лен маслич ный	В ₁	С ₁	2,05	62000	18206	43794	12235	241
		С ₂	2,19	66500	26437	40063	16565	152
	В ₂	С ₁	1,78	54000	17618	36382	13594	207
		С ₂	1,93	58500	27176	31324	19356	115
Озимая пше- ница	В ₁	С ₁	3,69	59040	27003	32037	5643	119
		С ₂	4,04	64640	29159	35481	5652	122
	В ₂	С ₁	3,48	55680	26970	28710	5755	106
		С ₂	3,85	61600	29131	32469	5925	111
Сред- нее по звену	В ₁	С ₁	2,87	60520	22605	37915	7876	168
		С ₂	3,12	65570	27798	37772	8909	136
	В ₂	С ₁	2,63	54840	22294	32546	8477	145
		С ₂	2,89	60050	28154	31897	9742	113
Горчи- ца бе- лая	В ₁	С ₁	2,97	63000	20939	42061	13848	201
		С ₂	3,23	68000	29201	38799	17893	133
	В ₂	С ₁	2,68	52500	20340	32160	16143	158
		С ₂	2,91	54500	28589	25911	21857	91
Озимая пше- ница	В ₁	С ₁	3,97	63520	27078	36442	5249	135
		С ₂	4,34	69440	29239	40201	5232	137
	В ₂	С ₁	3,72	59520	27034	32486	5585	120
		С ₂	4,11	65760	29201	36559	5496	125
Сред- нее по звену	В ₁	С ₁	2,97	63260	24009	39252	8084	163
		С ₂	3,23	68720	29220	39500	9046	135
	В ₂	С ₁	2,68	56010	23687	32323	8838	136
		С ₂	2,91	60130	28895	31235	9930	108
Рапе яровой	В ₁	С ₁	2,84	55600	16901	38699	10132	229
		С ₂	3,11	60800	22242	38558	12194	173
	В ₂	С ₁	2,58	45600	17039	28561	12455	168
		С ₂	2,81	49200	24986	24214	16977	97
Озимая пше- ница	В ₁	С ₁	3,78	60480	27027	33453	5509	124
		С ₂	4,15	66400	29188	37212	5494	127
	В ₂	С ₁	3,60	57600	27002	30598	5749	113
		С ₂	3,94	63040	29155	33885	5775	116

Продолжение приложения 34

Сред- нее по звену	В ₁	С ₁	2,84	58040	21964	36076	7734	164
		С ₂	3,11	63600	25715	37885	8268	150
	В ₂	С ₁	2,58	51600	22021	29580	8535	140
		С ₂	2,81	56120	27071	29050	9634	107

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Энергетическая эффективность возделывания масличных культур в зависимости от обработки почвы и защиты растений в среднем за 2018– 2020 год.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Урожайность т/га	Затраты энергии ГДж/га	Содержание энергии в урожае ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Лен масличный А ₂	В ₁	С ₁	1,24	12,02	20,40	1,70
		С ₂	1,33	13,13	21,88	1,67
	В ₂	С ₁	1,08	11,96	17,77	1,49
		С ₂	1,17	12,53	19,25	1,54
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	1,26	12,78	20,73	1,62
		С ₂	1,36	14,32	22,37	1,56
	В ₂	С ₁	1,05	12,06	17,27	1,43
		С ₂	1,09	13,57	17,93	1,32
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	1,39	12,75	22,87	1,79
		С ₂	1,52	14,75	25,01	1,70
	В ₂	С ₁	1,14	11,99	18,76	1,56
		С ₂	1,23	14,79	20,24	1,37

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Энергетическая эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от обработки почвы и защиты растений в севооборотах в среднем за 2019–2021 год.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Урожайность т/га	Затраты энергии ГДж/га	Содержание энергии в урожае ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	5,05	28,30	83,08	2,94
		С ₂	4,88	26,54	80,29	3,03
	В ₂	С ₁	3,69	25,08	60,71	2,42
		С ₂	3,48	25,36	57,25	2,26
Лен маслич- ный А ₂	В ₁	С ₁	3,97	25,84	65,31	2,53
		С ₂	3,72	25,60	61,20	2,39
	В ₂	С ₁	3,78	25,66	62,19	2,42
		С ₂	3,60	25,48	59,23	2,32
Горчица белая А ₃	В ₁	С ₁	5,42	28,53	89,17	3,13
		С ₂	5,28	29,24	86,87	2,97
	В ₂	С ₁	4,04	27,71	66,47	2,40
		С ₂	3,85	27,10	63,34	2,34
Рапс яровой А ₄	В ₁	С ₁	4,34	27,58	71,40	2,59
		С ₂	4,11	27,36	67,62	2,47
	В ₂	С ₁	4,15	27,39	68,28	2,49
		С ₂	3,94	27,19	64,82	2,38

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Энергетическая эффективность возделывания звеньев севооборотов с озимой пшеницей

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Урожайность т/га	Затраты энергии ГДж/га	Содержание энергии в урожае ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Пар чистый – озимая пшеница	В ₁	С ₁	5,05	28,30	83,08	2,94
		С ₂	4,88	26,54	80,29	3,03
	В ₂	С ₁	3,69	25,08	60,71	2,42
		С ₂	3,48	25,36	57,25	2,26
Среднее по звену	В ₁	С ₁	2,81	14,15	41,54	1,47
		С ₂	2,99	13,27	40,15	1,52
	В ₂	С ₁	2,73	12,54	30,36	1,21
		С ₂	2,92	12,68	28,63	1,13
Лен масличный	В ₁	С ₁	1,24	12,02	20,40	1,70
		С ₂	1,33	13,13	21,88	1,67
	В ₂	С ₁	1,08	11,96	17,77	1,49
		С ₂	1,17	12,53	19,25	1,54
Озимая пшеница	В ₁	С ₁	3,97	25,84	65,31	2,53
		С ₂	3,72	25,60	61,20	2,39
	В ₂	С ₁	3,78	25,66	62,19	2,42
		С ₂	3,6	25,48	59,23	2,32
Среднее по звену	В ₁	С ₁	3,14	18,93	42,86	2,26
		С ₂	3,39	19,37	41,54	2,15
	В ₂	С ₁	3,00	18,81	39,98	2,13
		С ₂	3,04	19,01	39,24	2,06
Горчица белая	В ₁	С ₁	1,26	12,78	20,73	1,62
		С ₂	1,36	14,32	22,37	1,56
	В ₂	С ₁	1,05	12,06	17,27	1,43
		С ₂	1,09	13,57	17,93	1,32
Озимая пшеница	В ₁	С ₁	5,42	28,53	89,17	3,13
		С ₂	5,28	29,24	86,87	2,97
	В ₂	С ₁	4,04	27,71	66,47	2,40
		С ₂	3,85	27,10	63,34	2,34
Среднее по звену	В ₁	С ₁	3,22	20,66	54,95	2,66
		С ₂	3,48	21,78	54,62	2,51
	В ₂	С ₁	2,93	19,89	41,87	2,11
		С ₂	3,11	20,34	40,64	2,00
Рапс яровой	В ₁	С ₁	1,39	12,75	22,87	1,79
		С ₂	1,52	14,75	25,01	1,70
	В ₂	С ₁	1,14	11,99	18,76	1,56
		С ₂	1,23	14,79	20,24	1,37
Озимая пшеница	В ₁	С ₁	4,34	27,58	71,40	2,59
		С ₂	4,11	27,36	67,62	2,47
	В ₂	С ₁	4,15	27,39	68,28	2,49
		С ₂	3,94	27,19	64,82	2,38

Продолжение приложения 37

Среднее по звену	В ₁	С ₁	3,11	20,17	47,14	2,34
		С ₂	3,39	21,06	46,32	2,20
	В ₂	С ₁	2,86	19,69	43,52	2,21
		С ₂	2,95	20,99	42,53	2,03

Фактор В: В₁ – дискование на 10-12 см + рыхление на 25-27 см; В₂ – дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см

Фактор С: С₁ – гербицид; С₂ – протравливание семян, гербицид + биофунгицид, инсектициды и фунгициды.

Акт внедрения

<p>«УТВЕРЖДАЮ» Первый проректор – проректор по научной работе ФГОУ ВО Ульяновский ГАУ к.в.н., доцент  И.И. Богданов « 3 » сентября 2021 г.</p>	<p>«УТВЕРЖДАЮ» Глава КФХ  А.В. Козлов « 3 » сентября 2021 г.</p>
---	--

АКТ внедрения

научно исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся представители федерального бюджетного государственного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина» доцент Тойгильдин Александр Леонидович, аспирант Остин Владимир Николаевич с одной стороны и представитель КФХ Козлова А.В. Майнского района Ульяновской области директор Козлов Алексей Васильевич составили настоящий акт в том, что в 2018-2020 гг. аспирантом ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ Остиным В.Н. на полях КФХ Козлова А.В. внедрена следующая научно – технологическая разработка: обоснование звеньев севооборотов и приемов возделывания масличных культур (лен масличный, рапс яровой) и озимой пшеницы.

1. В процессе внедрения выполнены следующие работы:

Проведено экономическое обоснование и внедрение звеньев севооборотов – «рапс яровой – озимая пшеница» и «лен масличный – озимая пшеница» взамен традиционным звеньям «чистый пар – озимая пшеница». Обоснована технология подготовки почвы к посеву озимой пшеницы после различных предшественников. Расчеты показали, что озимая пшеница после рапса ярового и льна масличного формирует урожай ниже, чем после чистого пара на 20-25 %, однако продуктивность и экономическая эффективность звеньев с непаровыми предшественниками существенно выше парового звена севооборота. Доказано, что после уборки предшественника при традиционной технологии возделывания культур

обработка почвы должна проводиться по следующей схеме: 2- кратное дискование на 10-12 и 10-8 см + культивация на 4-6 см, в случае наличия соответствующей техники следует проводить прямой сев озимой пшеницы.

2. Техничко-экономические и социальные показатели внедрения разработки по сравнению с базовым, исходным вариантом:

Замена чистых паров на непаровые предшественники позволяет существенно снизить эрозийные процессы и деградацию почвенного плодородия, эмиссию углерода в атмосферу и повысить экономическую эффективность севооборотов и их звеньев.

3. Согласно методике МСХ РФ экономическая эффективность (в рублях) составила по формуле: $\mathcal{E} = (U_n * C_n - U_k * C_k - Z_d) * P$

U_n, U_k – урожайность нового и контрольного вариантов, т/га.

C_n, C_k – стоимость 1 т продукции нового и контрольного вариантов, руб.

Z_d – дополнительные производственные затраты в новом варианте, руб.

P – площадь внедрения, га.

$\mathcal{E} = (U_n * C_n - U_k * C_k - Z_d) * P = (22,0 * 1709 - 22,0 * 1200 - 5000) * 400 = 5\,599\,000$ руб.

4. Доля научной разработки в экономическом эффекте составляет 50 % т. е. 2 799 500руб.

5. Предложение о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:

Применение разработок рекомендуется к внедрению в агропредприятия Среднего Поволжья

Акт составлен в 5 экземплярах.
предприятия

Представители университета

Представители

