

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«Казанский государственный аграрный университет»

Кафедра общего земледелия, защиты растений и селекции

Миннуллина Мадина Мансуровна

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРИЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В
ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ
ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Научно-квалификационная работа аспиранта на соискание квалификации
«Исследователь. Преподаватель-исследователь» по направлению подготовки
35.06.01 Сельское хозяйство (06.01.01 – общее земледелие, растениеводство)

Научный руководитель:

кандидат с.-х. наук, доцент

_____ Р.В. Миникаев

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к представлению научного доклада
об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы на
государственной итоговой аттестации (протокол №___ от _____ 20__ г)

Зав. кафедрой, доктор с.-х. наук, профессор _____ Сафин Р.И.

Казань - 2018

Оглавление

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	8
1.1. Ресурсосберегающие системы обработки почвы в полевом севообороте.....	8
1.2. Оценка роли почвенных агрофизических свойств в формировании урожаев полевых культур.....	17
1.3. Оптимизация системы обработки почвы в условиях агроклиматических рисков.....	34
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	49
2.1. Агроклиматические условия Республики Татарстан.....	49
2.2. Почва опытного участка.....	50
2.3. Методика полевых опытов, анализов и наблюдений.....	53
2.3.1. Схема опыта	55
ГЛАВА 3. ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ	60
3.1. Динамика агрофизических показателей почвы.....	60
3.2. Водный режим почвы.....	74
3.3. Особенности развития сорных растений.....	80
3.4. Фитосанитарное состояние растений.....	92
3.5. Качество посева.....	99
3.6. Продуктивность агроценозов.....	103
3.7. Экономическая эффективность.....	109
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	113
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	114

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	115
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	133

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. В эпоху рыночных отношений, когда при производстве мы должны получить продукцию высокого качества с максимально низкой себестоимостью актуальной задачей в системе обработки почвы остается снижение всех затрат без ущерба для качества получаемой продукции. Перед разными регионами ставятся различные задачи, специфичные для данной местности, так перед нами в зоне с неустойчивым увлажнением стоит задача оптимального накопления и использования продуктивной влаги и сохранение плодородия почвы.

Картина последних десятилетий в Республике Татарстан остается неизменной. Она представляет собой устойчивое увеличение площади аграрных земель, которые подвержены ветровой и водной эрозии. При этом происходит уменьшение одного из наиболее важных факторов плодородия – гумуса. За последние 50 лет он упал на 0,8%.

Из-за очень низкой урожайности зерновых культур в Поволжье, а также неблагоприятной рыночной обстановки, становится необходимо внедрение новых технологий. Внедрении ресурсосберегающих технологий сделает производство основных сельскохозяйственных культур рентабельным, а производство конкурентоспособным. Это обеспечит выполнение условий по заключенным договорам и закрытие внутренних потребностей.

Все это достигается путем оптимизации системы обработки почвы, организации эффективного чередования культур в условиях агроклиматических рисков.

Состояние изученности вопроса. На протяжении многих лет выдающиеся ученые, такие как А.И. Бараев, Т.С. Мальцев, И.Е. Овсинский, А.С. Салихов, Х.Х. Хабибрахманов, Р.С. Шакиров и другие изучали различные системы обработки почв. В разное время ими были выдвинуты теории классической и поверхностной обработок.

При этом исследований, которые бы охватили в полном объеме обработку на серых лесных почвах Республики Татарстан не проводились. Эта причина и стала основой для организации и проведения мною дополнительных исследований, включающих в себя оценку ресурсосберегающих агротехнологий и оптимизацию системы обработки почвы в системах севооборота и в условиях агроклиматических рисков.

Цель и задачи исследований. Теоретическое обоснование и разработка практических приемов ресурсосберегающих технологий возделывания основных сельскохозяйственных культур на основе оптимизации системы обработки почвы в полевом севообороте с применением элементов биологизации в условиях агроклиматических рисков является целью данной работы.

Из поставленной цели вытекают следующие задачи:

1. Изучить и дать оценку силе воздействия ресурсосберегающих приемов обработки почвы при выращивании в полевом севообороте основных сельскохозяйственных культур на различные показатели плодородия, включающие в себя как агрофизические, так и агрохимические.
2. Определить влияние предшественников на урожайность сельскохозяйственных культур.
3. Установить возможность оптимизации системы обработки почвы в условиях растущих агроклиматических рисков.
4. Разработать приемы управления биологическими факторами в системе обработки почвы.
5. Для разработанных технологий рассчитать энерго-экономическую эффективность разработанных приемов обработки почвы и возделывания основных сельскохозяйственных культур.

Научная новизна. В условиях северной части Лесостепи Среднего Поволжья впервые на основе анализа обеспеченности природными ресурсами, оптимизации системы обработки почвы в полевом севообороте, управления

биологическими факторами в системе обработки почвы разработаны экологически безопасные приемы выращивания высокопродуктивных агроценозов основных сельскохозяйственных культур.

Теоретическая и практическая значимость. Для условий серых лесных почв Среднего Поволжья теоретически обоснованная система обработки почвы в типичных севооборотах за счет управления биологическими факторами плодородия при низкой энергоемкости и высокой экологической безопасности. Применение разработанной автором системы обработки почвы в сельскохозяйственном производстве Среднего Поволжья позволяет стабильно получать урожайность зерновых культур до 3,5 т/га. Управление биологическими факторами в системе обработки почвы отличаются экологической безопасностью и низкой энергоемкостью. Рекомендуемые приемы обработки почвы легко вписываются в существующие севообороты и технологии, при этом не требуют кардинальной замены машин для возделывания сельскохозяйственных культур, затрат ручного труда. Актуальность технологии возрастает в засушливые годы, препятствуя потере почвенной влаги.

Объект и предмет исследований. Объекты исследований: полевые культуры, серая лесная почва.

Предмет исследований – энерго и ресурсосберегающие приемы в земледелии Среднего Поволжья.

Методология и методы исследований. Теория и методология проводимых исследований основана на анализе научных публикаций отечественных и зарубежных исследователей по данной проблематике.

Программа исследований предусматривала: закладку и проведение полевых опытов, лабораторных исследований почвенных и растительных образцов, статистическую обработку экспериментальных данных и анализ полученных результатов, а также экономическую и энергетическую оценку технологий.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Ресурсосберегающие системы обработки почвы в полевом севообороте.
2. Влияние предшественников на процесс повышения плодородия почвы и урожайность.
3. Эффективность биологизации в системе обработки почвы.
4. Энерго - и экономическая эффективность возделывания основных сельскохозяйственных культур по разработанной системе обработки почвы в северной части лесостепи среднего Поволжья.

Апробация результатов.

Результаты исследований доложены на Международной научно-практических конференциях (Казань, 2013, 2014, 2015), Казанского ГАУ (2017).

Публикация результатов исследований. По материалам исследований опубликовано 2 печатных научных работ

Глава 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Ресурсосберегающие системы обработки почвы в полевом севообороте

Ресурсосберегающие технологии в растениеводстве издавна обращали взгляд на себя ученых России. Идею о внедрении мелких обработок взамен вспашки впервые опубликовал И.Е. Овсинский в конце прошлого столетия. В 30-е гг. с предложениями о переходе на более экономную систему мелкой обработки почвы в Поволжье выступал Н.М. Тулайков. В дальнейшем эту идею разрабатывали Т.С. Мальцев для Западной Сибири и А.Б. Бараев во Всесоюзном институте зернового хозяйства.

Интенсивная система основной обработки почвы плугами не всегда служит цели по накоплению влаги, а чаще ведет к потере за счет испарения и неэффективного использования растениями. Известно, что в нашей зоне выпадает в среднем 400-450 мм осадков в год. Важнейшей задачей при разработке технологий возделывания сельскохозяйственных культур в северной части среднего Поволжья является экономное рациональное использование влаги. Исследователями Поволжья выявлено, что внедрение ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур по сравнению с традиционными технологиями обеспечивает снижение расхода влаги на 10-12 %. При минимальной обработке в засушливые годы в пахотном горизонте почвы содержится на 15-20 мм влаги больше, чем при классической вспашке.

В своих научных трудах А.С. Салихов писал: «Установлено, что многократные проходы тяжелых тракторов и сельскохозяйственных машин по полю ведут к ухудшению физических свойств и деградации почвы, усиливают эрозионные процессы и темпы минерализации гумуса.

Основой для минимальной обработки почвы служит установленная наукой закономерность, что серые лесные почвы с содержанием гумуса 3,5 % при зерновом производстве не нуждаются в интенсивных обработках для регулирования агрофизических свойств. Они способны поддерживать оптимальную плотность почвы под влиянием естественных факторов.

Внедрение современных технологий производства зерновых культур начато в 1997 году с производственного испытания в Предкамской зоне Республики Татарстан комплекса сельскохозяйственных посевных и почвообрабатывающих машин германских фирм «Лемкен», «Амазоне», агрегатируемых с тракторами «Джон-Дир». Изучение показало их повышенную надежность, высокое качество выполняемых работ, что обеспечило увеличение урожайности зерновых культур по сравнению с традиционными технологиями в равных условиях до 15-20 %, снижению себестоимости зерна на 20-40 %.

Элементы ресурсосбережения находят значительное применение и при вовлечении в оборот неиспользуемых земель. По рекомендации ученых в ряде хозяйств Республики Татарстан начато внедрение технологии освоения этих земель с элементами минимальной обработки почвы. В отличие от традиционной глубокой вспашки, начиная с ранневесеннего периода, приводится двукратное дискование или лущение, затем – культивация противоэрозионными культиваторами на 14-16 см и последующий общепринятый летний уход, и подготовка парового поля для посева озимых культур. Данная технология обеспечивает экономию прямых затрат до 350-400 руб. на 1 га.»

Р.В. Миникаев отмечал: «Осуществляемый в республике комплекс организационно-технологических мероприятий по внедрению современных технологий, увеличению объемов использования удобрений и средств химизации позволили остановить падение производства зерна и добиться положительной динамики показателей по урожайности: 2013 г - 23 ц/га, 2014 - 23 ц/га, 2015 - 23 ц/га.»

В книге 2006 года «Системы земледелия» Сафонов А.Ф. дал обоснование применения ресурсосберегающим технологиям: «Повышение плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур неразрывно связано с комплексом агротехнических мероприятий, среди которых, важное место, по-прежнему, принадлежит способам обработки почвы. Системой обработки в севообороте создают оптимальные условия для роста растений, агрофизические свойства (плотность, структура, эрозия и др.), регулируют почвенные режимы (водный, воздушный, тепловой, питательный). Кроме того, она предупреждает эрозионные процессы и связанные с этим потери воды и питательных веществ почвы. В системе биологического земледелия оптимально выбранная система обработки почвы способствует благоприятному фитосанитарному состоянию почвы, то есть, чистоте полей (от сорняков, болезней и вредителей). Одна из основных задач системы обработки почвы - увеличение мощности пахотного слоя, повышение эффективности удобрений, орошения мелиорации и других приемов земледелия. Она должна быть направлена на экономию энергетических и трудовых затрат, воспроизводство плодородия почвы, сохранения ее как основного средства производства.»

А.П. Костычев (1885), В.Р. Вильямс (1949), А.Г. Дояренко (1966) и другие выдающиеся русские ученые конца XIX - начала XX столетия дали основные теоретические принципы, которые лежат в основе развития системы основной предпосевной обработки почвы. Они связывали вопросы обработки почвы с необходимостью сохранения и улучшения почв.

Как отмечал в работах В.П. Нарциссова (1982): «Обработка почвы должна быть направлена на:

- регулирование водного и воздушного режимов почвы;
- развитие полезных для земледелия микробиологических процессов, создающий оптимальный пищевой режим и круговорот веществ;
- создание оптимальных условий (плотности, твердости и аэрации) для

развития корневой системы полевых культур;

- предотвращение почвенной эрозии на полях, засоренности посевов, а также болезней и вредителей;

- запахивание в пахотный слой растительных остатков и удобрений. А также накопление в пахотном слое дернины многолетних трав;

- создание благоприятных условий для заделки семян культурных растений;

- увеличение мощности пахотного слоя и окультуренности почвы в целом».

В современных условиях актуальны проблемы:

1. увеличение себестоимости продукции, которая появилась из-за применения традиционных многооперационных технологий возделывания сельскохозяйственных культур,

2. Потеря плодородных почвенных ресурсов и ухудшение состояния окружающей среды. Из-за процессов эрозии почвы и чрезмерной минерализации гумуса потеря сельскохозяйственных угодий в республике Татарстан увеличивалась более чем в 2 раза, и достигла 41,3%, и общая длина действующих оврагов возросла в 1,6 раза, а средневзвешенное содержание гумуса в почве снизилось на 0,8 % (Салихов, 2008)

В сороковых годах XX века В.Р. Вильямс обобщая научные и практические достижения в области обработки почвы. Итогом исследований стало создание теории традиционной (отвальной) обработки почвы, основанной на различии верхнего и нижнего пахотного слоев по своему структурному состоянию.

В литературе и практике сельского хозяйства в конце 19 и начале 20 столетий неоднократно поднимался вопрос о замене отвальной вспашки на другие приемы. Известный деятель русской агрономической науки П.А. Костычев еще в 1885 году писал: «.... не надо забывать, что верхний слой почвы в некоторых отношениях более дорогой, сравнительно с другими: в нем содержится наибольшее количество органического вещества и в нем же, по преимуществу, размножаются те же низшие организмы, деятельность которых полезна в

хозяйственном отношении. Поэтому было бы ошибочно запахивать этот слой глубоко, где полезные микроорганизмы могут быть уничтожены.»

В конце 19 начале 20 века появилось направление в обработке - приемы поверхностной обработки. И.Е. Овсинский (1899) внес значительный вклад в развитие теории бесплужного земледелия. Он смог на практике доказать целесообразность отказа от глубокой плужной обработки в засушливых условиях Степной Украины. Суть его системы обработки почвы сводилась к мелкой обработке до 5 см, специально сконструированным автором культиватором. При этом верхний слой почвы разрыхлялся, перемешивался с массой растительных остатков, хорошо впитывал влагу и был воздухопроницаемым, а корневые и пожнивные остатки ежегодно образовывали органический войлок, предохраняющий почву от распыления и сохраняющий влагу.

Идеи И.Е. Овсинского нашли понимание и поддержку в работах В.Г. Ротмистрова (1914), руководившего Одесским опытным полем. Он утверждал, что вспашка более двух вершков (9 см) бесполезна, нецелесообразна и экономически убыточна.

Идеи беспашатного земледелия с начала 20 века получают свое развитие и за границей.

В 40-х годах XX века мелкую обработку почвы без применения плуга рекомендовали американские ученые, такие как Э. Фолкнер (1959) и др. Они пришли к заключению, что наилучшие условия для роста и развития наблюдаются при естественном сложении почвы.

Против введения, во всех зонах страны, «культурной» вспашки по Вильямсу, был Н.М. Тулайков (1963). Он доказал, что в условиях Юго - Востока и других районов глубокая вспашка ведет к излишней потере влаги и снижению плодородия почвы.

В 1954 году Т.С. Мальцев предложил безотвальную систему основной и предпосевной обработки почвы, что послужило причиной проверки и пересмотра

многих старых, часто принимаемых на веру положений в этой области. В своей системе Т.С. Мальцев выделял: «...два взаимосвязанных основных положения:

- однолетние культурные растения способны накапливать органические вещества в почве и восстанавливать ее структуру, как и многолетние травы;
- ежегодную вспашку можно заменить поверхностным рыхлением (лущением) с периодическим применением через 4-5 лет глубокого рыхления в паровом поле.»

Приемы и способы обработки почвы по Т. С. Мальцеву испытывали во многих почвенно-климатических зонах страны. В условиях Западной Сибири, они в основном, давали положительные результаты (Францесон, 1957). На черноземах Башкирии, Среднего и Нижнего Поволжья, Центрально-Черноземной зоны и Северного Кавказа глубокая безотвальная обработка пара и зяби на незасоренных землях повышала урожайность озимых и яровых культур по сравнению с отвальной (Павлов, 1960; Румянцев, 2005). Аналогичные результаты получены в нечерноземной зоне (Нарциссов, 1982).

В смежных районах Северного Казахстана, Сибири, Южного Урала ежегодная отвальная вспашка и широкое применение дисковых орудий вызывает сильную ветровую эрозию. В этих условиях широкое распространение получила почвозащитная система земледелия, разработанная под руководством А. И. Бараева (1990). Эта система, основанная на использовании плоскорезов, которые оставляют на поверхности почвы значительную часть стерни и послеуборочных остатков, позволяет создать защитный мульчирующий слой из послеуборочных остатков и крупных, устойчивых к ветровой эрозии почвенных агрегатов (Колмаков, Нестеренко, 1981).

Примером успешного применения плоскорезной обработки служит опыт земледельцев Полтавской области (Моргун, 1984), где урожайность от широкого применения бесплужной обработки возросла на 2,5-3,0 ц/га, а производительность труда, по сравнению с традиционными способами, увеличилась на 37-40%.

В 60-е годы прошлого столетия в нашей стране и за рубежом широкое распространение получает изучение приемов минимализации обработки почвы (Макаров, 1984).

Развитие минимализации в обработке было вызвано несколькими причинами. Первая причина заключается в том, что существующая технология обработки почвы, основанная на отвальной вспашке, оказалось наиболее выгодной энергоемкой и экономически невыгодной. Отвальный плуг конструктивно более энергоемкое орудие, чем орудия, применяемые для безотвальной обработки (Клочков, 1986).

Вторая причина это переуплотнения пахотных почв под действием двигателей сельскохозяйственных машин. Цитируя Г.В. Белова (1985) можно сказать: «При обычных технологиях колесами и гусеницами уплотняется свыше 80% площади поля. Причем, более 30% поля подвергается двукратному уплотнению, 20% - шестикратному и не уплотняется лишь 10% площади.»

По данным Г.Ф. Копосова, А.В. Печенкина, Р.В. Мифтахова (2007), единственным выходом в таком случае остается максимальное сокращение количества проходов двигателей по полю как в сухой, так и во влажные периоды года, что возможно только при использовании широкозахватных или комбинированных агрегатов.

Многочисленные исследования, проведенные в нашей стране свидетельствуют о том, что уплотнение почв под действием машин носит кумулятивный характер и распространяется гораздо глубже пахотного слоя, в отдельных случаях до 1,0-1,2 м. Это приводит к снижению их биологической активности, развитию эрозионных процессов, усилению распыления почв, увеличению засоренности посевов и к снижению урожайности сельскохозяйственных культур (Рабочев, Бахтин, 1978;).

Одним из путей снижения уплотнения пахотных почв является минимализация их обработки (Шептухов, 2008).

Многочисленные опыты подтверждают целесообразность замены вспашки в севообороте безотвальными и поверхностными обработками.

Современная концепция минимализации обработки почвы рассматривается с позиции оптимизации почвенных условий жизни растений и одновременного роста плодородия почв (Манейлов, Богомазов, 2005).

В своих работах Г.И. Носов в 2005 году приводил такие данные: «По данным национального фонда развития сберегающего земледелия внедрение сберегающих технологий - это:

- экономия ГСМ в 2-3 раза;
- снижение дефицита механизаторских кадров в 2-2,5 раза;
- уменьшение металлоемкости СХМ в 2,5 раза;
- сокращение комплекта машин для производства зерна на каждые 2,5 тыс. га с 75 до 13-15 ед.;
- снижение в зависимости от погодных условий в результате эффективного влагосбережения;
- улучшение структуры почвы, предотвращение ее переуплотнения;
- предотвращение водной и ветровой эрозии почвы;
- повышение микробиологической активности почвы;
- увеличение плодородия за счет снижения темпов минерализации гумуса.»

Наименее интенсивной является «нулевая» обработка или «прямой посев», который предполагает при сборе урожая предшествующей культуры до посева последующей механическое воздействие на почву в виде нарезки полос (щелей) для посева. Другие разновидности минимальной обработки часто объединяют под названием «сокращенные» или «упрощенные» по сравнению с общепринятой в данной зоне обработкой. Большая часть сокращений связана со вспашкой, но в целом с количеством операций, глубиной и площадью обрабатываемой поверхности. Снижение интенсивности обработки почвы, в частности для уменьшения ее глубины, в значительной степени различается даже в пределах

Европы. В Великобритании, Дании и Скандинавских странах традиционная глубина вспашки составляет 15-20 см. При этом широко распространена мелкая вспашка до 15 см., в Центральной Европе - 25-30 см. В районах пшеничного пояса Австралии глубина основной обработки почвы не превышает 8 см (Cannel, 1985; Riley, 1985).

Важным достоинством минимализации почвенной обработки является сокращение расхода ГСМ, амортизация техники и экономия трудовых ресурсов (Кислов, 2007; Бакиров, 2006; Федюнин, 2010; Банькин, 2008; Кирюшин, 2006).

Как отмечают А.С. Салихов, М.Д. Кадыров(2004): «Правильная обработка почвы должна обеспечивать не только оптимальное сложение пахотного слоя, способствовать уничтожению сорняков, вредителей и возбудителей болезней, но и защищать почву от эрозии.»

В работах Р.С. Шакирова можно найти следующие данные: «По данным технологического центра ТатНИИСХ в Республике Татарстан более 40 %пашни подвержены в той или иной степени эрозии. Площади эродированных почв за последние 30 лет возросли на 349 тыс. га. Ежегодные потери гумуса в большинстве районов Республики превышают 1 т/га. Поэтому, один из важных вопросов агроландшафтного земледелия - обработка почвы, которая должна быть энергосберегающей и основываться на эффективном сочетании ее видов и глубины (на 40 % вспашка, 20 - минимальная, 40 % - рыхление). Использование для этих целей комбинированных машин позволяет снизить интенсивность обработки и затраты ГСМ на 25-30 % .»

В настоящее время в эрозионно-опасных местах приобретают популярность гребнекулисные способы почвозащитной обработки почвы, представляющие компромиссное технологическое решение между вспашкой и безотвальным рыхлением (Немцев, 2004; Шабаев и др., 2007; Немцев, Сабитов, Никитин, 2009).

Одним из важных теоретических положений современной системы обработки почвы является ее почвозащитный характер (Доспехов, Бузмаков, 1979;

Казаков, 2009; Кирюшин, 2005; Кислов, Иванова, 2007; Дорожко и др., 2013; Горянин, 2012).

1.2. Оценка роли почвенных агрофизических свойств в формировании урожаев полевых культур

Терентьев писал: «В комплексе мероприятий по повышению культуры земледелия и увеличению урожаев сельскохозяйственных культур исключительное значение отводится обработке почвы». Не смотря на то, что сегодня изменились инструменты и методы, обработка почвы остается старейшей техникой в земледелии, которое совместно с севооборотом и системой удобрений образует фундамент производства растениеводческой продукции.

Механическая обработка почвы, прошла долгий путь развития от примитивной до современной и интенсивной, является самой трудоемкой и проблемной частью системы земледелия.

И.Г. Пыхтин в 2004 году в своей статье писал: «Состояние растений в агрофитоценозе во многом зависит от того, какое механическое воздействие оказано на почву рабочими органами почвообрабатывающих орудий».

Цитируя работы Пупонина можно сделать следующие выводы: «С помощью механической обработки почвы достигают следующих целей:

- придание почве мелкокомковатого структурного состояния и оптимального для растений сложения почвы, при котором создавались бы благоприятные для роста растений и микрофлоры условия водного, воздушного, питательного и теплового режимов;
- поддержание благоприятного фитосанитарного состояния почвы и посевов;
- оптимальная заделка семян;

- снижение засоренности посевов, уничтожение зачатков вредителей и болезней сельскохозяйственных культур;

- предотвращение эрозионных процессов, чрезмерного переуплотнения почвы, уменьшение ее смыва, снижение непроизводительных потерь из почвы воды, гумуса, питательных веществ в целях сохранения потенциального плодородия и защиты почвы от эрозии».

В.И. Кирюшин (2006) считает: «...что обработка почвы должна рассматриваться непременно как элемент агротехнологии, находящийся в тесном взаимодействии с другими элементами (севооборот, доля пара, предшественник, удобрение, пестициды и т.д.) и агроэкологическими условиями, которые в той или иной мере определяют выбор способа обработки, глубины, частоты, возможности совмещения операций».

С момента создания плуга с предплужником немецким крестьянином – кузнецом Рудольфом Сакком во второй половине XVIII века пошло стремительное развитие пахотного земледелия. Такого типа плуг быстро распространился по многим странам и до нашего времени не претерпел больших конструктивных изменений. Увеличение глубины обработки почвы было основой для создания мощного пахотного слоя, который способствовал увеличению влагоемкости и бережному расходу влаги.

Как и в каждой науке, в научном земледелии, в разные периоды времени основные задачи обработки почвы звучали по разному. Б.А. Доспехов (1979) считал, что: «Задача основной обработки почвы заключается в создании такого строения пахотного слоя, которое способно обеспечить для растений и полезных микроорганизмов благоприятные условия водно-воздушного, теплового и питательного режимов, накопления и сбережения влаги или удаления ее избытка». П.А. Костычев в исследованиях проведенных в 1951 года писал: «Цель обработки почвы заключается, и в том, чтобы изменить строение почвы, придать ей такое строение, которое для произрастания растений наиболее благоприятно».

В.Р. Вильямс впервые в 1939 году классифицировал обработку почвы. Он объединил все имеющиеся приемы механической обработки в 3 крупные системы: систему основной (зяблевой) обработки почвы, систему предпосевной обработки и систему ухода за растениями. Зяблевой обработке почвы Вильямс отводил главную роль в улучшении структуры почвы, при которой верхний слой почвы ложился на дно борозды, а наверху появлялся более оструктуренный слой.

И.С. Шелухин в своих изысканиях в 1981 году писал: «Несмотря на то, что плужная обработка почвы является наиболее древним и распространенным приемом земледелия, она не всегда и не везде была востребована. Поиск универсальных способов, как и борьба с шаблоном, традиционны. Периодически отвергая шаблоны, ученые и практики стремятся найти что-то лучшее, но нередко приходят к новому шаблону. Творческий подход с учетом места, времени, условий – вот задача земледельца».

Н.М. Тулайков является основателем теории мелкой обработки почвы, улучшающей накопление и сохранение влаги. Именно он предложил использовать в засушливых районах севообороты с короткой ротацией. Также он заложил фундамент в почвозащитное земледелие. Мелкие бесплужные обработки почвы в почвозащитном земледелии заменили глубокую вспашку, которая продолжительное время была основным приемом зяблевой обработки почвы.

В конце девятнадцатого века идеи целесообразности вспашки начали вызывать недоверие. И.Е. Овсинский был одним из активных пропагандистов бесплужных обработок в России. Он считал необходимым рыхления на 5-7,5 см для уничтожения сорняков и заделки удобрений. Именно рыхление давало органический слой, хорошо сохраняющий влагу и гарантирующий доступ воздуха в почву по ходам, образованным червями и корневой системой отмерших растений, который образовывался после разделки стерни.

В 1985 году И.Е. Овсинский писал: «Уже десять с лишним лет при обработке земли я руководствуюсь принципом, что самый верхний слой почвы

надо оставлять на поверхности для того, чтобы обогатился перегноем. Это имеет большое значение, так как дает возможность воздуху постоянно проникать в почву, вследствие чего усиливаются происходящие в ней физические и химические процессы, благоприятно отражающиеся на развитии растительности.»

Было установлено, что создание и поддержание глубокого пахотного слоя имеет важное значение, как благоприятной среды корнеобитания. Некоторые ученые увязывали это с лучшим водным режимом. Другие как К.А. Тимирязев (1965) приравнивал к увеличению засухоустойчивости растений, а П.А. Костычев (1951) считал допустимым на фоне отвальной обработки применять в отдельные годы и поверхностную обработку, в зависимости от водного режима и биологической засоренности посевов.

В 1955 годах И.Т. Мальцев дал дальнейшей толчок развитию теории Овсинского. Его система не совпадает с системой предложенной И.Е. Овсинским (1899) и Э. Фолкнером (1942). Выдвинутая система предусматривает чередование по годам и полям глубокой безотвальной обработки специальным плугом с обтекаемыми стойками (со снятыми отвалами) на глубину 30-35 см и поверхностные обработки дисковыми лушпильниками на 10-12 см.

В.П. Мосолов (1937), А.В. Советов (1950), И.А. Стебут (1956), А.Т. Болотов (1988) выдвигали свою точку зрения на данную проблему, они также сделали огромный вклад в развитие и обоснование применяемых систем земледелия и обработки почвы.

Ежегодная пахота не является обязательной для сохранения глубокого пахотного слоя, а потеря структурности верхнего слоя – не единственная и не главная причина целесообразности оборачивания. Еще в 50-е годы Т.С. Мальцев (1955, 1988) в своих работах показал односторонность теоретического обоснования оборачивания пахотного слоя, в целях восстановления ее структурности.

Возможность уменьшения количества и глубины основной обработки почвы наблюдалось в исследованиях, проведенных на серых-лесных и дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны Б.А. Доспеховым (1979), Ф.З. Мухаметдиновым (1980). Они отмечают, что на дерново-подзолистых почвах различные по интенсивности обработки при однократном их применении по своему воздействию на структуру, плотность сложения и другие агрофизические свойства почвы существенно не отличаются.

А.И. Бараев (1975, 1988) сформулировал концепцию новой почвозащитной системы земледелия для зон, подверженных ветровой эрозии почв: «Почвозащитная система земледелия и ее отдельные приемы должны быть конкретизированы применительно к местным почвенно-климатическим условиям и деятельности». Данную концепцию он смог применить на практике.

Экспериментальные условия, которые формируются на склоновых землях, требуют обширных и целенаправленных исследований для разработки эффективнейших водозадерживающих противозрозионных приемов обработки почвы.

Защита почвы от эрозии и деградации, предотвращение ухудшения состояния окружающей среды, улучшение экологии агроландшафтов – это стратегически главное направление в современном земледелии (Баздырев, Заверткин, 2010).

Расчеты показывают, что затраты по борьбе с эрозией намного меньше, чем расходы, которые появляются при устранении последствий эрозии и восстановление плодородия почв.

А.П. Пухачев и И.Л. Бухарева в 1984 писали, что: «В условиях Татарстана проводились многолетние исследования, доказывающие, что на светло-серых почвах пахота поперек склона сокращает смыв почвы в 2,2 раза, способствует увеличению продуктивной влаги в метровом слое почвы на 19,3 мм за счет поглощения талых вод.»

В.И. Зотиков и Т.С. Наумкина в 2007 году отмечают: «Эффективность приемов основной обработки почвы повышается путем совмещения различных технологических операций. Особое внимание при этом имеют новые комбинированные почвообрабатывающие агрегаты, предназначенные для обработки почвы на глубину 14-18 см. За один проход такой агрегат выполняет подрезание, рыхление, интенсивное перемешивание почвы и измельчение пожнивных остатков по всей ширине».

В 2004 году А.С. Салихов писал: «Правильная обработка почвы должна обеспечивать не только оптимальное сложение пахотного слоя, способствовать уничтожению сорняков, вредителей и возбудителей болезней, но и защищать почву от эрозии. При такой обработке создаются благоприятные водный, воздушный, тепловой и питательный режимы для растений и жизнедеятельности полезной почвенной биоты».

Разработка специфических технологий выращивания зерновых культур в наших условиях современной экономики, требует создание моделей основной обработки почвы в зависимости от конкретных почвенно-климатических условий и биологических особенностей зерновых культур. В этом состоит технологическая задача - разработка эффективных ресурсосберегающих систем обработки почвы, которые применимы к разным уровням интенсификации земледелия и дающие экономически оправданную продуктивность растений (Божко, 2007).

В.И. Беляев и В.В. Вольнов (2011) понимали под ресурсосберегающими технологиями следующее: «Ресурсосберегающая технология возделывания сельскохозяйственных культур – это комплекс мероприятий, направленных на улучшение структуры посевных площадей, севооборотов, минимализацию обработки почвы, использование органических и минеральных удобрений, средств защиты растений, почвообрабатывающих машин и посевных агрегатов

нового поколения в строгом соответствии с почвенно-климатическими ресурсами.»

Основные компоненты рациональной ресурсосберегающей системы земледелия предложили А. Н. Орлов, О. А. Ткачук и Е. В. Павликова (2009). К ним отнесли приемы, которые основаны на регуляции плодородия почвы с помощью биологических факторов, таких как, посев многолетних трав, запашка соломы и пожнивных растительных остатков.

Используя повсеместное внедрение ресурсосберегающих технологий, агропромышленный комплекс в нашей стране сможет сделать резкий рывок в сторону повышения эффективности и конкурентоспособности поставляемой продукции на мировом рынке (Орлова, 2007).

В ходе экспериментов С. Н. Шевченко и В. А. Корчагина (2008) были сделаны выводы о том, что переход к минимальным обработки не дает ухудшение водного и пищевого режимов почвы, показателей ее биологической активности. При таком подходе к формированию ресурсосберегающих технологий выявлена высокая эффективность прямого посева яровых зерновых культур. Из этих данных следует то, что технология с нулевой обработкой почвы практически сводит к нулю потери почвы, прекращается не только водная, но и ветровая эрозия.

А.С. Салихов в своих работах 2008 года показывает: «Необходимость внедрения ресурсосберегающих технологий связано с:

- существенными недостатками традиционных технологий;
- высокими производственными затратами и себестоимостью производимой продукции;
- низкой урожайностью и плохим качеством продукции;
- ухудшением плодородия почвы и окружающей среды;
- нехваткой трудовых ресурсов;
- ухудшением агрофизических свойств и микрофлоры почв».

А.И. Пупонин, Б.Д. Кирюшин еще в 1989 году пришли к выводу: «Наибольшая эффективность прямого посева отмечается в первый год, особенно на почвах, где предварительно применяли глубокое отвальное рыхление, и минимальную обработку надо рассматривать как часть общей системы в севообороте».

Г.И. Носов и И.В. Крюков в исследованиях 2005 года пишут: «...необходимость замены вспашки нулевой обработкой объясняется экономией ГСМ в 2-3 раза, снижением дефицита механизаторских кадров в 2-2,5 раза, металлоемкости СХМ в 2,5 раза, набора машин для производства зерна на каждые 2,5 тыс. га с 75 до 13-15 единиц».

В.А. Корчагин в своей статье пишет: «Обязательный элемент технологии прямого посева – использование измельченной соломы в качестве удобрения. Ежегодное накопление на поверхности поля большого количества органических остатков способствует повышению содержания гумуса, оказывает благоприятное влияние на агрофизические и биологические процессы в почве». Р.С. Кираев также в статьях за 2009 год отмечает: «Главная почвозащитная роль отводится стерне и соломе зерновых культур, поэтому при зяблевой обработке необходимо добиваться того, чтобы число стеблей растительных остатков высотой 15-20 см на 1 м² составляло 300-330 шт.».

Обработка почвы – важный элемент системы земледелия. Механическое воздействие на почву машин и орудий оказывает существенное влияние на агрофизические, физико-химические и биологические свойства почвы.

П.У. Бахтин (1969) в своих изысканиях дал исключительно важное значение агрофизическим свойствам, а также направленному изменению этих свойств в сторону увеличения плодородия почвы и организации оптимальных условий для выращиваемых культур.

Оптимальные условия для зерновых культур возникают при благоприятных параметрах агрофизических свойств почвы, лимитирующим из которых являются плотность и структурный состав (Белкин, Беседин, 2010).

Плотность сложения почвы является одним из главных показателей физического состояния почвы. Он в значительной мере подвержен изменению при основной обработке. С.И. Зинченко установил, что оптимальный интервал на серых лесных почвах для развития зерновых культур соответствует 1,10-1,30 г/см³ (Зинченко, Талеева, 2010). «Если почва сжата до плотности более 1,40 г/см³, замедляется развитие корневой системы», - отмечал Б. Крэбтри в 2008 году. В 2003 году в своих работах отметил: «Значение равновесной плотности для данных типов почв равна 1,3-1,4 г/см³».

В 2008 году установил Н. А. Кириллов: «...что после первых 3 лет применения минимальной обработки водно-физические свойства почвы существенно изменились. Значение плотности колеблется в пределах 1,11-1,48 г/см³, тогда как при вспашке – 1,08-1,53 г/см³.»

После продолжительных экспериментов В.А. Корчагина обнаружил: «Плотность почвы по вспашке и глубокому рыхлению составляет 1,05-1,10 г/см³, по мелким отвальным и безотвальным обработкам 1,10-1,15 г/см³, по поверхностным обработкам дисковыми орудиями 1,12-1,20 г/см³, т.е. по всем способам она не выходит за пределы оптимальных значений.»

«В зависимости от интенсивности механического воздействия на почву изменяется характер макроструктуры, влияющий на ее физические свойства, условия жизни культурных растений и микрофлоры. Наиболее интенсивное воздействие на почву в пахотном слое оказывает вспашка, в поверхностном слое – мелкая обработка», - отмечала в своих исследованиях, проведенных в 2006 году Т.И. Мазаева.

А. М. Пестряков в своих трудах отмечает: «Величина равновесной плотности серых лесных почв находится в пределах 1,45-1,48 г/см³, что

значительно выше оптимального значения для большинства культур. Систематическое длительное применение минимальной и поверхностной обработок приводит к уменьшению ее до 1,35-1,38 г/см³.

В.М. Жидков и А.Н. Сарычев (2008) выяснили: «Плотность почвы перед посевом в зависимости от обработки почвы колебалась от 1,18 до 1,23 г/см³. Наиболее благоприятное сложение пахотного слоя складывалось на варианте с глубиной обработки 14-16 см – 1,20 г/см³ перед посевом и 1,29 г/см³ перед уборкой. На варианте с оборотом пласта на 20-22 см эти показатели составляли весной 1,19 г/см³ и 1,28 г/см³ перед уборкой. В целом применение мелких обработок не приводило к уплотнению пахотного слоя».

Лимитирующим фактором получения высоких и стабильных урожаев остается в наши дни обеспеченность растений влагой. Именно количеством влаги в почве лимитируется уровень урожайности сельскохозяйственных культур.

При небольшой не хватке начинается отмирание листьев и сокращение притока углеводов в созревающее зерно. В период сильной засухи все фотосинтетические процессы подавляются, это приводит к формированию щуплого зерна с повышенным содержанием белка (Каргин, Немцев, Перов, 2008).

В.Ю. Тимонов, Н.М. Чернышева, С.С. Балабанов, Н.И. Картамышев в 2010 году отмечали: «Борьба за сохранение влаги в почве – это борьба за сохранение наиболее благоприятного агрофизического режима почвы.»

Республика Татарстан относится к зоне неустойчивого увлажнения. Здесь среднегодовое количество осадков достигает 450-500 мм в следствие этого влагообеспеченность является лимитирующим фактором, определяющим урожайность сельскохозяйственных культур.

«Все технологические операции, выполняемые в процессе обработки почвы, в той или иной степени влияют на ее водный режим, но особенно заметны рыхление и оборачивание,» - отмечал в своих работах А.Н. Сухов в 2010 году.

В этот же год А.А. Белкин и Н.В. Беседин писали о том, что роль основной обработки почвы заключается в регуляции водного режима, которая включает в себя, проведение осадков в корнеобитаемый слой, минимализации испарения с поверхности почвы, для создания и поддержания достаточных запасов продуктивной влаги.

Обработка почвы без применения пахоты экономит большее количество влаги, в следствие изменения структуры пор. При этом начинают преобладать поры средние по размеру, а макропоры становятся непрерывными. Во время максимальной ограниченности влаги, которая бывает при сильных засухах, эта вода становится доступной для корневой системы растений и как результат увеличивается доступность питательных веществ (Berengena, 1997). Все это так же наблюдаются при почвозащитном земледелии (Richter, 1995), особенно тогда, когда корни вынуждены получать влагу из более глубоких слоев почвы.

«Обработка почвы способствует улучшению водно-воздушного режима пахотного горизонта, который со временем ухудшается, особенно в нижней части слоя. Исключение механической обработки делает водно-воздушный режим пахотного слоя стабильным во времени и исключает его резкие перепады от применяемой агротехники,» - наблюдает в своих работах за 2008 год В.Н. Шептухов.

Под влиянием глубокой обработки перераспределяются механические элементы и органические вещества в обрабатываемом слое, идет уменьшение плотности почвы, ее твердости, повышается общая и некапиллярная пористость почвы. В связи с этим происходит улучшение накапливания атмосферных осадков. Идет возрастание содержания влаги под первой и последующими культурами севооборота в пахотном горизонте.

«В условиях Республики Татарстан на урожай зерновых колосовых и бобовых культур оказывает влияние водный режим почвы до метровой глубины, а

бобовых многолетних трав – до 1,5 м», - отмечает А.С. Салихов в своих исследованиях за 2002 год.

Свои наблюдения высказывает и В.Ю. Тимонов в 2009 году: «Основная обработка почвы в значительной степени влияет на ее водный режим, включая изменение структуры, плотности сложения и характер ее поверхности, воздействует на инфильтрацию и испарение воды».

В 2008 году В. И. Макаров, Ф. И. Грязина и В. Г. Кириллов писали: «... важность прикатывания в сохранении весенней влаги в пахотном слое. Это способствует увеличению запасов продуктивной влаги в пахотном слое на 1,2-3,7 мм, в 2009 г. – на 2,5-6,1 мм.»

«Распространенная система обработки обычными плугами в традиционном земледелии ведет к большим потерям почвенной влаги из-за конвекционно-диффузного испарения, чему способствует повышенная рыхлость пахотного слоя,»- отмечает ряд авторов во главе с Л.А. Нечаевым в своих работах 2009 года.

В 2006 году В. И. Кирюшин писал: «Излишняя рыхлость во время засухи приводит к увеличению расхода влаги вследствие испарения, а минимизация почвообработки благоприятствует улучшению водного режима агроценозов в засушливых условиях. Оставление же на поверхности почвы пожнивных остатков способствует увеличению весенних запасов влаги.»

Результаты измерения влажности почвы в основные периоды вегетации растений опубликованные в 2008 году А. Е. Чепик подтверждают превосходство минимальной обработки.

«Фитосанитарное состояние почвы является одним из центральных факторов, определяющих продуктивность возделываемых культур.

В среднем потери урожая только зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков в России достигают 25-30 % валового сбора зерна,» - отмечается в книге по защите растений в ресурсосберегающих технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

Высокая засоренность полей - одна из важнейших причин понижения качества урожая возделываемых культур.

Сорные растения в противопоставление к культурным растениям относятся к составляющей части естественного растительного ценоза и имеют повышенные адаптивные качества, присущие данной местности. Поэтому они чувствуют себя на поле как хозяева и доставляют массу хлопот земледельцу (Рене ван Акер, 2008). Примерно полторы тысячи видов сорных растений встречается на территории Российской Федерации. «Из-за высокой засоренности в России систематически не добывается от 20 до 30 % и более потенциального урожая,» - делает выводы в своих изысканиях Е.В. Большакова.

Т.А. Трофимов в 2010 году подсчитал количество сорняков : «По данным ряда исследователей, в пахотном слое почвы на 1 га приходится от 100 млн. до 4 млрд. шт. семян сорняков и огромное количество вегетативных зачатков многолетников.»

Вопросами засорения посевов занимались многие ученые. В 2010 году в своей книге Т.Г. Хадеев сделал выводы, о сорных растениях: «Сорные растения имеют ряд особенностей, способствующих быстрому и широкому их распространению: недружность всходов, длительный срок жизнеспособности семян в почве, более раннее созревание по сравнению с культурными растениями, способность размножаться корневищами и корневыми отпрысками.» (Хадеев, Таланов, Фомин, 2010)

Один из признанных ученых в сфере земледелия Г. И. Баздырев (2004) пишет: «Борьба с сорняками может быть успешной только на основе системного подхода, научными и практическими принципами которого в современном земледелии является интегрированная защита, представляющая собой сочетание биологических, химических, экологических и других методов защиты культурных растений. Она должна быть направлена на регулирование численности сорняков до уровня экономических порогов вредоносности.»

Глубина заделки семян негативно сказывается на способность к прорастанию и жизнеспособность у сорных растений (Дудкин, Шмат, 2010). При этом семена сорняков, оказавшие в нижней части пахотного горизонта благодаря отвальной обработке, увеличивают период всхожести, так как на них не действуют или оказывают минимальные неблагоприятные факторы окружающей среды (Froud-Williams, 1984; Egley, 1990). «Сравнивая срок жизни семян нескольких сорняков при пахотном и беспашотном методе на протяжении пяти лет, обнаружили, что пахота не увеличивает потерю жизнеспособности семян в почве,» - пишут в своих работах G. H. Egley и R. D. Williams.

Ученные Н.А. Кашеев, 1984 в своих исследованиях отвели значительное место в системе агротехнической борьбы с сорной растительностью послеуборочной поверхностной обработке, а именно лущению.

А.В. Дозоров, А.В. Карпов и Н.Г. Захаров (2009) писали: «Ежегодные поверхностные системы обработки почвы приводят к усилению засоренности посевов до 1,5 раза, как по видовому, так и численному составу, прежде всего, многолетними сорняками.» В.М. Гармашов и А.Ф. Витер (2008) отмечают, что из-за слабого крошения и повреждения корневой системы сорных растений при мелкой обработке почвы поля имеют более высокую засоренность посевов. Т.А. Трофимова (2011) делает выводы: «Поверхностная обработка почвы стимулирует развитие и распространение многолетних сорняков, так как в результате измельчения корневой системы сорного растения пробуждаются спящие почки, и распространение этих злостных сорняков возрастает.»

В опытах И.И. Исайкина и М.К. Волкова (2007) лущение с безотвальным рыхлением показало наиболее лучший результат в борьбе с засоренностью в весенний период.

Научно-обоснованная обработка в севообороте, произведенная с учетом гранулометрического состава почвы и характера ее засоренности является главным мероприятием, которое обеспечивает очищение почвы от запаса

семян и вегетативных репродуктивных органов размножения по мнению М. М. Ильясов и А.Х. Яппаров (2010).

Н.Г. Черкасов и И.Г. Пыхтин (2006) также наблюдали в своих экспериментах возрастание засоренности посевов по нулевой и мелкой безотвальной обработке почвы в сравнении с систематической вспашкой. При этом количество сорных растений на прямом посеве было больше, чем при вспашке, соответственно в 4,1 и 16,5 раза, по мелкой безотвальной – в 1,2 и 6,8 раза, причем в их составе резко увеличилась доля бодяка и осота полевого. Результаты моих исследований в 2011 году было установлено, что: «При нулевой и традиционной технологии обработки почвы сорные растения в посевах культур представлены видами, относящимися к разным биологическим группам.»

«Накоплению патогенов в почве и повышению вредоносности болезней способствует применяемая агротехника: монокультура или бессменное возделывание зерновых культур, особенно в отсутствии предпосевного протравливания семян и некачественная обработка почвы,» - говорил А.А. Жученко. По итогам проведенных опытов А.М. Пестряков (2007) сделал выводы о увеличении поражения зерновых культур болезнями из – за минимальных и поверхностных обработок.

«Стерня и пожнивные остатки при плоскорезной и безотвальной обработках могут являться источниками инфекций, резерваторами семян сорняков и их вегетативных зачатков,» - в своих трудах отмечали А.К. Киреев в 2000, И.И. Долотин в 2001. Главнейшим переносчиком инфекции являются семена зерновых культур, которые поражаются фузариозом и гельминтоспориозом.

Погодные условия, предшественники и другие условия влияют на степень развития корневой гнили (Койшыбаев, Куланбай, 2010).

В этом же аспекте можно процитировать А. А. Зиганшин и др. (2007): «Существенное значение для профилактики болезни имеет и технология посева.

При сравнении разных способов посева минимальное поражение растений было при разбросном и узкорядном (междурядья 12,5 см), чем при рядовом (15 см)».

К профилактике можно отнести меры по соблюдению нормы высева, которое обеспечивает оптимальное количество растений на гектар (Бараев, Бакаев и др., 1978). Значительным фактором для снижения развития патогенов является заделка семян в почву на оптимальную глубину, соответствующую длине coleoptilia.

По словам Е. Ю. Тороповой (2010): «Фитосанитарные технологии должны снижать плотность покоящихся структур возбудителей в почве и на инфицированных растительных остатках, ограничивая длительность их выживания за счет супрессивности почвы. Существенное влияние на взаимодействие в системе триотрофа «растение – фитопатогены – антагонисты» оказывают такие технологические приемы, как предшественники и способы обработки почвы.»

Т.Г. Хадеев, И.П. Таланов, В.Н. Фомин (2010) отмечали, что использование рациональных способов основной обработки почвы лежит в основе агротехнического метода борьбы с микозами зерновых культур, наиболее вредоносными являются корневые гнили, бурая листовая ржавчина, мучнистая роса, септориоз.

С. Г. Манишкин, А. В. Соловьев, Г. С. Марьин и др. (2010) указывают нам на то что, при мульчировании после уборки с использованием соломы. Ее пролежка не менее 3 недель на поверхности почвы в осенний период, практически во всех изучаемых вариантах обработки почвы сокращает поражения корневой гнилью и способствует увеличению полноты всходов и сохранности растений к уборке.

«Предшествующая культура как технологический прием, может либо способствовать накоплению инфекции, либо, наоборот, может подавить или ослабить ее, предоставляя последующей культуре наилучшие фитосанитарные

условия для роста и развития,» - в своих работах указывает ряд ученых, включая Н.Н. Апаеву (2011).

Повышению устойчивости растений к болезням также способствуют и органические удобрения. Внесение органики из меняет состояние патогенных и сапрофитных микроорганизмов, увеличивает количество почвенных антагонистов, которые отрицательно влияют на возбудителя корневой гнили.

Положительные результаты в борьбе с болезнью дает оптимизации минерального питания. Выявлено, что фосфор ограничивает развитие корневой гнили пшеницы за счет усиления процессов синтеза и роста корневой системы.

В.И. Каргин и др. (2007) высказали мнение, что отвальная обработка почвы ведет к выравниванию содержания подвижных элементов питания в пахотном слое. В вариантах с поверхностным рыхлением их концентрация была в верхнем слое больше, но с глубиной она резко снизилась.

«Существенное улучшение агрохимических показателей почвы – содержание гумуса, подвижного фосфора, суммы обменных оснований, биологической активности, снижение гидролитической и обменной кислотности наблюдалось при комбинированной обработке почвы,» - отмечает в своей статье Н.И. Владыкина.

В.А. Воронцов в экспериментах поставленных в 2007 году установил, что: «Безотвальные обработки положительно влияют на содержание питательных элементов в пахотном слое почвы. Так, нитратного азота перед посевом озимой пшеницы в этих вариантах было больше на 0,9-2,8 мг/кг, а подвижного фосфора – на 0,7-1,8 мг/100 г почвы, чем по вспашке.»

Согласно результатам исследований М.Л. Цветкова (2010) при мелкой поверхностной обработке концентрация элементов питания в верхнем слое обеспечивает благоприятные условия роста и развития культур в весенний период.

Одним из признаков окультуренности почвы является оптимальное содержание в ней фосфора (Греков, Мельник, 2009). Наиболее высокая концентрация подвижного фосфора в севообороте, по опытам Х.Б. Дусаева (1990), отмечалось при безотвальном рыхлении – в верхних слоях почвы перед посевом зерновых культур. Аналогичные данные получили по итогам исследований П.Д. Кошкина (1997).

Содержание в почве обменного калия до настоящего времени является основным, а часто и единственным показателем, по которому судят об уровне калийного питания растений. Во всех случаях наибольшее количество калия было в пахотном горизонте и снижалось с глубиной почвы.

Достоверное повышение содержания калия на плоскорезной обработке по сравнению со вспашкой наблюдали в своих опытах Е. П. Проценко и А. В. Солодилова (1999).

1.3. Оптимизация системы обработки почвы в условиях агроклиматических рисков

В настоящее время во всем мире в целях энерго- и ресурсосбережения очень актуально развитие так называемого сберегающего (консервирующего) сельского хозяйства, причем приоритетным направлением является замена традиционных интенсивных технологий возделывания зерновых и других видов культур на сберегающие почвозащитные. Технологии минимальной и нулевой почвозащитной обработки почвы к ряду особых и важных способов ресурсосбережения в земледелии, отмечает в своей работе отмечает Рябов (2003).

25 процентов урожайности культур можно формировать за счет обработок почвы. Хотя обработка почвы является одним из трудоемких процессов, на которые затрачиваются около 40 процентов энергетических и 25 процентов

трудовых ресурсов, которые используются для возделывания сельскохозяйственных культур. «Обработка почвы связана со значительным расходом нефтепродуктов, который достигает от 12 до 38 % общих затрат топлива в агропромышленном комплексе» подсчитала группа ученых во главе с В.А. Токаревым в 1989 году. Эти причины и послужили тому, что во многих странах идет смена технологий обработки почвы в сторону ее минимализации и энергосбережения.

Здесь как никак подходит процитировать С.А. Воробьева, что минимализация – экологически и экономически обоснованное направление в науке и практике в области механической обработки почвы. Она обусловлена снижением доли естественного плодородия почвы и формирования урожая сельскохозяйственных культур за счет роста количества применяемых удобрений, отказом от механической обработки как средства борьбы с сорняками и использованием для этих целей гербицидов, расширением технологических возможностей сельскохозяйственной техники путем использования энергонасыщенных тракторов, способных работать с комбинированными машинами и агрегатами.

Еще в девятнадцатом веке в работах выдающегося ученого-агронома И.Е. Овсинского была осмыслена теория о внедрении минимальной и нулевой обработки. Через сорок лет его теорию пол подтвердил ученый из Америки Э. Фолкнер. В своей книге «Безумие пахаря» главной причиной возникновения ветровой эрозии, проявляющаяся в виде пылевых бурь, называет плуг и обосновывает замену вспашки на поверхностные обработки.

С 70-х годов активизировались исследования по системам обработки почвы во всех регионах страны, в результате которых получили разностороннюю оценку различные варианты минимизации обработки почвы. Проведенные опыты дали нам понять, что теория регулярного рыхления почвы несколько преувеличена, так как для зерновых и некоторых других культур показатель равновесной плотности

на большей части почв оказался практически оптимальной. Увеличение испарения и, как следствие, расхода влаги наступает из-за изменения рыхлости почвы в сезон засух. Улучшению водного режима способствует минимализация почвенных обработок (Кириюшин, 2000).

На сегодняшний день в земледелии особенно актуальны две проблемы:

1. Постоянный рост затрат на производимую продукцию. Из-за применения многооперационных технологий производства, а также постоянного роста цен на энергоносители, на сельхозтехнику, средства защиты растений, минеральных удобрений и услуги, которые оказываются сельхозпроизводителям при сравнительно низких ценах на производимую продукцию. Снижение себестоимости в следствии экономии ГСМ и уменьшения трудозатрат обеспечивает ресурсосберегающие технологии (Хадеев, 2005).

2. Потеря плодородных почвенных ресурсов и ухудшение экологической обстановки окружающей среды. К сожалению, многолетнее ведение хозяйства интенсивными методами оказало негативное действие на экологию. Обстановка в аграрном секторе экономики на сегодня оставляет желать лучшего. Техническая оснащенность не соответствует нормативной нагрузке в планируемых объемах производства.

Из-за процессов эрозии почвы и чрезмерной минерализации гумуса потери сельскохозяйственных угодий в мире составляют ежегодно 10-15 млн. га. В Республике Татарстан только за последние 40 лет площадь сельхозугодий подверженных эрозии увеличивалась более чем в два раза и достигла 36,6 %, количество и общая длина действующих оврагов возросли в 1,6 раза, а средневзвешенное содержание гумуса в почве снизилось на 0,8 % (Хадеев, 2005).

Кроме снижения экономических затрат целесообразность минимальной обработки почвы зачастую связывают с необходимостью накопления гумуса в почве и повышения ее противозерозионной устойчивости (Куликова, 2003). Однако, при этом возникает ряд вопросов, связанных с изменением физико-

химических свойств почвы (Шарков, 2009). В своих исследованиях Кирюшин отмечает зависимость характера и частоты обработок и интенсивности процессов, связанных с минерализацией органического вещества. Ведь известно, что отвальные обработки повышают минерализацию гумуса и способствует его большой потере, а минимальные, наоборот, способствуют снижению данных процессов.

По данным технологического центра Татарского научно - исследовательского института сельского хозяйства в Республике Татарстан более 40 % пашни подвержены в той или иной степени эрозии. Площадь эродированных почв за последние 30 лет возросла на 349 тыс.га., ежегодные потери гумуса в большинстве районов республики превышают 1 т/га. Поэтому, один из важных приемов агроландшафтного земледелия – обработка почвы, которая должна быть энергосберегающей и основываться на эффективном сочетании ее видов и глубины (40 % вспашка, 20 % – минимальная, 40 %– рыхление). Использование для этих целей комбинированных машин позволяет снизить интенсивность обработки и затраты горюче-смазочного материала на 25-30 % (Шакиров, 2006).

Многочисленные опыты подтверждают целесообразность замены вспашки в севообороте безотвальными и поверхностными обработками.

По материалам IV Всероссийской научно-практической конференции в Саратове применение ресурсосберегающих технологий обеспечило:

- уменьшение затрат горюче-смазочных материалов на 18,5 % на 100 га;
- высокую производительность труда (затраты труда снизились на 14,38 %), сокращение потребности в механизаторах в 2 раза и своевременное выполнение полевых работ;
- снижение затрат на приобретение и эксплуатацию сельскохозяйственной техники. Ресурсосберегающие технологии дают возможность существенно сократить требуемый комплекс машин при производстве зерна на 5-6 наименований.

Изучено влияние различных способов обработки почвы на ее плотность, влагообеспеченность, микробиологический состав и продуктивность растений (Туманян, 2012).

Согласно исследованиям В.Ф. Мареева и И.Г. Манюковой (2009), В.М. Каргина (2007) наблюдаются следующие положительные моменты при применении ресурсосберегающих технологий:

- предупреждение водной и ветровой эрозий, сохранение и повышение плодородия почвы;
- накопление, сбережение и рациональное использование влаги;
- возвращение почвенной биоты.

Один из минусов применения минимальных обработок – это сильное снижения фитосанитарного состояния почвы. Падение при этом темпа минерализации гумуса уменьшают доступный азот для питания, особенно после стерневых предшественников. Эта причина является основанием для дополнительного внесения азотных удобрений.

«При снижении количества механических обработок почвы, переходе к «беспахатному» земледелию, особенно в первые годы, существенно ускоряется развитие многих болезней и вредителей, увеличивается засоренность посевов, что может негативно сказаться как на урожайности, так и на качестве продукции. Именно поэтому в ресурсосберегающих технологиях возрастает доля затрат на защиту растений. В среднем потери урожая только зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков в России достигают 25-30 % валового сбора зерна» отмечает Р.И. Сафин.

Известно, что способы обработки почвы оказывают воздействие на поражением озимой пшеницы болезнями (Рябов, 2003). Данные о влиянии способов обработки на фитосанитарное состояние посевов этой культуры, которые встречаются в научной литературе, довольно противоречивы. Встречаются сведения о том, что исключение основной и предпосевной

обработки почвы под озимую пшеницу после низкостебельных предшественников приводит не только к недобору урожая на 15-20 %, но и к ослаблению растений, повышению их восприимчивости к различным факультативным патогенам (Енкина, 1999). Однако, исследования, проведенные в Канаде в 1975-1995 гг., не позволяют сделать однозначных выводов о влиянии различных способов обработки почвы на поражение пшеницы гельминтоспориозной корневой гнилью. В вариантах минимальной и традиционной обработки почвы поражение растений корневыми гнилями различалось незначительно (Jang, 2000).

Результаты исследований Н.Н. Глазунова (2012) различных способов обработки почвы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края показали, что по неблагоприятным предшественникам (озимая пшеница третьего и озимая пшеница второго года, злаковые) при безотвальной и нулевой обработках происходит увеличение распространенности и степени развития следующих патогенных микромицетов: корневые гнили – на 19,7-28,5 %, септориоза – на 21,8-24,1 %, мучнистой росы – на 11,6-16,7 %, фузариоза колоса – на 15,9-26,3 %. На распространенность и степень развития бурой листовой ржавчины вид обработки почвы существенного влияния не оказал. Причиной этого является то, что обработка почвы без оборота пласта способствует большему накоплению пожнивных остатков на поверхности почвы, которые служат одним из основных источников указанных микромицетов. Заделка в почву пожнивных остатков способствует частичной их минерализации, а значит и уменьшению количества инокулюма.

При посеве по благоприятным предшественникам (пропашные, занятый и чистый пар) развитие патогенных микромицетов, вызывающих фузариоз колоса, по всем вариантам обработки почвы было незначительным и не превышало ЭПВ.

Таким образом, безотвальная и нулевая обработка в условиях Ставропольского края приводят к накоплению инфекции и увеличивают

распространенность и степень развития патогенных микромицетов в агроценозе озимой пшеницы от 3,8 до 28,5 %, в зависимости от биологических особенностей вида возбудителя.

Проблема борьбы с сорняками, всегда стоявшая перед земледельцами, в последние годы в России она еще более обострилась. В современных условиях потенциальные потери урожая от сорных растений выше, чем суммарные потери урожая от болезней и вредителей. Изменяется видовой состав сорных растений. Виды сорняков становятся более адаптированными к пестицидам и механическому уничтожению. Повышается засоренность злостными и трудноискоренимыми видами: осотом, бодяком, пыреем и другими (Захаренко, 2004). Многие исследователи придерживались мнения, что постоянное использование безотвальных и минимальных обработок почвы в севообороте менее эффективны. Без решения проблемы с засоренностью посевов, эффективность использования минеральных туков будет низкая. А применение ресурсосберегающие технологии подразумевают их эффективное применение. Для правильной оценки степени засоренности необходимо учитывать видовой состав сорняков и средние потери урожая сельскохозяйственных культур (Сафин, 2008).

В борьбе с сорной растительностью решающее значение имеют агротехнические истребительные меры, основу которых составляет обработка почвы. Рациональное применение которых снижает уровень засоренности на 50-60 %, по отдельным видам на 70-80 %, при этом истребительные меры имеют такой недостаток, как высокая энергоемкость (Баздырев, 2004). Однако, ей присущ ряд недостатков, главным из которых является высокая энергоемкость. Использование новой техники, химических средств защиты растений открыли новые возможности для минимизации обработки почвы, разработки почвозащитных и энергосберегающих технологий (Трофимова, 2011).

Системный подход, научные и практические принципы – залог успешной борьбы с сорной растительностью. К системному подходу можно отнести

взаимосвязь с биологическими, химическими, экологическими и другими методами защиты с/х культур. Этот подход нацелен на регуляцию популяции сорняков до уровня порога вредоносности. Все используемые методы и способы надо использовать совокупно, как комплекс борьбы с сорной растительностью при этом сохраняя экологию (Баздырев, 2004).

Ресурсосберегающие технологии направленные на минимализацию создают условия для роста сорняков и повышают нужду в гербицидах. Использование полей, которые более или менее чистые от сорной растительности, при этом используя подбор сельскохозяйственных культур, которые обеспечивают получение урожая при минимальной обработке на том же уровне, что и при традиционной. (Дудкин, 2010).

Современные условия для производства привлекательны малоэнергоемкие и малозатратные (по затратам труда и средств) технологии. Снизить расходы на химическую борьбу с сорняками можно, например, при малообъемном и ультрамалообъемном опрыскивании, полосном и очаговом применении гербицидов. Дополнительная выгода от этих методов заключается в снижении ущерба, причиняемого окружающей среде (Черкасов, 2010).

Поэтому минимализация основной обработки является эффективной, в первую очередь, на почвах достаточно окультуренных, чистых от сорной растительности (Баздырев, 2004; Сафин, Таланов, Садриев, 2008; Мареев, Манюкова, Латыпов, 2009).

Разработка мероприятий для повышения почвенного плодородия и решение проблемы повышения урожайности взаимосвязаны и являются важным фактором развития сельхозпроизводства.

Особенно эффективны при обработке почвы воздействия оказываемые на агрофизические показатели которые производятся в течение всего периода окультурирования почвы.

В 1989 году Шарифуллин писал: «Обработка, регулируя создание структурного оптимального состава и сложение пахотного слоя способствует также активации микробиологических процессов в почве, уничтожение сорняков, возбудителей болезней и вредителей, обеспечивает заделку в почву растительных остатков и удобрений».

«Агрофизические показатели плодородия с точки зрения земледелия важны не сами по себе, а как основа оптимизации для роста и развития растений водно-воздушного и теплового режимов почвы, т.е. обеспечения растений конкретными факторами их жизни»-в своей работе указывал С.А. Воробьев (1991).

Одним из главных факторов жизненного цикла растения, важнейший показатель плодородия почвы – это влага. Почва является основным источником воды для растений. Водный режим почвы, различная доступность и подвижность почвенной влаги, ее запасы определяются особенностями почвообразования, растительным покровом, рельефом, погодными условиями и способами обработки (Корчагин, 2008).

Одним из важных факторов, оказывающим влияние на накопление влаги, служат способы основной обработки. Многие исследователи отмечают положительное влияние безотвальной обработки на увеличение влагозапасов почвы. Причем вопросы влияния способов обработки на режим увлажнения, физические и агрохимические свойства почвы остаются актуальными и в наши дни (Рыжих, Копосов, Липатников, Замалиева, 2014; Ильясов, Габдрахманов, Яппаров, Шаронова, 2013; Шакиров, Гиладев, 2013).

Длительные исследования, проведенные во Владимирском государственном университете и Владимирском научно-исследовательском институте, показали, что на 1,23-2,71 мм больше идет накопление влаги в период осенней недостаточности влаги при безотвальной обработке. Данный факт имеет практическое значение при подготовке почвы под озимые культуры (Корчагин, Ильин, Бирик, Петросян, Марков, 2015).

По данным М.Ш. Тагирова, Р.С. Шакирова, И.Г. Гиляева (2015) на серых лесных почвах Республики Татарстан в восьмипольном плодосменном севообороте безотвальное рыхление под яровую пшеницу в системе основной обработки почвы не приводит к переуплотнению пахотного слоя почвы. Использование этого приема обеспечивает увеличение накопления почвенной влаги за осенне-весенний период (на 10 %) и более рациональное ее потребление растениями яровой пшеницы, по сравнению со вспашкой.

Исследования, проведенные в Ставропольском крае в зоне неустойчивого увлажнения, показали, что влага, которую растения используют для формирования урожая, при возделывании сельскохозяйственных культур без обработки почвы лучше накапливается и сохраняется, чем при посеве по традиционной технологии. Этому способствуют оставшиеся на поверхности поля растительные остатки предшествующих культур. При этом плотность почвы в обоих вариантах меняется в течение вегетационного периода, но находится в пределах оптимальных значений для роста растений (Петрова, Дридигер, Кашаев, 2015).

В настоящее время для каждой почвенно-климатической зоны научными исследованиями были рекомендованы оптимальные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе ресурсосберегающие с использованием новой инновационной технологии. Это положительно повлияло как на продуктивность культур, так и на экономические показатели производства (Конищев, 2013).

Многие исследователи отмечают главным недостатком ресурсосберегающей технологии производства сельскохозяйственной продукции, ухудшение фитосанитарного состояния посевов. Так, в годы массовых размножений вредителей урожайность яровой пшеницы снижается до 23,5 %, от болезней – до 40,0-60,0 %, сорняков – до 44 % (Защепкин, Шутко, Есаулко, 2015).

Исследования, проведенные в длительном полевом стационарном опыте научно-исследовательском институте Северного Зауралья на темно-серой лесной почве показали, что безотвальные системы основной обработки почвы, преимущественно с уменьшением глубины, способствуют большему заселению посевов пшеничным трипсом (на 11,1-56,5 %) и хлебной полосатой мошкой (3-15 %), увеличивают засоренность посевов (15-65 %) (Тимофеев, Перфильев, Вьюшина, 2015).

Одной из основных задач обработки почвы является изменение его плотности (Шарифуллин, 1989).

Г.Г. Черепанова в 1985 писал о том, что уплотнение почвы формирует слабую корневую систему, располагающуюся рядом с поверхностью почвы. Из-за этого увеличивается воздействие засухи и идет уменьшение поступления питательных веществ. Снижает это отрицательное воздействие увеличение дозы фосфорно-калийных удобрений. Хорошее сопротивление на воздействия уплотнения почвы показывают не кислые и хорошо окультуренные почвы.

Лучшие условия для жизненного цикла растения создаются при гетерогенном, т.е. не одинаковом по глубине сложения пахотного слоя. Так, по данным

Л.Р. Шарифуллина (1989) оптимальная плотность дерново-подзолистых, супесчаных и песчаных почв для возделывания зерновых культур составляют:

в слое 0-6 см – 1,35-1,5 г/см³

в слое 6-12 см – 1,4-1,6 г/см³

в слое 12-18 см – 1,5-1,65 г/см³

Исследования А.А. Тарасова (1985) открыли нам, что применение интенсивных механических обработок почвы может привести к разрушению упругого почвенного каркаса, который образуется с помощью корневой системы растений, ходами почвенных беспозвоночных животных и естественным сложением почвенных частиц. Итогом этого разрушения является снижение

несущей способности и переуплотнения ходовыми системами машин, особенно энергонасыщенных.

В Куйбышевском научно-исследовательском институте и Куйбышевском сельскохозяйственном институте изучали мелкие, поверхностные, плоскорезные и химические обработки в сравнении с общепринятой энергоемкой вспашкой в зерновых севооборотах. Обработка чистого пара плоскорезами – глубокорыхлителями обеспечивала рост урожайности озимых на 2,5 ц/га. При замене механических обработок химическими в весенне-летний период на паровом поле, обработанном плоскорезом урожаи озимой ржи и пшеницы повышались на 3,2-2,7 ц/га. Постоянная вспашка на глубину 20-22 см способствует уменьшению весенних запасов воды в метровом слое почвы, в сравнение с этими же обработками, но на глубину 19-20 см. Наилучшая объемная масса пахотного слоя для чернозема при выращивании зерновых культур 1,15 - 1,2 г/см³. Объемная масса почвы пахотного слоя после вспашки на глубину 20 - 22 см составило 1,0 г/см³, а по разноглубинной вспашке несколько ниже – 0,98 г/см³. При плоскорезной обработке почвы наблюдается более плотное сложение почвы, чем при вспашке – 1,05 г/см³ и несколько увеличивается количество водопрочных агрегатов под всеми культурами севооборота.

В Татарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства в опытах Г.Д. Аверьянова (1984) в зерновом звене севооборота система с периодической вспашкой по сравнению с ежегодной обеспечила прибавку урожая зерна в среднем за 5 лет на темно-серой лесной почве 2,2 ц/га, а на типичном черноземе за 4 года – 1,8 ц/га. На перспективу основным направлением в земледелии является минимализация, т.е. замена глубокой обработки на обычную и мелкую.

В Курганском научно-исследовательском институте зернового хозяйства для сравнения продуктивности озимой ржи изучали влияние срока, глубину основной обработки почвы и удобрений. Установлено, что пар, идущий под

яровые культуры, во избежание появления эрозии необходимо засеивать рожью, и кроме того, урожайнее яровой пшеницы.

Г.Н. Черкасов, И.Г. Пыхтин и др. (2012) сделали вывод, что возделывание озимой пшеницы и ржи, а также яровой пшеницы и ячменя целесообразно в Европейской части Российской Федерации по поверхностным обработкам, а на территориях Поволжского, Северокавказского регионах, а также в южной части Центрально-Черноземного региона – по нулевым обработкам.

Гладины А.Л. (1985) отмечает, что растительные остатки, оставленные на поверхности или слабо заделанные в почву, увеличивают содержание органического вещества в поверхностном слое и улучшают ее физические свойства.

В Кентукки (США) при возделывании кукурузы в монокультуре (5 лет) после злаковых без обработки, на фоне внесения 336 кг/га азота, содержание гумуса в слое 0-5 см снизилось с 5,18 до 4,53 %, а при вспашке до 2,79 % (т.е. на 46 %). Растительные остатки улучшают водный режим, увеличивается инфильтрация и понижается испарение влаги.

По мнению Г.Г. Черепанова (1985), одним из путей повышения устойчивости почвы с неблагоприятными агрофизическими свойствами к переуплотнению является наличие мощного высокоплодородного корнеобитаемого слоя. Создание его достигается увеличением глубины пахотного слоя с одновременным окультуриванием подпахотного слоя и применением высоких норм удобрений.

В целях совершенствования системы основной обработки почвы в сочетании с органическими и минеральными удобрениями лабораторией общего земледелия НПО «Нива Татарстана» в Предкамье Республики Татарстан в 1981 году были заложены стационарные полевые опыты. По данным И.П. Таланова системы обработки почвы неодинаково влияли на его агрофизические показатели. Органические и минеральные удобрения влияли на объемную массу не

оказывали. Так на фоне без удобрений по отвальной системе обработки плотность сложения в слое 0-30 см составило 1,12 г/см³, по плоскорезной – 1,18 г/см³.

На фоне внесения NPK соответственно 1,16 и 1,2 г/см³ и на фоне навоз + NPK – 1,13 и 1,2 г/см³.

Безотвальная обработка по данным Н.Ф. Бенедичука и Ф.А. Лерина, (1991) производимая систематически ухудшает режим питания растений, так как перераспределяет по профилю в начале ротации подвижные формы азоты, а в конце ротации – фосфор. Многолетние исследования опытов в условиях Лесостепи Среднего Заволжья (Кутилкин, 2014) показали, что наиболее эффективной системой обработки обыкновенного и типичного чернозема является комбинированная, основанная на сочетании и чередовании глубокой вспашки под кукурузу и сою с мелкими, поверхностными обработками комбинированными орудиями под чистый пар и яровые колосовые культуры.

К разрушению структуры почвы по данным многих исследователей приводит механическая обработка. Стоит отметить, что именно длительное применение безотвальных и поверхностных способов обработки обеспечивает увеличение содержания агрегатов от 0,25 мм до 10 мм на 3,2-4,8 %, в сравнении с ежегодной вспашкой на 20-30 см. Эти данные были опубликованы в 1985 г. В.Ф. Труниным и Э.Ф. Крыловым.

Технологии возделывания, позволяющие стабилизировать продуктивность агроценозов, его фитосанитарного состояния, при этом одновременно повышать плодородие почвы, снижать затраты на производство –это приоритетные направления в современных системах земледелия. Расширение и всестороннее научное исследование системы севооборотов имеет важную роль для научно-обоснованных рекомендаций применения современных систем обработки..

Эти причины послужили основой для нашего комплексного изучения и разработки технологий выращивания сельскохозяйственных растений, которые

основаны на зяблевой, поверхностной и нулевой обработках серых лесных тяжелосуглинистых почв Республики Татарстан.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Агроклиматические ресурсы Республики Татарстан

Территория Татарстана расположена в среднем течении реки Волга и расположена на востоке Средне русской равнины, на границе Урала с центральной Россией.. Территория республики расположена в лесной и лесостепной зонах.

Тепло и влага являются лимитирующими факторами для Татарстана. Эти два фактора отвечают за формирование урожая возделываемых в нашей республике культур.

По обеспеченности растений теплом республика издавна делится на зоны:

Предкамская - характеризуется умеренной теплообеспеченностью, где сумма активных температур равняется 2020 - 2115°C.

Предволжская - имеет характеристику по обеспеченности, как теплая и умеренная область, где сумма эффективных температур расположена в диапазоне 2100° до 2250°C.

Закамская зона считается наиболее теплообеспеченной, где сумма положительных температур равна 2250-2300°C.

Республика Татарстан по сумме выпавших осадков разделена на следующие области:

- Предкамская зона – количество осадков за вегетационный период сельскохозяйственных культур находится в диапазоне 245-265 мм (гидротермический коэффициент больше единицы).
- Предволжская зона со средней влагообеспеченностью с суммой осадков 220-230 мм (гидротермический коэффициент равняется единице).
- Закамская - сумма выпавших осадков находится в диапазоне 210-220 мм

(ГТК ниже единицы).

По данным гидрометеорологов в начале двадцать первого века наблюдаются процессы глобального изменения климата.

Изменение климатических условий отражается на увеличении суммы активных температур. Среднегодовое значение данного показателя равняется 870°C.

«Таким образом, земледелие Республики Татарстан находится и в ближайшее время будет находиться в условиях значительных рисков, связанных с высокой частотой колебания основных агрометеорологических параметров, влияющих на продуктивность растений,» - писали М.Ш. Тагиров и О.Л. Шайтанов в 2013 году.

Таким образом, для получения стабильно высоких урожаев, вызывается необходимость разработки влагосберегающих почвозащитных технологии производства растениеводческой продукции.

2.2. Почва опытного участка

Полевые опыты были заложены на опытном участке Казанского ГАУ.

Почвы на которых проводились опыты формировались на делювиальном суглинке и глине по профилю имел следующие показатели:

Горизонт А – мощность пахотного слоя 23-29 см, имеет темновато-серую окраску. По механическому составу – это тяжелосуглинистая почва, структура - комковато-порошистая.

Горизонт АВ – характеризуется наличием непрочной комковатой структуры со значительной пересыпкой кремнезема. Мощность этого горизонта составляет 23-33 см. Имеет серую окраску и тяжелосуглинистый механический состав. В следующий горизонт переходит постепенно.

Горизонт В₁ – это темно-бурый горизонт мощностью 33-54 см. Отличается плотной, разнородно-ореховой структурой с обильным включением кремнезема. Переходит в следующий горизонт постепенно.

Горизонт В₂ – имеет бурую окраску, тяжелосуглинистый гранулометрический состав с крупно-ореховой структурой. Мощность слоя 54-94 см. Этот очень плотный горизонт, на гранях структурных отдельностей которых, наблюдается гумусовые подтеки. Резко переходит в следующий горизонт.

Горизонт ВС – мощность данного горизонта 94-121 см. Это плотный, тяжелосуглинистый слой с присыпкой кремнезема и языками затека гумуса. Имеет желто-бурую окраску. Переход в следующий горизонт происходит постепенно.

Горизонт С – с желто-бурой окраской, мощностью 121-180 см. Состоит из легких и средних суглинков.

Перед закладкой опытов проводили тщательный анализ почвенных проб средневзвешенные результаты которых представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристика почвы опытного участка (Казанского ГАУ)

Показатели	Генетические горизонты				
	Ап	А ₁	А ₂	В	С
рН солевой вытяжки	5,6	5,3	5,1	4,8	4,9
Содержание гумуса, %	2,8	1,16	0,82	0,26	0,29
Гидролитическая кислотность, мг. экв./100 г	2,8	2,4	2,7	2,4	1,9
Сумма поглощенных оснований, мг. экв./100 г	26	20,3	19,9	18,8	15,0
Степень насыщенности основаниями, %	85,2	87,9	88,2	86,4	89,2
Содержание в мг/кг:					
Р ₂ О ₅ по Кирсанову	103,0	112,0	187,0	189,0	181,0
К ₂ О по Кирсанову	79,0	88,0	110,0	108,0	99,0
Содержание легкогидролизуемого азота, мг/кг	114,3	43,4	30,3	20,0	18,7

Данные таблицы 2.1. показывают, что агрохимические показатели почвы участка являются типичными для среднесуглинистого типа серой лесной почвы. Рельеф опытных участков относительно ровный. При расчете влагообеспеченности почв необходимо определять плотность сложения почвы.

Из рисунка 2.3 видно, что пахотный слой почвы имеет оптимальную плотность для развития основных сельскохозяйственных культур.

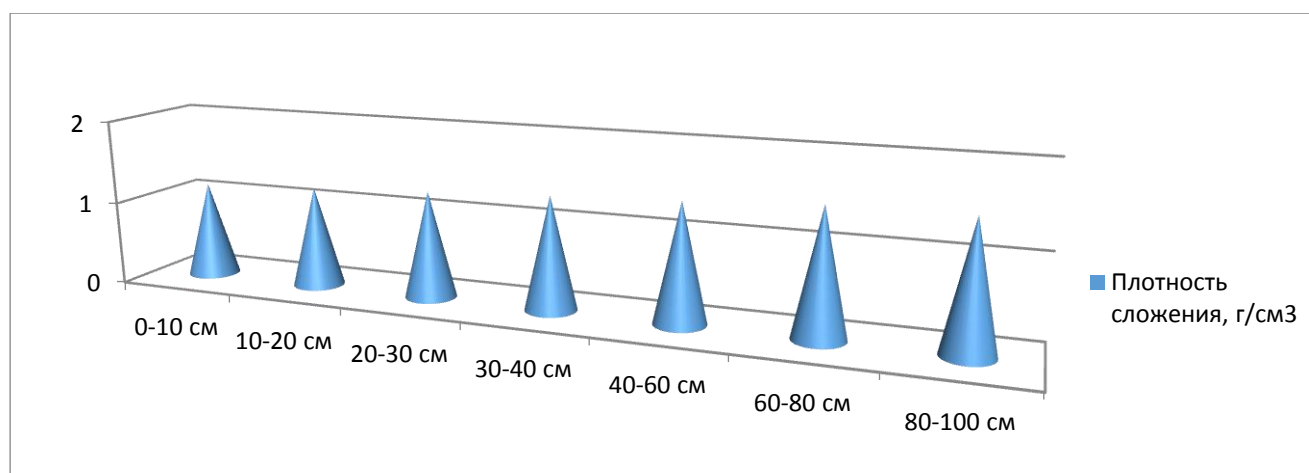


Рис. 2.1 Плотность сложения в метровом слое почвы, г/см³

Пахотный слой почвы участка полевого опыта характеризовался приведенными в таблице 2.2 агрохимическими показателями.

Таблица 2.2 – Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы опытных участков

Место проведения, район	Годы	Почвы	рН солевой вытяжки	Гумус	Содержание, мг на 100 г почвы	
					P ₂ O ₅	K ₂ O
Опытное поле Казанского ГАУ	2014-2017	Серая лесная	5,7	3,59-3,61	120-156	78-83

2.3. Методика полевых опытов, анализов и наблюдений

В 2015-2017 годах полевые опыты проведены на светло-серой, серой лесной почве тяжелосуглинистого механического состава.

Опыты были заложены в соответствии с общепринятыми методиками, разработанными научными учреждениями нашей зоны. Опыты заложили в трех и четырехкратной повторности. Технологию возделывания основных сельскохозяйственных культур, кроме изучаемых приемов, использовали по рекомендациям Татарского НИИСХ разработанными для нашей зоны.

Дозу внесения удобрений была определена расчетно-балансовым методом на планируемую урожайность используя результаты анализа почвенных образцов.

В полевых исследованиях проводили следующие учеты и наблюдения:

1. Используя методику Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур от 1985 года проводили фенологические наблюдения за сроками наступления фаз роста и развития.

2. Для определения в трехкратной повторности плотность сложения почвы перед посевом и по фазам развития растений по слоям 0-10 см и 10-20 см использовали цилиндры имеющий объем 500 см³.

3. Образцы для определения влажности почвы брали по фазам развития растений через каждые 10 см в метровом слое почвы. Почвенная влажность подсчитали как разницу высушенных образцов в сушильном термостате и сырой почвы.

4. Содержание гумуса в почве была определена по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), рН солевой вытяжки подсчитали по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85), гидролитическую кислотность почвы определяли по Каппену в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-84).

5. Для определения засоренности посевов сорными растениями проводили учет сорняков дважды за вегетационный период (в фазе кущения, до обработки

гербицидами и в фазу колошения), используя количественный метод кафедры «Земледелия и методики опытного дела» московской сельскохозяйственной академии (Доспехов и др., 1987).

6. Численность имеющихся в почве физиологических и эколого-трофических групп микроорганизмов определяли дважды за вегетацию перед посевом и перед уборкой исследуемых культур в трехкратной повторности.

7. Зараженность культурных растений болезнями определяли методом учета их используя формулу: $ИРБ = \sum(ab) * 100 / NK$, где

$\sum(ab)$ – сумма умноженных чисел чисти или целого растения на баллы их поражения;

N – количество учтенных органов или растений (здоровых или больных);

K – самый высокий балл учетной шкалы;

100 – коэффициент используемый для перевода в проценты.

Для учета распространённости болезнями (P) использовали следующую формулу: $P = n - 100 / N$, где

n – число больных растений учитывали всех растений когда хотя бы один орган является пораженным;

N – общее число учтенных растений.

8. Структуру урожая определяли отбором пробных снопов с трех площадок по одному квадратному метру с делянки используя методику НИИСХ Юго-Востока.

9. Уборку урожая с делянок по вариантам опыта проводили сплошным комбайнированием.

10. Физиологические свойства и технологическое качество зерна анализировали по стандартам: влажность – ГОСТ 12041-66; масса тысячи семян – ГОСТ 12042-88; натура зерна на пурке с падающим грузом – ГОСТ 10840-85; стекловидность – ГОСТ 10987-76; клейковина – ГОСТ 27839-88.

11. Статистическую обработку данных урожайности сельскохозяйственных культур по годам проводили дисперсионным методом используя персональный компьютер (Литтл, Хиллз, 1981; Доспехов 1985).

12. Расчет экономической эффективности изучаемых технологических приемов почвы проводили на основе технологических карт, нормативных затрат и закупочных цен в годы исследования.

13. Энергетическая эффективность рассчитали, используя методику ресурсно-экологической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе (Васин, Зорин. 2003).

2.3.1. Схема опыта

Полевые исследования по разработке минимальных способов основной обработки почвы при возделывании основных сельскохозяйственных культур осуществляли сравнительным изучением глубокой, поверхностной и мелкой обработок.

Данный опыт имеющий цель изучения способов минимализации основной обработки почвы проводили в 2015-2017 годах на серых лесных почвах путем закладки стационарного опыта. Полевой опыт проводили в двукратной повторности со следующим чередованием культур: сидеральный пар – озимая рожь – рапс – яровая пшеница – ячмень.

Изучались следующие варианты основной обработки почвы:

1. Лушение стерни проводилось на 6-8 см на следующий день после уборки предшественников луцильником ЛДГ-3. Через 4 недели после лушения стерни проводилась отвальная вспашка на глубину 23-25 см плугом ПН-4-35. Этот вариант «лушение + вспашка» принят за контроль.

2. Мелкая обработка на глубину 10-12 см агрегатом КСН -3 с чередованием периодической через один год безотвальной обработки почвы на

глубину 23-25 см. Это вариант - «Мелкая обработка с безотвальным рыхлением через один год».

3. Мелкая обработка на глубину 10-12 см агрегатом КСН -3 с чередованием периодической через два года безотвальной обработки почвы на глубину 23-25 см. Это вариант - «Мелкая обработка с безотвальным рыхлением через два года».

4. Постоянная мелкая обработка на глубину 10-12 см агрегатом КСН-3. Вариант «Мелкая, постоянная».

5. Поверхностная обработка произведенная на глубину 6-8 см дисковыми боронами БДТ-3 с чередованием периодического через один год безотвального рыхления на глубину 23-25 см. Вариант - «Поверхностное, безотвальное рыхление через один год».

6. Поверхностная обработка произведенная на глубину 6-8 см дисковыми боронами БДТ-3 с чередованием периодического через два года безотвального рыхления на глубину 23-25 см. Вариант - «Поверхностное, безотвальное рыхление через два года».

7. Поверхностная обработка произведенная на глубину 6-8 см дисковыми боронами БДТ-3 с чередованием периодического через три года безотвального рыхления на глубину 23-25 см. Вариант - «Поверхностное, безотвальное рыхление через три года».

8. Вариант - «Нулевая обработка (прямой посев)».

На опытном поле кафедры «Общего земледелия, защиты растений и селекции » Казанского аграрного университета был заложен данный опыт. Это поле находится на территории землепользования учебного хозяйства университета в Лаишевском муниципальном районе Республики Татарстан. Местоположение опытного участка характеризуется как слабоволнистая равнина, имеющая среднюю высоту 178-180 метров над уровнем моря. Расположение опытного участка находится на относительно равниной возвышенной части

водораздела рек Волги и Меши. Участок имеет слабый уклон на запад и юго-запад в направлении к реке Волга.

Почва под опытами серая лесная с мощностью пахотного слоя 24-25 см. Имеет тяжелосуглинистый гранулометрический состав. До закладки опыта для пахотного слоя были получены следующие агрохимические показатели: водородный показатель для солевой вытяжки составил 5,7; гидролитическая кислотность равнялась 5,07 мг/экв.; сумма поглощенных оснований равнялась 20,79 мг/экв.; степень насыщенности основаниями составила 80,39%; содержание гумуса определялось по Тюрину и составило 3,59%; содержание подвижного фосфора и обменного калия определялось по Кирсанову и составило 156,0 и 78,0 мг на килограмм почвы соответственно; содержание легкогидролизуемого азота было на уровне 182,0 мг на один килограмм почвы.

Расположение делянок по вариантам опыта одноярусное, последовательное. Опыты были заложены в четырехкратной повторности. Общий размер площади делянок составил 120м² (6х20).

На I закладке опыта в 2015 году возделывали на сидерат яровой рапс, на II закладке в этом же году размещали озимую рожь.

До посева озимой ржи 28 августа 2014 г. на опытном участке проводили предпосевную культивацию с одновременным боронованием культиватором КПС-4,0. Глубина проводимой культивации составила 4-5 см. Совместно с культивацией произошло внесение туков, а именно азофоски, дозу которого рассчитали балансовым методом на заданную урожайность в 3 т зерна с гектара. Посев озимой ржи проводился семенами отвечающими требованиям посевного стандарта, первой репродукции сразу же после проведения культивации сеялкой СЗ-3,6. Сорт озимой ржи используемый для опытов «Чулпан». Норма высева была рекомендована для нашей республики и составила 5 млн. шт. всхожих семян на гектар. После посева было проведено прикатывание посевов кольчато-шпоровыми катками ЗКШ-6.

Весной 2015 года из-за накопленного в почве большого количества воды, а также относительно низких температур микробиологическая активность почв была на невысоком уровне, поэтому наблюдался дефицит легкодоступных для растений элементов питания, в первую очередь нитратов. Исходя из этого при первой возможности была произведена корневая подкормка аммиачной селитрой в дозе 30 кг действующего вещества на гектар с использованием дисковых сеялок СЗ-3,6. После подкормки было произведено боронование, поперек посева средними боронами.

Посев ярового рапса на семена с нормой высева 2 млн всхожих семян на гектар был произведен 16 мая 2016 года на глубину 2 см. Сорт посеянного ярового рапса «Ритм». Перед посевом семена были протравлены фунгицидом марки «Фурадон» с нормой расхода 14 кг/т.

На опытном участке, где запланировали посев ярового рапса провели предпосевную культивацию, используя агрегат КБМ-15. Посевные работы проводили в тот же день после культивации, применяя сеялку СЗТ-3,6. Послепосевное прикатывание проводили катками марки КЗК-9. Внесение минеральных удобрений из расчета действующего вещества $N_{60}P_{45}K_{60}$ было проведено под предпосевную культивацию туковым разбрасывателем.

В 2017 согласно схеме опыта на II закладке опыта этого участка возделывали яровую пшеницу, на I закладке был посеян яровой рапс.

До посева яровой пшеницы 12 мая 2016 г. на опытном участке проводили предпосевную культивацию с одновременным боронованием культиватором КПС-4,0. Глубина проводимой культивации составила 4-5 см. одновременно во время культивации производили внесение туков, а именно азофоски, дозу которого рассчитали балансовым методом на заданную урожайность в 3 т зерна с гектара. Посев яровой пшеницы проводился сразу же после проведения культивации сеялкой СЗ-3,6. Сорт яровой пшеницы используемый для опытов «Злата». Норма высева составила 5 млн. шт. всхожих семян на гектар. На

делянке по варианту без обработки почвы для посева использовали посевной комплекс «TURBOSEM II».

Время и количество осадков. А также температурный режим, в эти годы сложились как относительно оптимальными а это они как правило, являются лимитирующими факторами, для формирования урожайности всех сельскохозяйственных культур. Погодные условия вегетационного периода 2015 года характеризовались относительно неблагоприятными для роста и развития сельскохозяйственных культур, наблюдались засушливые условия а они негативно отразились на конечном результате, то есть на урожайности семян ярового ячменя и рапса.

ГЛАВА 3. ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ

3.1. Динамика агрофизических показателей почвы

При высокой культуре земледелия, оптимальном севообороте и достаточном уровне химизации можно использовать минимальную или нулевую обработку, как элемент интенсивной технологии. Это достояние высокопрофессиональных технологов. Очистка полей от сорной растительности, выравнивание поверхности поля, различные мероприятия по мелиорации и ликвидации плужной подошвы – это обязательные условия для реализации нулевой обработки (В.И. Кирюшин, 2006).

О.И. Горянин рассматривал современную обработку почвы в концепции оптимизации условий почвы, покрова растительности и увеличения одновременно почвенного плодородия. Из-за этого ее часто определяют как энергосберегающую и оптимальную. Можно это связать с тем, что «классические» системы обработки почвы, которая основывается на отвальной вспашке для некоторых случаях чрезмерна.

Р.В. Миникаев отмечал, что: «Для настоящего периода существует несколько концепций основной обработки почвы. Наряду со сторонниками комбинированных систем в севооборотах, где разумно сочетаются отвальные, безотвальные, поверхностные и нулевые способы, есть приверженцы систематических мелких, поверхностных и даже нулевых способов обработки».

Для изменения плотности сложения почв в основном применяется механический способ регулирования.

Рассматривая таблицу 3.1 можно заключить, что основная обработка влияла

на плотность сложения почвы. Минимальные показатели были получены перед посевом на всех вариантах опытов. С увеличением глубины исследования плотность почвы возрастала. Максимальные значения были получены перед уборкой озимой ржи для слоя 0-20 см. Если рассматривать варианты обработки, то минимальные значения для всех сроков проведения исследования показал контроль. Эти значения колебались от 1,18 г/см³ перед посевом и до 1,29 г/см³ перед уборкой озимой ржи в среднем по слою 0-20 см. Максимальное значение было получено на вариантах с постоянной поверхностной обработкой (БДТ-3) и прямым посевом. На слое 0-20 см показатель плотности почвы был 1,28 г/см³, значение данного показателя перед уборкой составило 1,39 г/см³, при прямом посеве озимой ржи.

Остальные варианты опыта показали средние результаты. Диапазон значений, которых колебался от 1,19 до 1,22 перед посевом и от 1,30 до 1,35 перед уборкой.

На всех вариантах опыта почва уплотнилась после зимнего периода, но при этом оставалась оптимальной для слоя 0-10 см и немного выходила за пределы оптимума на 10-20 см.

К постепенному уплотнению почвы приводило естественное оседание почвы, воздействие осадков, при этом полученные показатели не превышали показатели, которые оптимальны для исследуемой почвы. Исключением из этого стал вариант с прямым посевом, где плотность почвы превысила оптимальные показатели.

Таблица 3.1 – Влияние способов основной обработки на плотность сложения почвы, г/см³

(озимая рожь, 2014-2015 гг.)

Варианты обработки	Сроки проведения											
	Перед посевом			В начале весенней вегетации			Фаза выхода в трубку			Перед уборкой		
	0-10 см	10-20 см	0-20 см	0-10 см	10-20 см	0-20 см	0-10 см	10-20 см	0-20 см	0-10 см	10-20 см	0-20 см
Лущение + вспанка (контроль)	1,12	1,24	1,18	1,20	1,28	1,24	1,18	1,25	1,23	1,24	1,34	1,29
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	1,13	1,25	1,19	1,25	1,31	1,28	1,19	1,26	1,24	1,25	1,35	1,30
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	1,13	1,27	1,20	1,27	1,33	1,30	1,20	1,30	1,27	1,25	1,37	1,31
Мелкая (КСН-3), постоянная	1,15	1,30	1,23	1,28	1,34	1,31	1,23	1,34	1,30	1,27	1,42	1,35
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	1,14	1,27	1,21	1,26	1,33	1,30	1,21	1,28	1,25	1,26	1,40	1,33
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	1,15	1,28	1,22	1,27	1,35	1,31	1,22	1,32	1,28	1,26	1,43	1,35
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	1,16	1,35	1,26	1,28	1,36	1,32	1,26	1,36	1,30	1,28	1,45	1,37
Нулевая (прямой посев)	1,19	1,36	1,28	1,30	1,39	1,35	1,28	1,36	1,32	1,30	1,47	1,39

Исследования плотности почвы на посевах рапса проводились в 2016 году и приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Влияние способов основной обработки на плотность сложения почвы, г/см³ (яровой рапс, 2016)

Варианты обработки	Сроки определения											
	Перед посевом			Полные всходы			Начало ветвления			Перед уборкой		
	0-10 см	10-20 см	0-20 см	0-10 см	10-20 см	0-20 см	0-10 см	10-20 см	0-20 см	0-10 см	10-20 см	0-20 см
Лущение+вспашка (контроль)	1,10	1,26	1,18	1,12	1,24	1,20	1,18	1,26	1,22	1,29	1,32	1,30
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	1,16	1,28	1,22	1,26	1,30	1,29	1,20	1,30	1,25	1,32	1,37	1,35
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	1,17	1,30	1,24	1,19	1,32	1,26	1,22	1,33	1,28	1,36	1,38	1,37
Мелкая (КСН-3), постоянная	1,15	1,27	1,21	1,18	1,29	1,24	1,21	1,30	1,26	1,33	1,37	1,35
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	1,16	1,25	1,21	1,19	1,26	1,23	1,22	1,31	1,27	1,32	1,38	1,35
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	1,17	1,23	1,20	1,20	1,25	1,22	1,22	1,29	1,26	1,30	1,37	1,34
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	1,16	1,30	1,24	1,28	1,32	1,30	1,24	1,32	1,28	1,34	1,40	1,37
Нулевая (прямой посев)	1,20	1,32	1,26	1,31	1,34	1,33	1,28	1,33	1,31	1,36	1,42	1,39

Перед посевом рапса плотность почвы была минимальна на контроле, а максимальной для поверхностной обработки. Разница с контролем составила 0,1 г/см³. С увеличением длины горизонта увеличивалась и плотность сложения. Для слоя 10-20 см на контроль данный показатель был равен 1,26 г/см³.

Уменьшение интенсивности обработок почвы привело к увеличению разницы данного показателя с контролем в диапазоне от +0,02 на варианте с мелкой обработкой (КСН-3) до +0,06 на варианте с прямым посевом ярового рапса.

К полным всходам на контроле произошло незначительное уплотнение. Наиболее сильное уплотнение почвы в фазу полных всходов произошло на вариантах с мелкой обработкой (рыхление через один год), постоянной поверхностной обработкой (БДТ-3) и прямым посевом. Эти варианты увеличили показатель плотности на 0,1-0,12 г/см³.

Значительное уплотнение почвы произошло перед уборкой ярового рапса. Это можно связать со снижением влияния обработки почвы и увеличением влияния других факторов. К ним можно отнести атмосферные осадки и естественную усадку грунта.

В среднем по слою 0-20 см перед уборкой урожая можно сделать вывод, о том что лущение с отвальной вспашкой дает наименьший показатель плотности почвы. При снижении интенсивности обработки почвы, ее плотность увеличивается. Максимальные значения достигаются на вариантах с постоянной поверхностной обработкой агрегатом БДТ-3 и при прямом посеве.

При этом на контрольном варианте полученные значения были в диапазоне оптимальных значений, для серых лесных почв и исследуемой культуры. Остальные варианты показали значения, выходящие за оптимальные.

Исследования по динамике изменения плотности почвы в зависимости от способа обработки на яровой пшеницы показаны в таблице 3.3.

Из нее видно, что перед посевом яровой пшеницы почва была наименее уплотнена за весь период исследования. Минимальное значение было получено на контрольном варианте. Максимальное значение показал вариант с нулевой обработкой.

С увеличением глубины горизонта увеличивалась и плотность почвы. Если рассматривать средние значения по слою 0-20 см, то перед посевом минимальные значения были на контроле и варианте с мелкой обработкой были одинаковы и равнялись 0,18 г/см³.

Таблица 3.3 – Динамика плотности сложения почвы в зависимости от технологий основной обработки при возделывания яровой пшеницы, г/см³

Варианты обработки	Сроки определения								
	Перед посевом			Фаза выхода в трубку			Перед уборкой		
	0-10 см	10-20 см	0-20 см	0-10 см	10-20 см	0-20 см	0-10 см	10-20 см	0-20 см
Лущение + вспашка (контроль)	1,13	1,22	1,18	1,18	1,27	1,23	1,26	1,30	1,28
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	1,14	1,22	1,18	1,20	1,29	1,25	1,27	1,31	1,29
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	1,14	1,24	1,19	1,19	1,28	1,24	1,27	1,32	1,30
Мелкая (КСН-3), постоянная	1,15	1,24	1,20	1,20	1,30	1,25	1,28	1,33	1,31
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	1,15	1,23	1,19	1,20	1,30	1,25	1,28	1,32	1,30
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	1,14	1,24	1,19	1,21	1,30	1,26	1,28	1,33	1,31
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	1,15	1,26	1,21	1,23	1,32	1,28	1,29	1,35	1,32
Нулевая (прямой посев)	1,18	1,27	1,23	1,25	1,32	1,29	1,31	1,36	1,34

В течение вегетации плотность почвы изменялась в сторону увеличения на всех вариантах исследования. В среднем увеличение плотности почвы произошло на 0,7-0,8 г/см³. К фазе уборки это значение увеличилось на 0,13-0,14 г/см³, по сравнению с периодом перед посевом яровой пшеницы.

При уборке урожая плотность почвы увеличилась, но оставалась в диапазоне оптимальных значений для всех вариантов, кроме нулевой обработки. В среднем по слою 0-20 см значения колебались в диапазоне 1,28-1,34 г/см³.

Анализ таблицы 3.4 показал, что перед посевом озимой ржи твердость

почвы в слое 0-10 см значительно колебалась в зависимости от обработки почвы. Так, на контроле, данный показатель находился в минимальном значении 9,8 кг/см². Максимальное значение твердости почвы было зафиксировано на варианте с нулевой обработкой – 17,1 кг/см².

В целом, можно сделать вывод о том, что поверхностная обработка почвы увеличивает показатель твердости по всему изучаемому горизонту и на всем протяжении исследования.

Рассматривая изменения показателя твердости почвы по горизонту, можно заметить, что твердость почвы значительно увеличивается с увеличением глубины. Для контроля разница в твердости почвы между слоями составила 8,5 кг/см², для остальных вариантов она колебалась в диапазоне 11,6-14,6 кг/см².

Таблица 3.4 – Влияние способов основной обработки на твердость почвы, кг/см²
(озимая рожь, 2014-2015 гг.)

Варианты обработки	Перед посевом			Перед уборкой		
	0-10см	10-20см	0-20см	0-10см	10-20см	0-20см
Лущение + вспашка(контроль)	9,8	18,3	14,1	18,3	28,5	23,4
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	11,5	23,1	17,3	18,5	30,6	24,6
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	12,6	25,3	19,0	20,1	32,1	26,1
Мелкая (КСН-3), постоянная	13,5	28,1	20,8	23,6	35,8	29,7
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	13,7	25,4	19,6	21,3	31,4	26,4
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	14,1	26,8	20,5	22,6	34,1	28,4
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	16,2	30,5	23,4	24,3	37,0	30,7
Нулевая (прямой посев)	17,1	31,7	24,4	25,6	39,5	32,6

В связи с влиянием естественных факторов твердость почвы к уборке озимой ржи увеличивалась. Наибольший прирост твердости показал вариант с мелкой постоянной обработкой (КСН-3) 10,1 кг/см². Хотя твердость почвы и повышалась к уборке, ее величина на всех вариантах опыта не превышала оптимальные значения для серых лесных почв.

В таблице 3.5 приведены данные исследования влияние обработок на твердость почвы для ярового рапса.

Таблица 3.5 – Влияние способов основной обработки на твердость почвы, кг/см²
(яровой рапс, 2016 г.)

Варианты обработки	Перед посевом			Перед уборкой		
	0-10см	10-20см	0-20см	0-10см	10-20см	0-20см
Лущение + вспашка (контроль)	10,0	18,7	14,4	17,9	27,3	22,6
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	11,8	23,4	17,6	18,2	29,6	23,9
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	12,9	25,6	19,3	19,0	31,1	25,1
Мелкая (КСН-3), постоянная	13,6	28,4	21,0	22,0	33,8	27,9
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	13,8	25,7	19,8	21,6	30,4	25,7
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	14,4	27,0	20,7	21,9	33,0	27,5
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	16,3	31,6	24,0	23,5	35,3	29,4
Нулевая (прямой посев)	16,9	32,4	24,7	25,0	36,4	30,7

Рассматривая данную таблицу можно увидеть, что минимальные значения твердости были на варианте 0-10 см перед посевом. К уборке данные показатели выросли в пределах 6,1-8,1 кг/см². Наибольшее увеличение твердости показал вариант с минимальной обработкой, а наименьший прирост исследуемого показатель был зафиксирован на варианте с мелкой обработкой агрегатом КСН-3 (рыхление через 2 года).

Хотя к уборке по всем вариантам произошло возрастание твердости почвы, ее значения остались на оптимальном уровне, установленном для серых лесных почв.

Было также установлено, что обработка почвы, которая снижает почвы, способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур.

Рассматривая отдельно взятый период, можно сделать вывод о том, что при увеличении глубины исследуемого горизонта, твердость почвы увеличивалась. Так, если на контрольном варианте твердость почв на слое 0-10 см составила 10,0 кг/см², то на слое почвы 10-20 см твердость почвы увеличилась до 18,7 кг/см².

Влияние способов обработки на твердость почвы также проводилось и для яровой пшеницы. Данные исследования приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.6 – Влияние интенсивности обработки на твердость почвы, кг/см²
(яровая пшеница, 2017 г.)

Варианты обработки	Перед посевом			В начале уборки		
	0-10см	10-20см	0-20см	0-10см	10-20см	0-20см
Лущение + вспашка (контроль)	12,4	20,5	16,5	18,6	31,9	25,3
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	12,8	21,0	16,9	19,2	32,4	25,8
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	13,3	21,7	17,5	19,9	32,6	26,3
Мелкая (КСН-3), постоянная	13,6	23,5	18,6	20,6	32,7	26,7
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	13,9	23,6	18,8	21,0	32,9	26,9
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	14,0	23,7	18,9	21,1	33,0	27,1
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	14,2	23,9	19,1	21,2	33,2	27,3
Нулевая (прямой посев)	14,9	24,7	19,8	21,9	34,0	28,0

В целом, по исследованиям агрофизических показателей почвы, исследования на яровой пшеницы показали, что минимальные значения твердости зафиксированы перед посевом яровой пшеницы на слое 0-10 см.

Контроль показал самые низкие значения данного показателя – 12,4 кг/см². Разница остальных вариантов по сравнению с контролем колебалась в пределах 0,4-2,5 кг/см². При этом наибольшая разница с контролем была получена на варианте с минимальной обработкой.

С увеличением глубины горизонта показатель твердости почвы также увеличивался. Минимальный прирост плотности был у контроля – 8,1 кг/см², максимальный был получен на варианте с мелкой постоянной обработкой – 9,9.

В начале уборки твердость почвы закономерно увеличивалась под влиянием естественных факторов. При этом глубокие осенние обработки, проведенные на контроле, делали почву наименее твердой. Мелкие и поверхностные обработки приводили к увеличению ее твердости. Плотность почвы по сравнению с предпосевным периодом увеличилась примерно на одинаковое значение и колебалась в диапазоне 6,2-7,1 кг/см².

В целом можно сказать, что скважность – это совокупность объема пустот в почве, занимаемая между ее агрегатами. Этот объем, может быть, занимаем или водой или воздухом.

Скважность почвы зависит от многих показателей, таких как плотность почвы, способа механической обработки, от наличия и структуры микроагрегатов почвы, от микроорганизмов и органического вещества в почве. В наших исследованиях мы изучали влияние основной обработки на скважность почвы (табл. 3.7).

Таблица 3.7 – Влияние различных способов основной обработки почвы на
скважность пахотного слоя, % (озимая рожь, 2014-2015 гг.)

Вариант обработки	Глубина, см	Перед посевом			Перед уборкой		
		общая	некапиллярная	капиллярная	общая	некапиллярная	капиллярная
Лущение + вспашка (контроль)	0-10	55,7	17,8	37,9	50,7	9,9	40,8
	10-20	50,3	14,7	35,6	47,1	7,4	39,7
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	0-10	54,8	17,9	36,9	48,9	8,3	40,6
	10-20	48,4	10,5	37,9	44,9	6,2	38,7
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	0-10	53,1	16,6	36,5	47,3	6,1	41,2
	10-20	46,8	10,0	36,8	42,8	5,7	37,1
Мелкая (КСН-3), постоянная	0-10	49,4	9,2	40,2	45,4	4,2	41,2
	10-20	45,6	8,3	37,3	41,4	3,2	38,2
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	0-10	53,7	16,5	37,2	47,8	8,0	39,8
	10-20	47,1	9,9	37,2	45,2	6,7	38,5
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	0-10	51,6	15,3	36,3	47,8	7,4	40,4
	10-20	47,1	11,0	36,1	41,7	5,2	36,5
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	0-10	48,7	8,4	40,3	44,5	4,0	40,5
	10-20	44,0	7,3	36,7	40,2	3,0	37,2
Нулевая (прямой посев)	0-10	45,6	7,8	37,8	40,9	3,5	37,4
	10-20	41,8	6,9	34,9	37,0	2,9	34,1

Исходя из данных, приведенных в таблице 3.9, можно сделать следующие выводы. Перед посевом на контроле была зафиксирована максимальная скважность почвы, она составила 55,7%. Минимальное значение было получено при нулевой обработке – 45,6%. Все варианты основной обработки почвы создали оптимальные условия скважности почвы. Исключением стал вариант с прямым посевом озимой ржи.

С увеличением глубины исследования порозность почвы снижалась, из-за уменьшения некапиллярной скважности. Наименее уменьшилась некапиллярная

скважность у варианта с прямым посевом озимой ржи и у варианта с постоянной мелкой обработкой (КСН-3) на 0,9%. Наибольшую разницу показал вариант с мелкой обработкой (рыхление через 1 год) – 7,4%.

Перед уборкой озимой ржи скважность почвы снизилась на всех вариантах исследования. В среднем уменьшение на вариантах произошло в пределах 3,8-5,9%. Как видно из таблицы, общее уменьшение скважности произошло из-за уменьшения некапиллярной порозности. В отличие от некапиллярной, капиллярная порозность перед уборкой озимой ржи возросла.

Благоприятное соотношение между капиллярной и некапиллярной скважностью достигается при проведении основной глубокой обработки.

Оптимальными значениями скважности почвы для серых лесных является диапазон 47-56%. Перед уборкой в оптимальном диапазоне оказались не все варианты основных обработок. Постоянная поверхностная обработка БДТ-3 и прямой посев озимой ржи не создали оптимальной скважности почвы в период уборочных работ.

Хотя эти обработки и создают капиллярную скважность на одном уровне с глубокими основными обработками, но при этом уменьшают по сравнению с контролем на 9,4- 10,0% некапиллярную скважность, и не создают оптимального соотношения между ними.

Изучение влияния системы основных обработок при возделывании рапса на скважность представлена в таблице 3.8.

Перед посевом на контроле была зафиксирована максимальная скважность почвы – 53,7%. Минимальное значение было получено при нулевой обработке – 46,6%. Все варианты основной обработки почвы создали оптимальные условия скважности почвы, за исключением двух вариантов обработок. Исключением стал вариант с прямым посевом ярового рапса и мелкая обработка с рыхлением через два года.

Таблица 3.8 – Влияние различных способов основной обработки почвы на скважность пахотного слоя, % (яровой рапс, 2016г).

Вариант обработки	Глубина, см	Перед посевом			Перед уборкой		
		общая	некапиллярная	капиллярная	общая	некапиллярная	капиллярная
Лущение + вспашка (контроль)	0-10	53,7	17,3	36,4	51,4	10,0	41,4
	10-20	50,6	14,4	36,2	47,6	7,9	39,7
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	0-10	47,9	14,9	29,0	47,0	8,8	38,2
	10-20	42,7	9,6	33,1	40,0	6,1	33,9
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	0-10	41,6	5,8	25,8	44,6	6,1	38,5
	10-20	41,4	9,3	32,1	41,9	5,4	36,5
Мелкая (КСН-3), постоянная	0-10	48,4	9,9	38,5	46,5	4,2	42,3
	10-20	43,6	8,5	35,1	41,7	3,3	38,4
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	0-10	50,0	15,6	34,4	46,8	8,1	38,7
	10-20	44,8	9,6	35,2	42,6	6,4	36,2
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	0-10	49,6	14,8	34,8	45,7	7,1	38,6
	10-20	43,4	9,6	33,8	40,2	5,3	34,9
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	0-10	48,0	8,1	39,9	43,6	4,2	39,4
	10-20	43,6	7,5	36,1	40,3	3,4	36,9
Нулевая (прямой посев)	0-10	46,6	9,2	37,4	40,5	4,3	36,2
	10-20	40,5	6,7	33,8	36,9	2,9	34,0

С увеличением глубины исследования порозность почвы снижалась, из-за уменьшения некапиллярной скважности. Исключение стала мелкая обработка с рыхлением через два года. данный вариант показал на слое 10-20 см увеличение и капиллярной и некапиллярной скважности почвы.

Перед уборкой ячменя скважность почвы снизилась на всех вариантах исследования, кроме варианта с мелкой обработкой и рыхлением через 2 года. Это вариант на яровом рапсе показал увеличение общей скважности перед

уборкой. В среднем уменьшение на вариантах произошло в пределах 0,9-6,1%. Как видно из таблицы, общее уменьшение скважности произошло из-за уменьшения некапиллярной порозности. В отличие от некапиллярной, капиллярная порозность перед уборкой возросла.

Перед уборкой в оптимальном диапазоне находились контрольный вариант и вариант с мелкой обработкой (рыхление через 1 год).

На скважность почвы при возделывании яровой пшеницы влияет множество факторов, но наибольшее влияние оказывает обработка почвы (табл. 3.11).

Таблица 3.9 – Влияние способов основной обработки почвы на скважность пахотного слоя, % (яровая пшеница, 2017 г.)

Варианты обработки	Глубина, см	Перед посевом			Перед уборкой		
		общая	некапиллярная	капиллярная	общая	некапиллярная	капиллярная
Лущение + вспашка (контроль)	0-10	57,2	17,1	40,1	51,4	9,1	42,3
	10-20	50,1	14,4	35,7	48,2	8,8	39,4
Поверхностная (КСН-3)	0-10	54,1	16,3	37,8	48,4	8,7	39,7
	10-20	46,2	8,9	37,3	43,4	4,3	39,1
Поверхностная (БДТ-3)	0-10	51,7	16,4	35,3	48,1	9,1	39,0
	10-20	45,4	7,9	37,5	43,1	4,7	38,4

В таблице 3.9 можно увидеть, что все закономерности прослеживающие ранее, здесь тоже подтверждаются. Максимальная скважность почвы была на контрольном варианте – 57,2%. Наименьшее значение было у варианта с поверхностной обработкой БДТ-3 – 51,7%. С увеличением глубины общая скважность уменьшалась, за счет снижения некапиллярной порозности. К периоду уборки яровой пшеницы капиллярная скважность увеличилась, но в целом произошло снижение общей скважности.

Снижение некапиллярной порозности перед уборкой было в пределах 7,3-8,0%. Разница между вариантами в сравнении с контролем было в диапазоне 3,1-5,5%.

3.2. Водный режим почвы

На урожайность и рост растения оказывается комплексное воздействие множества факторов. Одним из них, оказывающее основное влияние и являющейся показателем почвенного плодородия, принято считать почвенную влагу. Оптимальным содержанием влаги в почве, доказанными многочисленными экспериментами, является диапазон 65-80% от наименьшей влагоемкости. В исследованиях Г.И. Казакова (1997), В.Г. Васина (2008) было показано, что наибольшую потребность в воде растения показывают в фазу формирования генеративных органов, а в начальный и завершающий период потребность во влаге ниже.

Почвы, питающиеся исключительно почвенной влагой, относятся к группе элювиального типа. Данный тип, характеризуется не стабильным водным балансом. К данному типу относят и серые лесные почвы. Поэтому влажность на них, оказывает лимитирующее воздействие на урожайность культуры. Способы и качество основной обработки влияют на содержание почвенной влаги.

Проведенные нами исследования по влиянию основной обработки на содержание и накопление продуктивной влаги посевов озимой ржи, отражены в таблице 3.10.

Рассматривая таблицу, можно увидеть, что контрольный вариант показал наименьшее содержание продуктивной влаги. По сравнению с контролем, на варианте с мелкой обработкой агрегатом КСН-3 (рыхление через 1 год) было зафиксировано наибольшее значение почвенной влаги для слоя 0-100 см – 176,8 мм. В целом, в предпосевной период все варианты обработки показали увеличение содержание почвенной влаги в почве, по сравнению с контролем. Максимальное значение на слое 0-20 см было на варианте с прямым посевом

озимой ржи – 37,0 мм. Разница с контролем для слоя 0-20 см была в диапазоне 2,3-4,5 мм. Это объясняется тем, что в течение нескольких лет, пока проводились исследования в почве, при мелких обработках накапливались органические остатки и мульча, которые способствовали накоплению влаги в верхнем слое почвы.

Таблица 3.10 – Влияние способов основной обработки почвы на содержание продуктивной влаги в посевах озимой ржи, мм (2014-2015 гг.)

Варианты обработки	Перед посевом		Весеннее возобновление вегетации 0-100 см	Фаза выхода в трубку, 0-100 см	Перед уборкой, 0-100 см
	0-20 см	0-100 см			
Лущение + вспашка (контроль)	32,5	166,9	176,8	167,7	62,1
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	34,8	176,8	185,9	172,4	66,5
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	35,1	173,8	182,8	170,0	64,1
Мелкая (КСН-3), постоянная	35,0	169,4	173,4	160,5	56,7
Поверхностная (БДТ- 3), рыхление через 1 год	35,6	169,7	179,1	163,4	63,1
Поверхностная (БДТ- 3), рыхление через 2 года	36,1	166,0	161,6		60,1
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	36,7	168,1	158,0		54,6
Нулевая (прямой посев)	37,0	170,0	159,1		56,7

В период возобновления вегетации весной наблюдается резкое возрастание почвенной влаги для слоя 0-100 см. Это связано с тем, что в этот период шли длительные ливни. Они способствовали выравниванию продуктивной влаги в метровом слое. При этом наибольшие показатели дали варианты с мелкой обработкой агрегатом КСН-3 с рыхлением через один и два года – 185,9 и 182,8

мм, соответственно.

В период выхода в трубку началось снижение количества продуктивной влаги в почве, за счет начала формирования генеративных органов.

Перед уборкой урожая содержание влаги в почве было снижено, примерно в 2,5 раза на всех вариантах исследования. Максимальный запас продуктивной влаги показал вариант с мелким рыхлением агрегатом КСН-3 через один год – 66,5 мм.

Результаты исследования содержания почвенной влаги на яровом рапсе, представлены на рисунках 3.1, 3.2. Рассматривая их можно сделать выводы о том, что, наибольшее накопление почвенной влаги перед посевом, как в целом по слою 0-100 см, так и по слою 0-20 см, произошло на варианте с мелкой обработкой агрегатом КСН-3 (рыхлением через 1 год) 68,9 мм и 24,1 мм, соответственно. Наименьший результат был получен для варианта с прямым посевом ярового рапса – 152,4 мм. Этот результат можно связать с тем, что прямой посев на исследуемом участке производился первый год, и еще не накопилось достаточного слоя мульчи для задержания влаги.

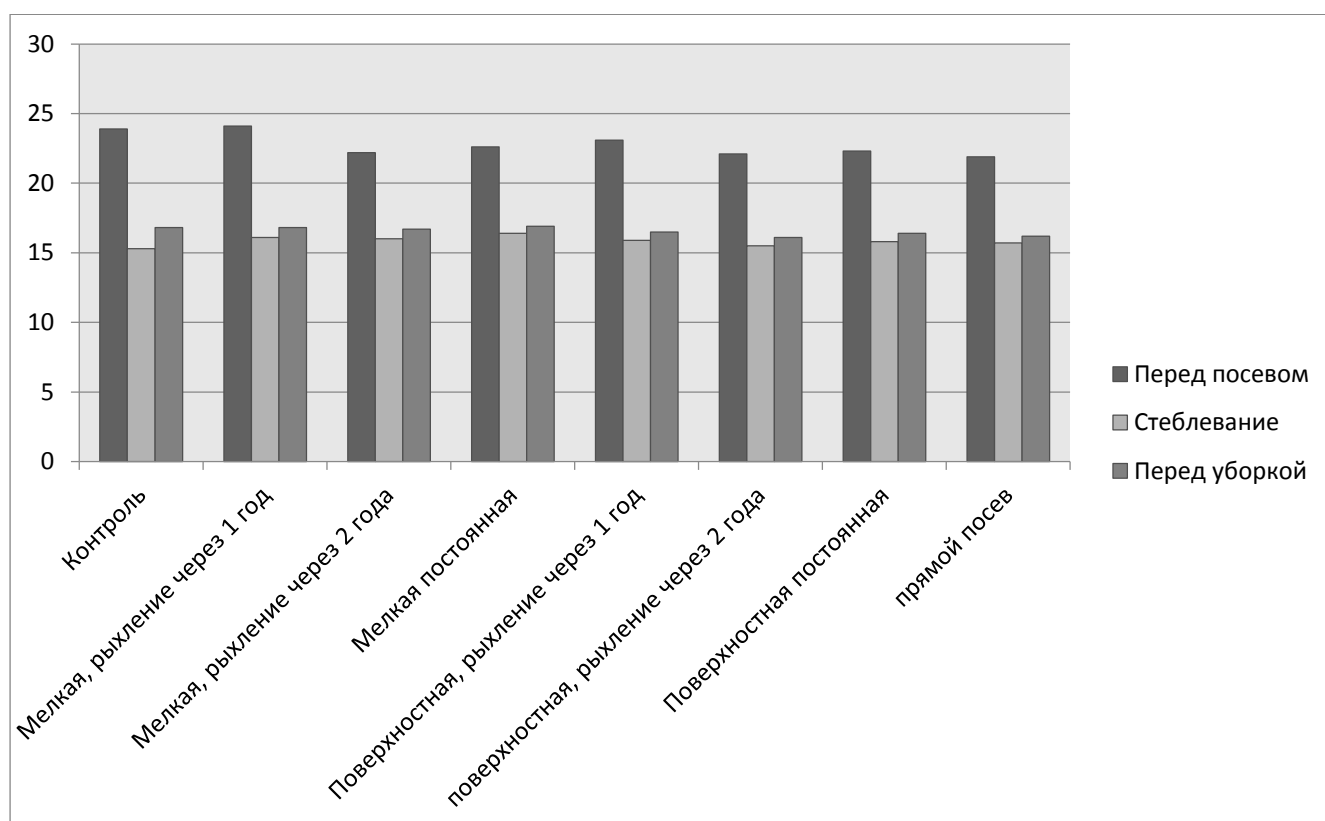


Рис. 3.1. Влияние способов основной обработки почвы на содержание продуктивной влаги в посевах рапса в слое 0-20см, мм (2016 г.)

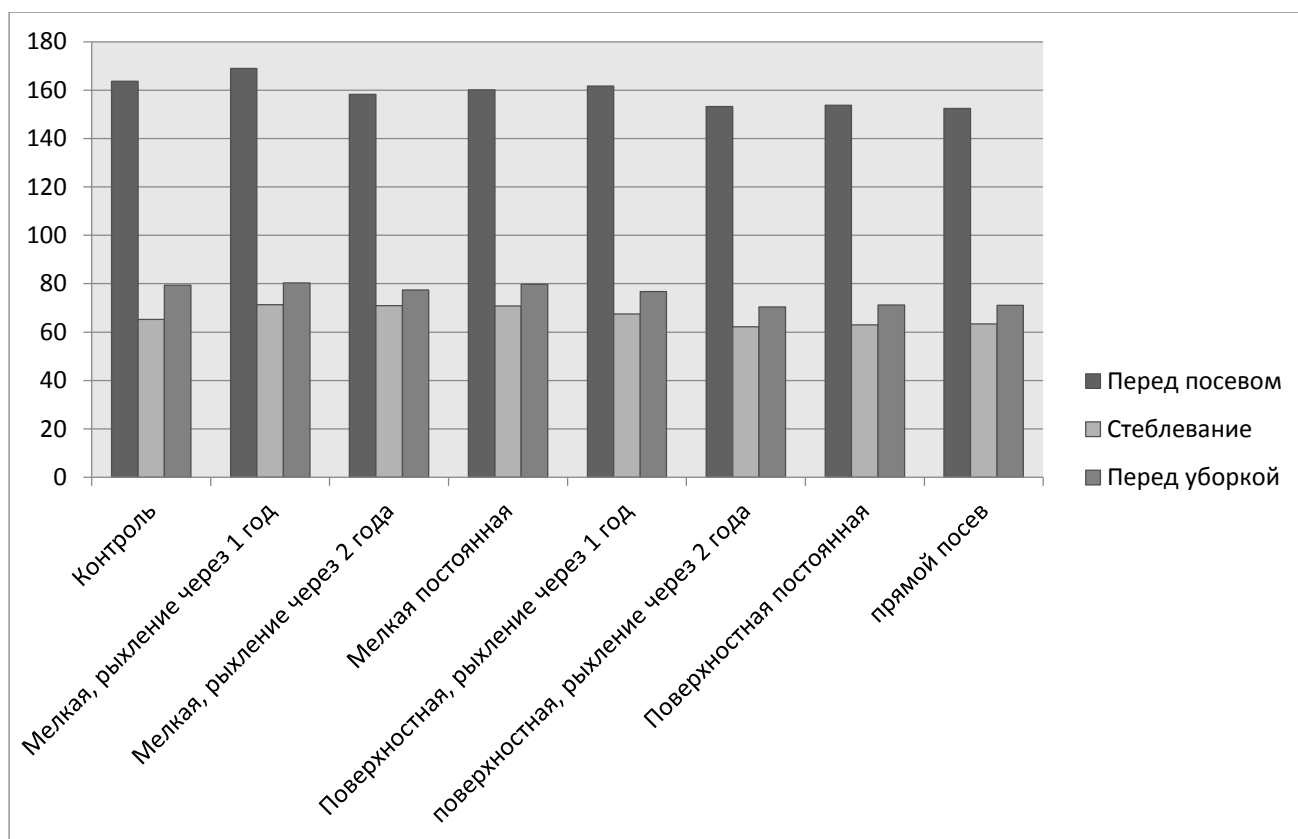


Рис. 3.2. Влияние способов основной обработки почвы на содержание продуктивной влаги в посевах рапса в слое 0-100см, мм (2016 г.)

В процессе вегетации происходило равномерное потребление почвенной влаги на всех вариантах исследования. Она уменьшилась в 2,5 раза к периоду стеблевания. При этом если перед посевом контрольный вариант показывал один из высоких показателей содержания почвенной влаги, то в период стеблевания содержание почвенной влаги в слое 0-20 см, было минимальным – 15,3 мм.

Перед уборкой для слоя 0-20 см максимальный показатель содержания почвенной влаги был у варианта с постоянной мелкой обработкой агрегатом КСН-3 – 16,9 мм, а минимальный показатель у варианта с поверхностной обработкой БДТ-3 с периодическим рыхлением через один год – 16,1. Для слоя 0-100 см, наибольший показатель был у варианта с мелкой обработкой (КСН-3) с периодическим рыхлением через один год – 80,3 мм, наименьший показатель, у варианта с поверхностной обработкой БДТ-3 с периодическим рыхлением через 2

года – 70,4 мм.

Здесь можно процитировать А.С. Салихова: «Самым надежным способом хорошего водообеспечения растений является создание в почве достаточного запаса влаги рационального его использования в течение вегетационного периода. Ресурсосберегающие технологии возделывания культур с поверхностной и нулевой обработками благодаря лучшему накоплению снега, уменьшению или предотвращению поверхностного стока воды обеспечивают к весне накопление продуктивной влаги больше, чем вспашка. Мульча из растительных остатков и измельченной соломы в верхнем слое почвы сберегает почвенную влагу от интенсивного испарения и сохраняет ее на весь вегетационный период яровых зерновых культур».

Технологические операции, которые мы проводили в своих исследованиях, влияли на содержание почвенной влаги в посевах яровой пшеницы (рис. 3.3, 3.4). Накоплению почвенной влаги способствовала мелкая обработка КСН-3 (рыхление через 2 года).

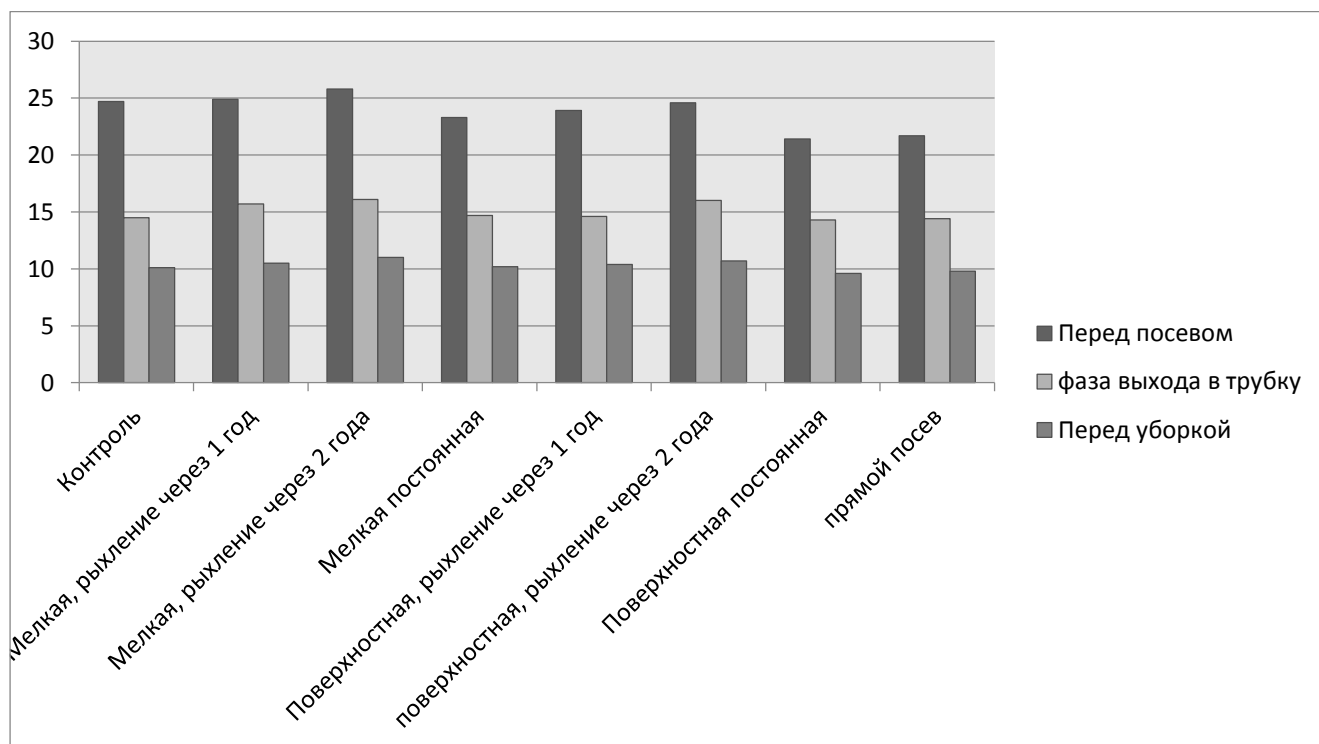


Рис.3.3. Влияние способов основной обработки почвы на содержание продуктивной влаги в посевах яровой пшеницы в слое 0-20см, мм (2017 г.)

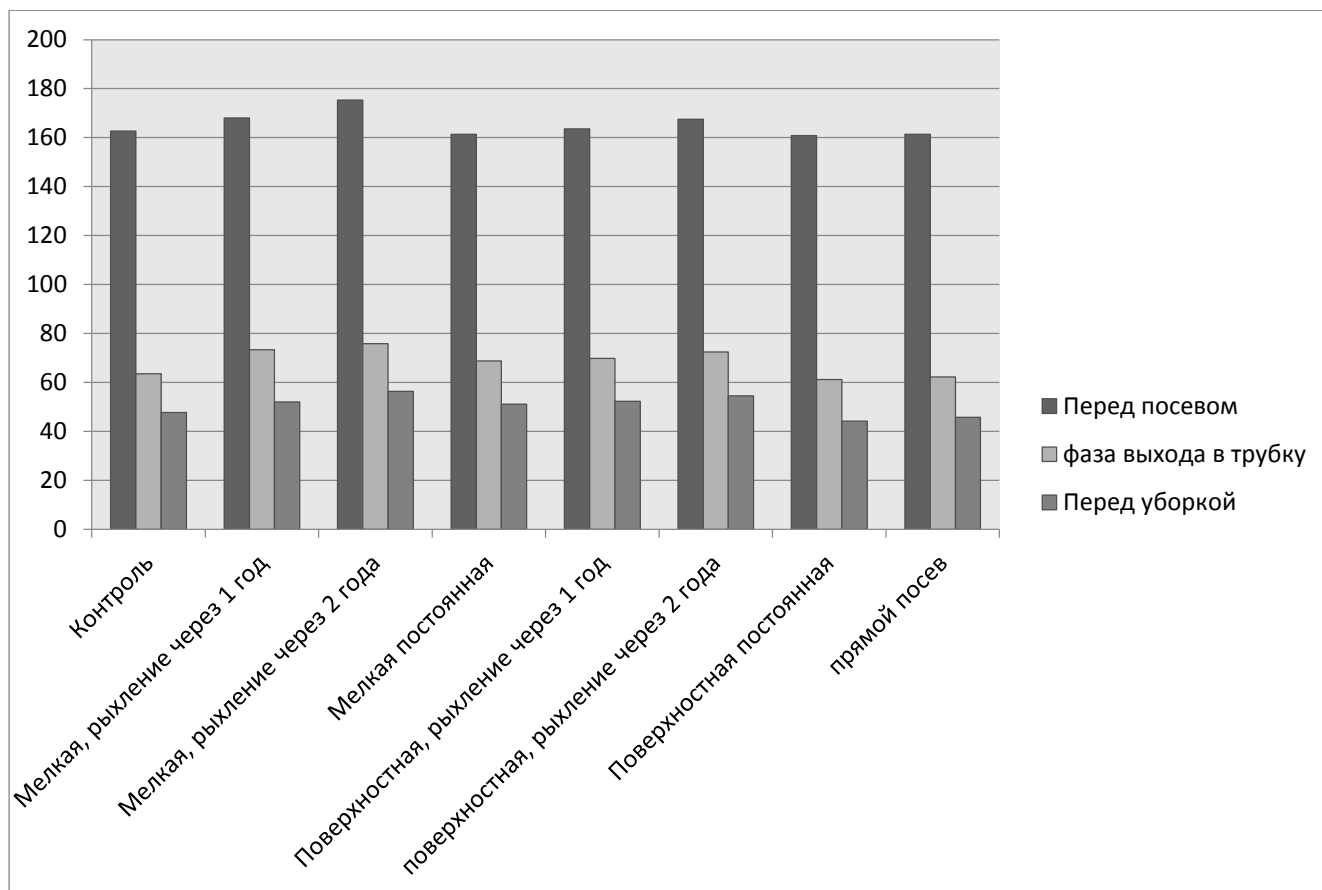


Рис.3.4. Влияние способов основной обработки почвы на содержание продуктивной влаги в посевах яровой пшеницы в слое 0-100см, мм (2017 г.)

Перед посевом минимальный запас почвенной влаги был на варианте с постоянной поверхностной обработкой БДТ-3, проводимой в течении восьми лет – 160,8 мм.

В период выхода в трубку количество почвенной влаги снизилось примерно в 2,5 раза по всем вариантам опыта. Перед уборкой урожая максимальный запас продуктивной влаги остался на варианте с мелкой обработкой – 56,3 мм, а минимальный на варианте с постоянной поверхностной обработкой агрегатом БДТ-3 – 44,2 мм. При недостатке питания атмосферной влагой, мелкие и поверхностные обработки позволяют более экономно расходовать почвенную влагу растениям и уменьшают ее испарение, из-за образования из органических остатков мульчирующего слоя.

3.3. Особенности развития сорных растений

«Борьба с сорняками может быть успешной только на основе системного подхода, научными и практическими принципами которого в современном земледелии является интегрированная защита, представляющая собой сочетание биологических, химических, экологических и других методов защиты культурных растений. Она направлена на регулирование численности сорняков до уровня экономических порогов вредоносности. При этом все методы и способы подавления и уничтожения сорняков следует применять в совокупности, как комплексную систему борьбы с сорняками, с учетом сохранения экологии», - писали в своих трудах Дудкин И. В., Логачев Ю. Б., (2002), Баздырев (2004), Горянин (2012).

«Основным недостатком минимальных технологий обработки почвы следует считать существенное увеличение засоренности посевов. По усредненным оценкам ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, при систематическом применении минимальных обработок засоренность первой культуры возрастает более чем на 30 %, второй и третьей – в два и более раза и в целом за ротацию севооборота - в четыре-восемь и более раз. Причем, в видовом составе сорняков резко возрастает количество зимующих злаковых и многолетних. Однако негативные аспекты минимальных обработок могут быть устранены при строгом соблюдении научных рекомендаций», – отмечал Саленков в 2001 году.

По мнению И.И. Исайкина, М.К. Волкова (2007) плуг – самый неэкологический способ для борьбы с сорными растениями на посевах. По результатам многочисленных опытов, именно плуг способствуют увеличению засоренности посевов полей.

Дифференцированное влияние способов основной обработки на засоренность посевов озимой ржи представлено в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Влияние способов основной обработки на засоренность посевов озимой ржи (2014-2015 гг.)

Варианты обработки	Фаза выхода в трубку, шт./м ²		Перед уборкой	
	всего	в т.ч. многолетних	шт./м ²	воздушно- сухая масса, г/ м ²
Лущение+ вспашка (контроль)	31	4	16	32
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	30	5	15	40
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	33	6	16	45
Мелкая (КСН-3), постоянная	37	7	16	46
Поверхностная (БДТ- 3), рыхление через 1 год	32	7	15	48
Поверхностная (БДТ- 3), рыхление через 2года	35	8	15	51
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	40	9	17	62
Нулевая (прямой посев)	47	12	19	66

Поля в годы проведения исследований засоренности находились в средней степени.

В фазу выхода в трубку озимой ржи минимальное количество сорняков в общей численности оказалось на варианте с мелкой обработкой с периодичностью рыхления через один год – 30 шт./м². При этом количество многолетних сорняков было минимальным на контрольном варианте – 4 шт./м².

Применение минимальных и поверхностных обработок способствовало увеличению засоренности посевов. Вариант с прямым посевом озимой ржи показал увеличение количества сорных растений, по сравнению с контролем, на 16 шт./м², и увеличение многолетних сорняков на 8 шт./м².

Практически на уровне контроля засоренность полей была на вариантах с мелкой и поверхностной обработкой с периодическим рыхлением через 2 и 1 год

– 33 и 32 шт./м², соответственно.

В предуборочный период количество сорной растительности снизилось примерно 2-2,5 раза. Однако в количественном соотношении выявленная закономерность осталась. Минимальные показатели были получены для вариантов с мелкой обработкой (рыхление через 1 год) и для поверхностной обработки с периодическим рыхлением через один и два года – 15 шт./м². Максимальный показатель засоренности посевов озимой ржи в предуборочный период был у варианта с прямым посевом озимой ржи – 19 шт./м².

В весовом отношении были различия. Наименьшая воздушно-сухая масса была у контрольного варианта. Остальные варианты по отношению к контролю увеличили сухую массу сорных растений. Наибольшая воздушно-сухая масса была у варианта с прямым посевом – 66 г/м², по отношению к контролю прибавка в массе увеличилась в 2 раза.

В исследованиях помимо количественного учета, проводился учет и по видовому составу (табл. 3.12).

Видовой состав сорного агроценоза на посевах озимой ржи определялся в фазу выхода в трубку.

Рассматривая таблицу, можно сделать вывод о процентном соотношении сорных растений. На каждом исследуемом варианте наблюдалось примерно одинаковое количество растений определенного вида.

При этом сильное преобладание в видовом составе показала Дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis* (L.)), ее доля на всех вариантах находилась в диапазоне 30-38% от общего количества сорняков на кв. м. Из остальной группы малолетних сорняков на посевах озимой ржи встречались: Марь белая (*Chenopodium album* (L.)) – 6-10%, Горец вьюнковый (*Poligonum convolvulus* (L.)) – 9-10%, Щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*) – 3-8%, Пикульник красивый (*Galeopsis speciosa*) – 5-6%. Из многолетних сорных растений в процентном соотношении преобладал вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* (L.)) – 9-14% и бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.)) – 3-14%.

Таким образом, при замене вспашки на поверхностные и мелкие обработки

и при их сочетании с глубокими безотвальными рыхлениями для подготовки почвы к посеву озимой ржи более эффективны в борьбе с сорной растительностью. Из исследуемых способов обработок более эффективно себя показал вариант с мелкой обработкой агрегатом КСН-3 на фоне глубоких безотвальных рыхлений через один год.

Таблица 3.12 – Влияние способов основной обработки почвы на видовой состав сорняков в фазу выхода в трубку озимой ржи (2014 г.).

Варианты обработки	Всего сорняков, шт./м ²	В том числе по видам, шт./м ²							
		дымянка лекарственная	марь белая	горец выюнквый	щирца запрокинутая	пикульник красивый	выюнок полевой	бодяк полевой	прочие
Лущение + вспашка (контроль)	31	11	2	3	2	4	3	1	5
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	30	10	1	4	1	3	3	2	6
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	33	11	3	4	2	3	4	2	4
Мелкая (КСН-3), постоянная	37	14	3	4	2	2	4	3	5
Поверхностная (БДТ- 3), рыхление через 1 год	32	12	2	3	2	2	3	4	4
Поверхностная (БДТ- 3), рыхление через 2года	35	12	2	4	1	2	5	3	6
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	40	15	3	4	2	3	5	4	4
Нулевая (прямой посев)	47	18	5	5	4	3	6	7	6

Влияние способов основной обработки на засоренность посевов подтверждается и запасом семян сорных растений в почве (рис. 3.5). На пятый год исследований проводилось измерение числа семян сорных растений в почве по нескольким слоям.

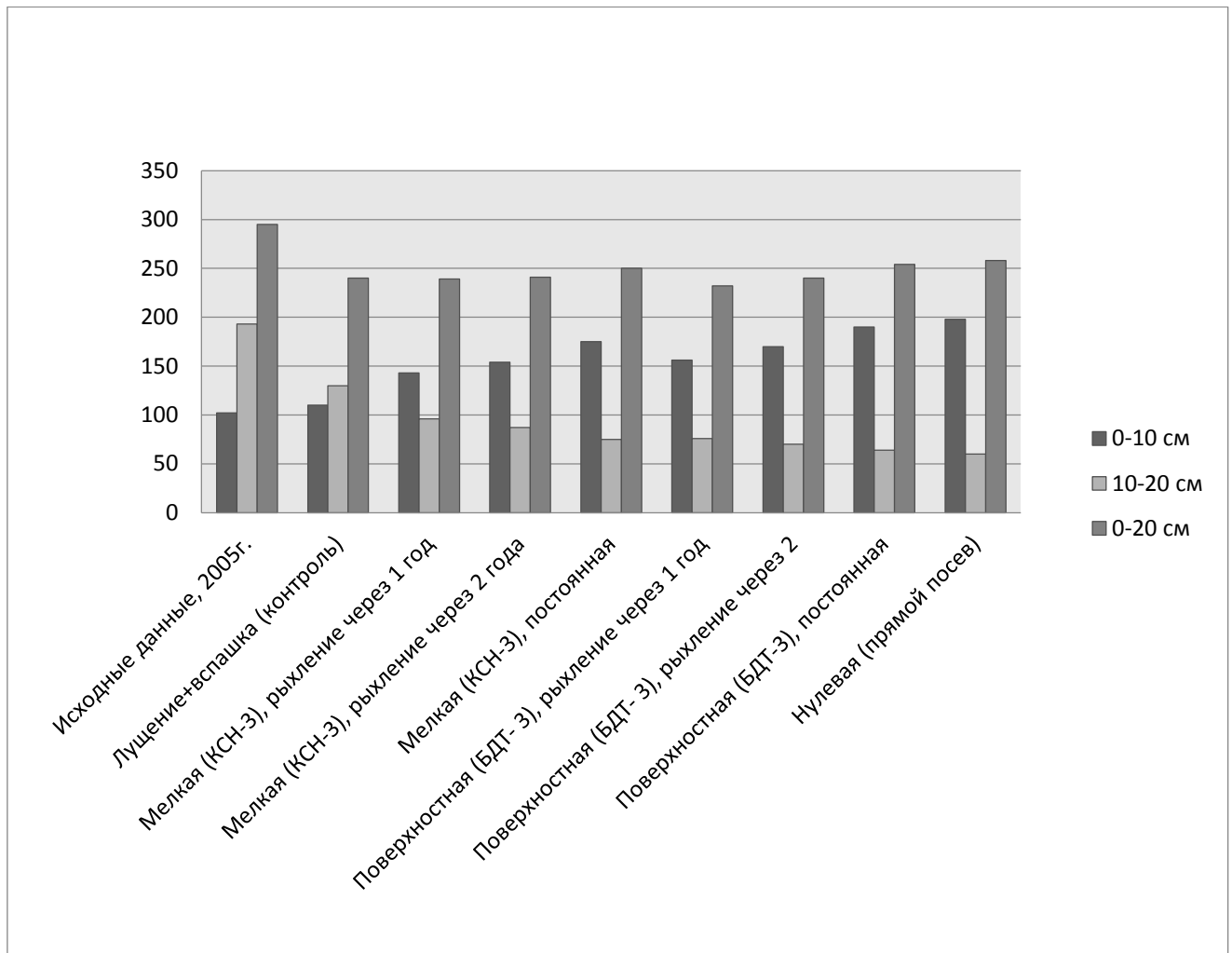


Рис. 3.5. Влияние способов основной обработки на запас семян сорных растений в почве (озимая рожь, 2014-2015гг.), млн. шт/га

Как видно из рисунка 3.5, контрольный вариант со вспашкой показал примерно равномерное распределение семян сорных растений по слоям, где преобладание семян наблюдалось в слое 10-20см. При уменьшении глубины основной обработки произошло дифференциация семян сорняков по слоям.

Наибольшее количество семян сорных растений наблюдалось в слое 0-10 см. На варианте с мелкой обработкой агрегатом КСН -3 и периодическим рыхлением через один год эта дифференциация была наименьшей среди оставшихся вариантов исследования.

В общем слое 0-20 см наибольшее количество семян сорных растений наблюдалось на варианте с прямым посевом озимой ржи, минимальный запас семян сорняков был на варианте с поверхностной обработкой агрегатом БДТ-3 с периодическим рыхлением через один год.

Анализ засоренности посевов ярового рапса проводился в фазу стеблевания (рис. 3.6).

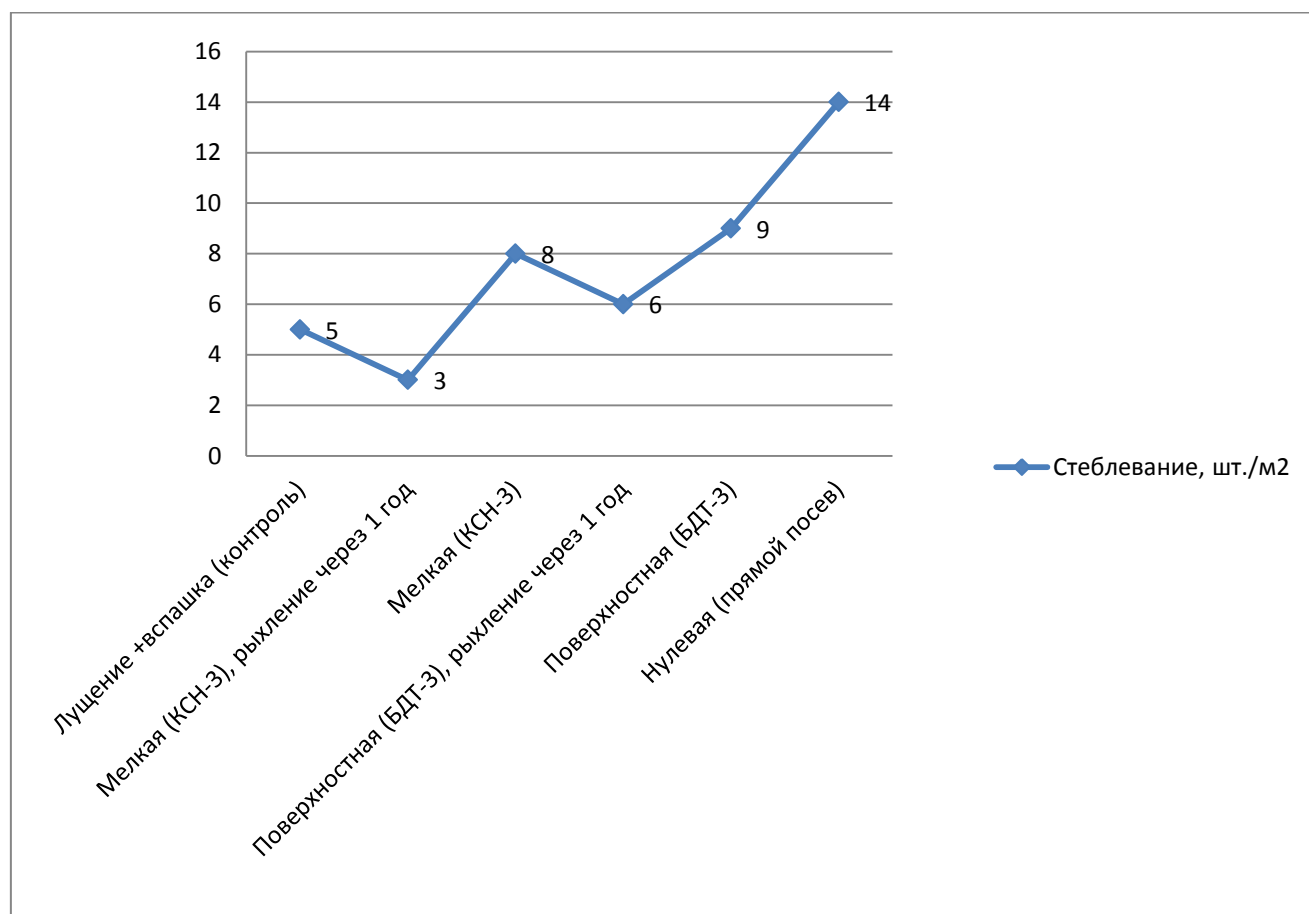


Рис. 3.6. Засоренность посевов ярового рапса и влияние на нее способов основной обработки (2016 г.), шт. /м²

Рассматривая рисунок 3.6 можно сделать наблюдение о том, что

минимальное количество сорных растений было на мелкой обработке агрегатом КСН-3 с периодическим рыхлением через один год – 3 шт./м². Вариант с прямым посевом ярового рапса показал наибольшее количество сорных растений на квадратный метр – 14 шт./м². В исследованиях также была выявлена закономерность: при уменьшении интенсивности обработок почвы общее количество малолетних сорных растений снижается, а количество многолетних увеличивается.

В видовом составе сорного агроценоза наблюдалось преобладание корнеотпрысковых (вьюнок полевой, осот полевой), корневищных (пырей ползучий) и малолетних сорняков (дымянка лекарственная, овсюг обыкновенный, редька дикая).

Проведенные исследования по запасам семян сорных растений на посевах ярового рапса представлены на рисунке 3.7.

Рассматривая рисунок, можно наблюдать, что в общем слое 0-20 см, наименьший запас семян сорных растений был на варианте с мелкой обработкой агрегатом КСН-3 с периодичностью рыхления один год – 311 млн.шт/га. Максимальный запас семян сорных растений для этого слоя был у варианта с прямым посевом яворового рапса – 380 млн.шт/га. Вариант с поверхностной обработкой агрегатом БДТ-3 и периодичностью рыхления через один год накопил семян сорняков, по сравнению с контролем, меньше на 5,7 %.

Дифференциация запаса семян с увеличением их количества на слое 0-10 см очень четко наблюдается у мелкой и поверхностной обработок, а также при прямом посеве.

Мелкие и поверхностные обработки с периодическим рыхлением уменьшают дифференциацию запаса семян. А по контрольному варианту мы можем увидеть, что запас сорных растений распределяется по слоям равномерно.

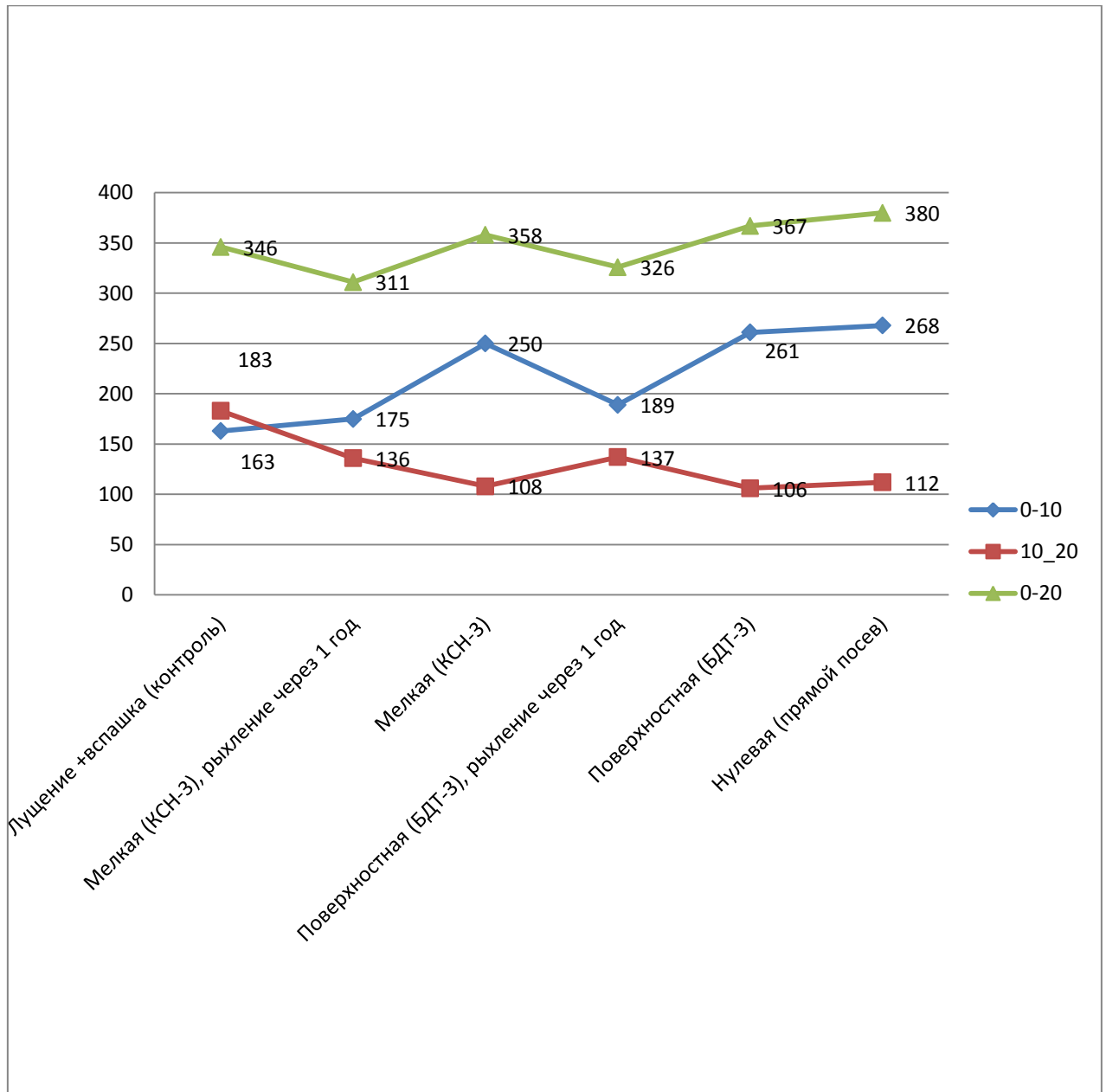


Рис. 3.7. Влияние способов основной обработки на запас семян сорных растений в почве в посевах ярового рапса (2016 г.). млн. шт./ га

Исследования по количеству сорных растений были проведены на явровой пшенице в фазу выхода в трубку (табл. 3.13).

Для снижения засоренности до порога вредоносности было произведено опрыскивание гербицидами марки Пума Супер в дозе 0,8 л/га и Балерина

– 0,4 л/га.

Таблица 3.13 – Исследование влияния основной обработки на количество сорных растений на посевах яровой пшеницы, 2017 г.

Варианты обработки	Фаза выхода в трубку, шт/м ²
Лущение +вспашка (контроль)	4
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	7
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	8
Мелкая (КСН-3), постоянная	6
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	8
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2года	7
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	6
Нулевая (прямой посев)	12

Анализ таблицы 3.13 показал, что вспашка, как основная обработка существенно снижает количество сорных растений на посевах яровой пшеницы. С уменьшением интенсивности основной обработки количество сорных растений возрастает. При прямом посеве яровой пшеницы количество сорных растений по сравнению с контролем выросло в 3 раза. При постоянной мелкой и поверхностной обработки количество сорных растений было чуть больше контроля и равнялось 6 шт./м².

По видовому составу в агроценозе преобладали корнеотпрысковые и малолетние сорные растения. Из корнеотпрысковых сорных растений был наиболее распространен вьюнок полевой и осот полевой. В видовом составе малолетних сорняков преобладали: дымянка лекарственная, редька дикая, подмаренник цепкий, ромашка непахучая, куриное просо.

Для посевов яровой пшеницы были также проведены исследования запаса семян сорных растений по различным слоям (рис. 3.8).

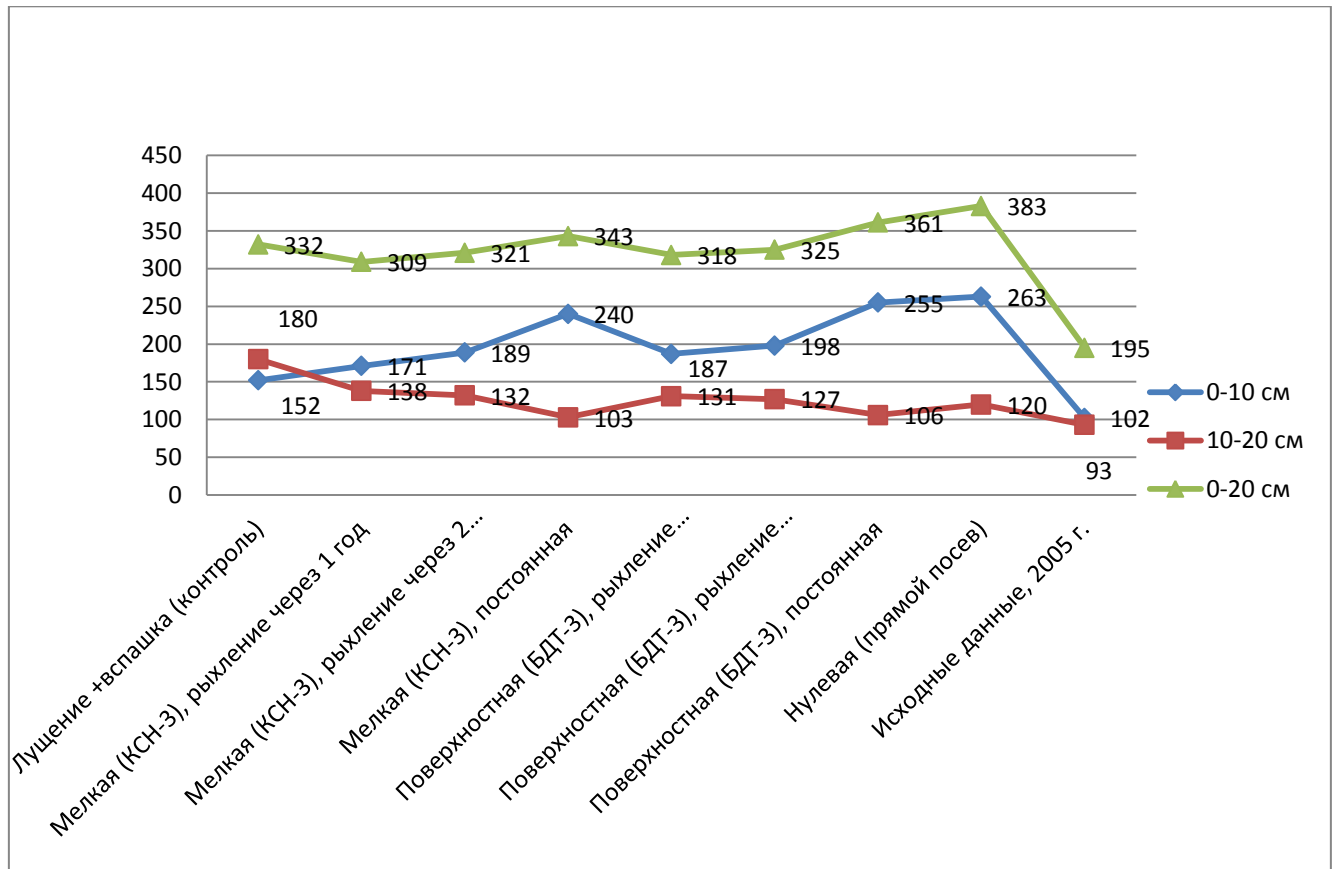


Рис. 3.8. Влияние основной обработки на запас сорных растений для посевов яровой пшеницы (2017 г.), млн. шт/га

Как и в исследованиях других культур, вспашка и мелкие, поверхностные обработки с периодическим рыхлением более равномерно распределяют запас сорных растений по горизонту почвы. Наиболее четкие различия запаса семян по слоям наблюдается у варианта с прямым посевом яровой пшеницы. Так, в слое 0-10 см находится 263 млн. шт/га, а в слое 10-20 см – 120 млн. шт/га.

По сравнению с исходными данными, все варианты показали увеличение запаса семян. И если контрольный вариант показал увеличение запаса семян в 1,7 раза, то вариант с прямым посевом увеличил запас семян сорных растений практически в 2 раза.

Наименьшее количество семян сорняков по слою 0-20 см было выявлено на варианте с мелкой обработкой агрегатом КРН-3 с

периодическим рыхлением через один год.

В слое 0-10 см наименьшее количество семян наблюдалось у контрольного варианта – 152 млн. шт/га. Постоянные мелкие и поверхностные обработки увеличивали количество семян сорняков в слое 0-10см.

Вспашка, как основная обработка существенно снижает количество сорных растений на посевах яровой пшеницы (табл. 3.14). С уменьшением интенсивности основной обработки количество сорных растений возрастает. При прямом посеве яровой пшеницы количество сорных растений по сравнению с контролем выросло в 2,5 раза. Практически на уровне контроля оказались варианты с мелкой и поверхностной обработкой, в которых использовались глубокие рыхления.

По видовому составу в агроценозе преобладали корнеотпрысковые и малолетние сорные растения. Из корнеотпрысковых сорных растений был наиболее распространен вьюнок полевой и осот полевой. В видовом составе малолетних сорняков преобладали: дымянka лекарственная, редька дикая, куриное просо.

Таблица 3.14 – Исследование влияния основной обработки на количество сорных растений на посевах яровой пшеницы, 2017 г.

Варианты обработки	Фаза выхода в трубку, шт/м ²
Лущение + вспашка (контроль)	8
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	9
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	11
Мелкая (КСН-3), рыхление через 3 года	10
Поверхностная (БДТ- 3), рыхление через 1 год	11
Поверхностная (БДТ- 3), рыхление через 2года	14
Поверхностная (БДТ- 3), постоянная	15
Нулевая (прямой посев)	18

Как и в исследованиях других культур, вспашка и мелкие, поверхностные обработки с периодическим рыхлением более равномерно распределяют запас сорных растений по горизонту почвы. Наиболее четкие различия запаса семян по слоям наблюдается у варианта с прямым посевом яровой пшеницы. Так, в слое 0-10 см находится 272 млн. шт/га, а в слое 10-20 см – 108 млн. шт/га.

По сравнению с исходными данными все варианты показали увеличение запаса семян. И если контрольный вариант показал увеличение запаса семян в 1,8 раза, то вариант с прямым посевом увеличил запас семян сорных растений практически в 2 раза.

Наименьшее количество семян сорняков по слою 0-20 см было выявлено на варианте с мелкой обработкой агрегатом КСН-3 с периодическим рыхлением через один год – 341 млн. шт/га.

В слое 0-10 см наименьшее количество семян наблюдалось также у варианта с мелкой обработкой и рыхление через один год – 180 млн. шт/га. Постоянные мелкие и поверхностные обработки увеличивали количество семян сорняков в слое 0-10см.

3.4. Фитосанитарное состояние растений

Болезни растений наносят значительный урон сельскому хозяйству нашей республики. Данные ряда авторов гласят: «потери урожая зерновых культур на территории Республики Татарстан превышает 25%».

К основным заболеваниям зерновых культур, по мнению О.А. Монастырского (2000), можно отнести септориоз, головню, корневую гниль,

снежную плесень. Распространенность этих болезней на посевах может достигать от 20 до 60% всех площадей занятых посевами зерновых.

Эффективность борьбы с заболеваниями сельскохозяйственных растений во многом зависит от подбора и особенностей агротехники. В предупреждении болезней наибольшее влияние оказывает основная обработка почвы. Как и для многих вопросов, по вопросу влияния обработки почвы на фитосанитарное состояние есть множество противоречивых взглядов. Многие авторы в разные года, такие как Васюткин в 1984 году пишут: «...согласно которым применение поверхностной и безотвальной обработок способствует развитию корневых гнилей и других болезней. При этом снижение урожайности зерна может достигать 7,5-9,2 центнеров с одного гектара». В то же время, другие исследователи, в том числе В.М. Новиков, в 2008 году опубликовали данные, утверждающие, что безотвальная обработка никак не влияет на поражаемость растений болезнями.

Данные других ученых, опубликованных в разное время, в том числе, А.К. Киреев в 2000 году, И.И. Долотин в 2001 году, И.П. Таланов 2003 годах, указывали на то, что и стерня и пожнивные остатки являются источниками инфекций. А также они способствуют их накоплению в почве при использовании поверхностных и безотвальных обработок.

Результаты определения пораженности растений озимой ржи корневыми гнилями представлены в таблице 3.15.

Исходя из данных таблицы 3.15, можно сказать, что уменьшение глубины основной обработки почвы способствует не только увеличению распространенности, но и увеличению развития корневой гнили на озимой ржи. Наименьший результат показал контрольный вариант. Варианты с периодическим рыхлением чуть снижают показатели распространения, и развития корневой гнили по сравнению с вариантами с постоянными

мелкими и поверхностными обработками. Наибольший результат показал вариант с прямым посевом. При минимальных обработках происходит накопление пожнивных остатков, которые в свою очередь и являются одним из главных источников корневой гнили на посевах зерновых.

Таблица 3.15 – Поражение растений озимой ржи корневыми гнилями в зависимости от приемов основной обработки почвы, % (2014-2015 гг.)

Варианты обработки	Кущение		Колошение		Перед уборкой	
	Р	R	Р	R	Р	R
Лущение + вспашка (контроль)	12,5	3,2	20,1	8,3	40,1	13,1
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	14,4	4,1	32,5	9,4	48,2	18,5
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	15,2	4,6	33,1	10,2	49,1	18,7
Мелкая (КСН-3), постоянная	17,3	6,2	34,1	13,1	50,1	19,1
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	15,0	7,3	35,2	10,7	49,7	18,8
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	16,7	7,8	36,0	12,8	50,1	19,1
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	20,5	8,9	40,2	14,9	54,3	20,5
Нулевая (прямой посев)	21,7	9,3	41,4	15,7	56,2	21,6

Примечание: Р - распространенность; R – развитие.

Полученные данные согласуются с мнением И.П. Таланова, которые он опубликовал в 2003 году. Это мнение гласит, что источником инфекции, резерватом для семян сорных растений и их вегетативных зачатков может служить пожнивные остатки и стерня, которые накапливаются при плоскорезной и безотвальной обработке.

По данным статистики, которые привел Буга в 2005 году, потери от корневых гнилей в различных районах нашей страны могут составлять 10-15% урожая, а в неблагоприятные годы могут достигать 50% и более.

Бурая листовая ржавчина – *Puccinia triticina* Eriks. Широко распространен в нашей стране. Симптомы заболевания: инфекция проявляется на листовых пластинках, реже на листовых влагалищах, иногда может проявляться на стеблях растений. Первоначально на верхней стороне листовой пластины появляются ржаво-бурые овальные пустулы. Далее, при усилении поражения, пустулами может покрыться вся поверхность листовой пластинки и произойти засыхание листа.

Так как за вегетационный период озимой ржи происходит несколько генераций уредопустул, а климатические условия для их прорастания довольно широки, то к моменту цветения растений, заболевание достигает своего пика по распространению. До 30% может достигать недобор урожая из-за этого заболевания.

Септориоз листьев – *Septoria tritici*. Эта инфекция озимой ржи распространена повсеместно. На данный момент известно более 10 видов несовершенных грибов, которые относятся к возбудителям септориоза.

Его вредоносность проявляется в том, что из-за распространения пикноспор уменьшается ассимиляционная поверхность и происходит усыхание листьев, а также излом стеблей. Также септориоз может быть причиной гибели отдельных растений и образования пустоколосости ржи. Из септориоза можно недобрать до 40% урожая озимой ржи.

Мучнистая роса – *Erysiphe graminis*. Это заболевание растений можно легко определить. На видимых частях растений появляется беловатый мучнистый налет. Этот налет состоит из грибницы, при созревании конидии рассеиваются, что увеличивает распространённость заболевания. При заражении посевов данной инфекцией, можно недобрать около 201% урожая.

Для наших полевых исследований фитосанитарного состояния были выбраны две фазы: фаза выхода в трубку и фаза молочной спелости.

Влияние мелкой, поверхностной обработок на развитие основных инфекции озимой ржи представлена в таблице 3.16.

Как видно поражение растений было высоким, но не носило эпидотический характер.

Таблица 3.16 – Влияние способов основной обработки почвы на развитие бурой ржавчины, септориоза и мучнистой росы на листьях озимой ржи %
(2014 г.)

Обработка почвы	Бурая ржавчина		Септориоз		Мучнистая роса	
	Выход в трубку	Молочная спелость	Выход в трубку	Молочная спелость	Выход в трубку	Молочная спелость
Лущение + вспашка (контроль)	3,6	21,4	2,8	10,3	9,1	19,8
Мелкая (КСН-3)	6,4	32,3	5,2	16,3	14,7	28,1
Поверхностная (БДТ-3)	9,1	35,1	7,3	17,2	16,5	33,6

Наибольшее поражение листостебельными микозами наблюдалось на вариантах с мелкой и поверхностной обработкой. Если рассматривать поражаемость по фазам, то можно увидеть что фаза молочной спелости отличается повышенным развитием инфекции. Наименьшие показатели развития листостебельных микозов показал контрольный вариант. Это можно связать с тем, что при лущении стерни с последующей вспашкой происходит минерализация пожнивных остатков, что существенно улучшает фитосанитарное состояние почвы.

По отношению к контролю вариант с мелкой обработкой увеличил развитие бурой ржавчины на 10,9% в фазу молочной спелости, для

септориоза развитие увеличилось на 6% для этой же фазы, а мучнистая роса увеличилась на 8,3%.

Вариант с поверхностной обработкой увеличил развитие бурой ржавчины в фазу молочной спелости на 13,7%, развитие септориоза увеличилась на 6,9%. Мучнистая роса увеличила показатель развития в фазу молочной спелости на 13,8%.

Из полученных данных, можно сделать вывод о том, что отвальные основные обработки способствуют снижению как корневых гнилей, так и листовых микозов.

Для ярового рапса также были проведены исследования поражения фитопатогенными грибами (рис. 3.9).

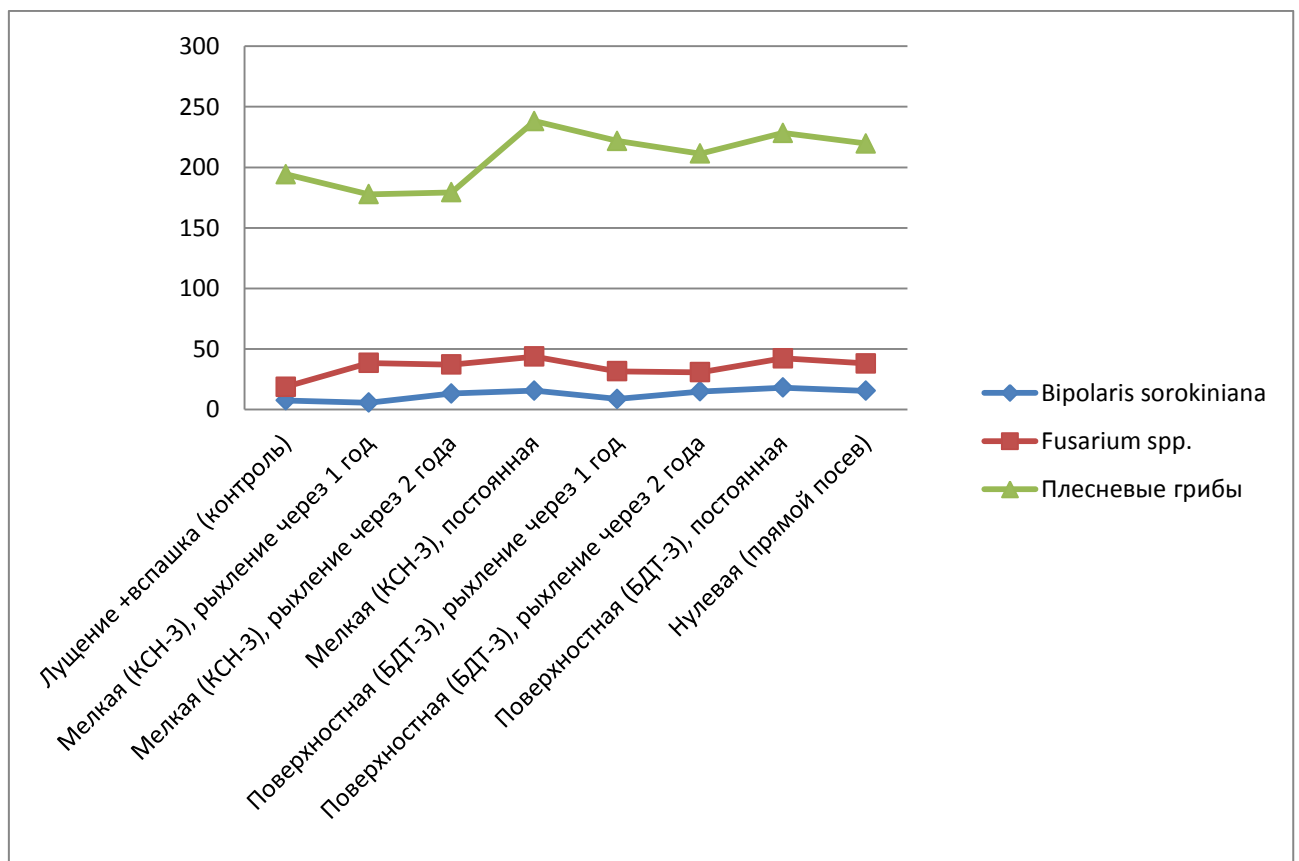


Рис. 3.9. Влияние основной обработки почвы на количество микозов в слое почвы 0-20 см под посевами рапса, тыс. шт/г почвы, 2016 г.

Анализируя рисунок, можно сказать о четко видимой закономерности. Минимальные и поверхностные варианты увеличили зараженность почвы по сравнению с контролем. При этом, можно отметить, что периодическое рыхление немного снижает зараженность почвы, по сравнению с вариантами постоянной обработки.

Для яровой пшеницы был произведен анализ пораженности корневыми гнилями к фазу уборки. Данные этого анализа представлены на рисунке 3.10.

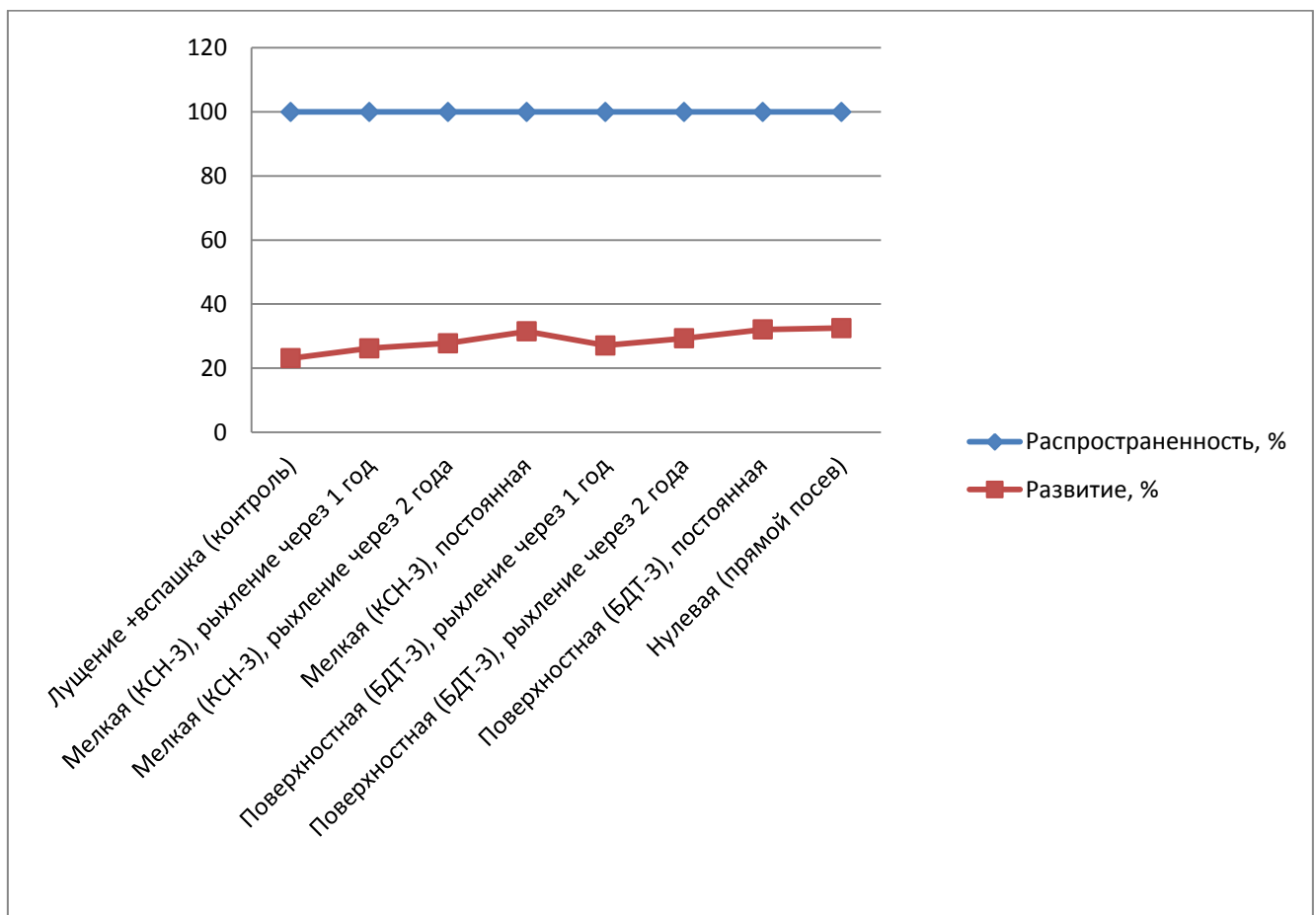


Рис. 3.10. Влияние основной обработки почвы на развитие корневых гнилей яровой пшеницы к уборке, 2017г.

Результаты исследования показывают, что распространенность данного заболевания была сто процентная по всем вариантам опыта. Единственное

различие состояло в развитие корневых гнилей. Как и в предшествующих опытах, мы видим четкую закономерность. Мелкие и поверхностные способы обработки почвы увеличивают развитие корневых гнилей. Наименьший показатель 23,1%, у контрольного варианта. Также можно сказать, что применение мелких и поверхностных обработок с периодическим рыхлением поддерживает развитие корневых гнилей на одном уровне 26,2-29,3%. Применение только поверхностных и мелких обработок, увеличивает развитие корневых гнилей на яровой пшенице. Максимальный показатель развития корневых гнилей был получен на варианте с прямым посевом и составил 32,5%.

3.5. Качество посева

Равномерность заделки семян важный фактор для формирования высокого урожая возделываемых культур. На нее оказывает огромное влияние способы основной обработки почвы.

Для посева ярового рапса применялись рекомендованная норма высева в Республике Татарстан – 2 млн. всхожих семян на гектар, глубина заделки была 2 см.

Наилучшую выравненность почвы 98% показывает вариант с нулевой обработкой почвы, при этом варианте заделка семян происходит на рекомендованную глубину 2,0 см (табл. 3.17).

Таблица 3.17 – Влияние основной обработки на качество посева
ярового рапса (2016 г.)

Варианты обработки	Заделка семян см	Выравненность почвы, %	Полевая всхожесть	
			шт./м ²	%
Лущение + вспашка	3,2	60	148	49,3
Мелкая (КСН-3)	2,3	85	178	59,3
Поверхностная (БДТ-3)	2,2	90	170	56,8
Нулевая (прямой посев)	2,0	98	165	55,0

Но в неблагоприятный по погодным условиям 2016 год, данная глубина заделки повлияла на дружность всходов. Она равнялась 165 шт./м², что превосходило лишь контрольный вариант.

Наибольшую глубину заделки семян показал контрольный вариант. Также лущение стерни с последующей вспашкой минимально выравнивало почву 60%, из-за этих двух факторов на данном варианте были получены изреженные всходы.

Наиболее дружные всходы были получены на варианте с мелкой обработкой агрегатом КСН-3. Видимо можно сделать заключение о том, что в неблагоприятный год для прорастания семян ярового рапса на данном варианте была получена оптимальная глубина заделки – 2,3 см.

Мы смогли выявить прямую корреляционную зависимость между равномерностью заделки семян и полевой всхожестью, которая показывает, что чем более поверхностна основная обработка, тем более дружные всходы.

Посев озимой ржи в опытах проводился в оптимальные сроки с соблюдением агротехнологических рекомендаций: норма высева зерновых культур составляла 5 млн. всхожих семян на гектар, а рекомендованная глубина заделки семян равняется 4-5 см (табл. 3.18).

Таблица 3.18 – Влияние способов основной обработки на равномерность заделки семян и полноту всходов озимой ржи (2014-2015 гг.)

Варианты обработки	Равномерность заделки, %	Полевая всхожесть		Сохранность к уборке	
		шт./м ²	%	шт./м ²	%
Лущение + вспашка (контроль)	88,4	448	89,6	360	80,4
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	90,7	450	90,0	375	83,3
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	91,3	458	91,6	370	81,0
Мелкая (КСН-3), постоянная	92,0	467	93,4	368	78,8
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	92,1	461	92,2	361	78,3
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	92,6	465	93,0	358	77,0
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	93,0	479	95,8	350	73,1
Нулевая (прямой посев)	93,7	482	96,4	347	71,9

Также как и для рапса, вариант с минимальной обработкой показал наибольшую равномерность заделки семян и полевую всхожесть. Несколько большая изреженность посевов от всходов до уборки в опытах с мелкой, поверхностной и нулевой обработками объясняется ухудшением водно-физических свойств почвы и повышенной засоренностью посевов.

Контрольный вариант показал минимальные значения по полевой всхожести и равномерности семян, но при этом сохранность к уборке была на среднем уровне 80,4%.

Вариант с прямым посевом показал максимальные значения по равномерности заделки семян 93,7%, полевая всхожесть была 96,4%. При этом, 28,1% растений не дожили до уборки растений.

Наибольшую сохранность растений к уборке показал вариант мелкой обработки почвы с периодическим рыхлением через один и два года агрегатом КСН-3 83,3-81,0 %. На этих же вариантах была также высокой полевая всхожесть 90,0-91,65 и равномерность заделки 90,7-91,3%, соответственно.

По рекомендациям республики посев яровой пшеницы был произведен в начале мая с нормой высева 6 млн. всхожих семян на гектар. Глубина заделки семян была 5 см (табл. 3.19).

Таблица 3.19 – Качество посева ярового рапса в зависимости от способов основной обработки почвы (2016 г.)

Варианты обработки	Заделка семян см	Выравненность почвы, %	Полевая всхожесть	
			шт./м ²	%
Лущение +вспашка	3,2	60	148	49,3
Мелкая (КСН-3)	2,3	85	178	59,3
Поверхностная (БДТ-3)	2,2	90	170	56,8
Нулевая (прямой посев)	2,0	98	165	55,0

Рассматривая таблицу 3.20 можно сказать, что выявленная ранее закономерность на этой культуре также подтверждается. Контрольный вариант показал наименьшую выравненность почвы 86,5% и полевую всхожесть 74,0%. При этом, лущение с последующей вспашкой позволяет максимально увеличить сохранность растений к уборке 95,1%. Это можно объяснить тем, что более глубокая заделка семян, позволяет растению более продуктивно использовать почвенную влагу нижних слоев почвы.

Рассматривая данные можно сказать, что наилучший результат в целом показал вариант с мелкой обработкой. Средняя величина заделки семян и полевая всхожесть позволили получить максимальное число растений к уборке по сравнению с остальными вариантами 304 шт./м².

Таблица 3.20 – Качество посева яровой пшеницы в зависимости от способов основной обработки, 2017 г

Варианты обработки	Заделка семян см	Выравненность почвы, %	Полевая всхожесть		Сохранилось растений к уборке	
			шт./м ²	%	шт./м ²	%
Лущение+вспашка	5,8	86,5	370	74,0	299	95,1
Мелкая (КСН-3)	5,4	90,0	379	76,0	304	94,1
Поверхностная (БДТ-3)	5,1	95,0	386	77,2	308	91,7
Нулевая (прямой посев)	4,5	98,0	389	77,8	310	81,5

Вариант с нулевой обработкой дает максимальную выравненность почвы и дружность всходов, при этом минимальная глубина заделки семян влияет на сохранность растений к уборке. При заделке семян 4,5 см мы не досчитались с каждого квадратного метра 79 растений.

3.6. Продуктивность агроценозов

Урожайность выращиваемых культур и их экономическая эффективность является критерием оценки эффективности систем обработки почвы.

Озимая рожь является в нашем регионе той культурой, которая позволяет получить стабильный урожай при любой погоде, при условии, что была выбрана правильная технология возделывания.

В наших исследованиях были получены следующие показатели урожайности озимой ржи (таб. 3.21).

Таблица 3.21 – Влияние способов основной обработки на урожайность озимой ржи (2015 г.)

Варианты обработки	Урожай (в среднем по повторениям), X	Отклонение от контроля	
		т/га	%
Лущение + вспашка (контроль)	3,15	-	100
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	3,48	+0,36	110,5
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	3,26	+0,11	103,5
Мелкая (КСН-3), постоянная	3,05	-0,10	96,8
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	3,31	+0,16	105,1
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	3,19	+0,04	101,3
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	2,81	-0,34	89,2
Нулевая (прямой посев)	2,71	-0,44	86,0
НСР ₀₅	0,15		

Из данных таблицы 3.21 можно сделать вывод о том, что наибольшая урожайность была получена на варианте с мелкой обработкой и периодическим рыхлением через один год агрегатом КСН-3 3,48 т/га. Прибавка по отношению к контролю составила 10,5. Вариант с поверхностной постоянной обработкой агрегатом БДТ-3 и прямой посев озимой ржи дали минимальные урожаи озимой пшеницы в 2015 году 2,81 и 2,71 т/га, соответственно.

В целом, можно сказать, что мелкая и поверхностная обработка с чередованием безотвального рыхления через один и два года, позволяет получить наибольший урожай озимой ржи. А постоянные мелкие и

поверхностные обработки по урожайности не могут достигнуть даже уровня контроля.

Нами также был проведен структурный анализ урожая озимой ржи (табл. 3.22).

Таблица 3.22 – Элементы структуры урожая озимой ржи, 2015 г.

Варианты обработки	Растений к уборке, шт./м ²	Продуктивные колосья, шт./м ²	Продуктивная кустистость	В колосе		Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га
				число зерен, шт	масса зерен, г		
Лущение + вспашка (контроль)	360	410	1,14	18,9	0,79	31,8	3,24
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	375	420	1,12	19,3	0,85	34,0	3,57
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	370	417	1,13	19,4	0,80	31,2	3,34
Мелкая (КСН-3), постоянная	368	408	1,12	17,6	0,77	33,8	3,14
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	361	411	1,14	18,5	0,83	33,2	3,41
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	358	398	1,11	17,4	0,82	35,0	3,26
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	350	385	1,10	16,4	0,70	30,9	2,96
Нулевая (прямой посев)	348	384	1,10	16,7	0,67	30,5	2,84

Максимальный биологический урожай был получен на варианте с мелкой обработкой почвы с периодическим безотвальным рыхлением через один год агрегатом КСН-3 – 3,57 т/га. Это произошло за счет увеличения сохранности растений к уборке 375 шт. на кв. м., что, в свою очередь, увеличило число продуктивных колосьев на квадратном метре до 420 шт.

Вариант с прямым посевом озимой ржи показал наименьшую биологическую урожайность – 2,84 т/га. Это связано с наименьшей

сохранностью растений к уборке – 348 шт. на кв. м. и число продуктивных колосьев на квадратном метре до 384.

Вариант с постоянной мелкой обработкой показал небольшую прибавку урожая по отношению к контролю 0,10 т/га. Это связано с тем, что на колосьях образовалось более крупное зерно по сравнению с контролем.

Примерно на одном уровне с контролем по показателю сохранности растений к уборке и по продуктивным стеблям был вариант с поверхностной обработкой с периодичным рыхлением через один год. Данный вариант, также как и контроль, показал высокий показатель продуктивной кустистости 1,14. Но за счет образования более крупного зерна его прибавка к контролю была значительна и составила 0,17 т/га.

Для ярового рапса была также подсчитана урожайность в зависимости от способов обработки почвы (табл. 3.23).

Таблица 3.23 – Влияние различных способов основной обработки на урожайность семян ярового рапса, 2016 г.

Варианты обработки	Урожайность, т/га	± к контролю	
		т/га	%
Лущение +вспашка	1,13	-	-
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	0,90	0,23	79,6
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	0,91	-0,22	80,5
Мелкая (КСН-3), постоянная	0,92	-0,21	81,4
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	0,88	-0,25	77,8
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	0,87	-0,26	76,9
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	0,85	-0,28	75,2
Нулевая (прямой посев)	0,81	-0,32	71,6
НСР 0,5	0,05		

Рассматривая таблицу 3.23, можно отметить, что максимальный урожай рапса был получен на контрольном варианте 1,13 т/га. Все

остальные изучаемые варианты не смогли достичь уровня с контролем. Наименьший урожай был получен при прямом посеве ярового рапса 0,81 т/га. В острозасушливых условиях вегетационного периода в 2013 года на контрольном варианте (лущении +вспашка) запас продуктивной влаги был выше, что и помог сформировать максимальный урожай в неблагоприятный год.

Анализ структуры урожая ярового рапса, еще раз показывает преимущество глубокой обработки в условиях острозасушливого периода (табл. 3.24).

Таблица 3.24 – Элементы структуры урожая ярового рапса

Варианты обработки	Число растений перед уборкой, шт./га	Число стручков на растение, шт.	Число семян в стручке, шт	Масса 1000 семян, г
Лущение +вспашка	138	41,4	17,5	3,54
Мелкая (КСН-3)	110	34,3	16,9	3,46
Поверхностная (БДТ-3)	109	29,2	17,0	3,46
Нулевая (прямой посев)	99	26,4	15,8	3,44

При недостатке атмосферной влаги нулевая обработка не поспособствовала сохранению растений ярового рапса к уборке урожая – 99 штук на квадратный метр. Также этот вариант не способствовал образованию большого количества стручков на растении и семян в них.

Мелкая и поверхностная обработки показали средний результат, не сильно превышающий вариант с нулевой обработкой. Хотя сохранность растений к уборке оказалась выше, чем при прямом посеве, также как и число семян в стручке, семена оказались мелкие, что дало прибавку массы тысячи семян 0,02 г.

Как и на всех изучаемых культурах, основная обработка почвы влияла на урожайность яровой пшеницы (табл. 3.25).

В данном исследовании наилучшими были варианты мелкой обработки с чередованием безотвальных рыхлением через один и два года. Такой способ обработки почвы смог помочь получить наибольшее количество сохранных растений к уборке 339 и 338 шт. на кв. метр соответственно. При этом, значительно увеличилась продуктивная кустистость до значений 1,18 и 1,17. Помимо увеличения этих показателей, увеличилось и содержание зерен в колосе. В сумме все эти показатели помогли собрать максимальный урожай в данном опыте 3,28 и 3,21 т/га, соответственно.

Таблица 3.25 – Влияние способов основной обработки на урожайность яровой пшеницы, 2017 г.

Варианты обработки	Растений к уборке, шт./м ²	Продуктивные колосья, шт./м ²	Продуктивная кустистость	В колосе		Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га
				число зерен, шт	масса зерен, г		
Лущение + вспашка (контроль)	332	379	1,14	20,5	0,80	39,6	3,03
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	339	400	1,18	21,1	0,82	41,0	3,28
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	338	396	1,17	20,9	0,81	40,7	3,21
Мелкая (КСН-3), постоянная	304	347	1,14	20,7	0,80	39,2	2,78
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	307	354	1,15	20,9	0,81	39,8	2,87
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	327	370	1,13	20,8	0,80	40,3	2,96
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	307	347	1,13	20,6	0,79	38,5	2,74
Нулевая (прямой посев)	303	334	1,10	20,0	0,77	37,2	2,53

Остальные варианты обработок не смогли достичь уровня контроля. Наименьшие показатели были собраны на варианте с прямым посевом. Если разница в сохранности растений с вариантом постоянной мелкой обработкой была небольшая, то за счет формирования меньшего по количеству и размеру зерна, вариант с нулевой обработкой недобрал со сравниваемым вариантом 0,25 т/га.

Уровня контрольного варианта смогли достичь и превзойти варианты с мелкой и поверхностной обработкой с периодическим рыхлением через один год. Остальные варианты показали более низкую урожайность.

3.7. Экономическая эффективность

После расчета экономической эффективности исследуемых способов основной обработки почвы при возделывании озимой ржи, было установлено, что наилучший результат показал вариант с мелкой обработкой с периодическим рыхлением через один год (табл. 3.26). Себестоимость этого варианта составила 4201 руб./т, условно-чистый доход – 8930 руб./га, рентабельность – 66,5%. Контрольный вариант со вспашкой показал себестоимость 4820 руб./т, условно-чистых доход был получен в размере 6540 руб./т, рентабельность составила 45,2%. Другие варианты исследования также превысили показатели контрольного варианта, но при этом сильно уступали варианту с мелкой обработкой с периодическим рыхлением.

Таблица 3.26 – Экономическая эффективность различных способов основной обработки почвы при возделывании озимой ржи (2014-2015 гг.)

Варианты обработки	Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость 1 т зерна, руб.	Условно-чистый доход с 1 га, руб.	Уровень рентабельности, %
Лушение + вспашка (контроль)	3,15	21000	14460	4820	6540	45,2
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	3,48	22330	13400	4201	8930	66,5
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	3,26	21490	13930	4537	7560	54,3
Мелкая (КСН-3), постоянная	3,05	20090	13400	4670	6690	49,9
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	3,31	21210	13450	4440	7760	57,7
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	3,19	20510	13980	4771	6530	46,7
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	2,81	19250	13450	4891	5800	43,1
Прямой посев	2,71	19110	13080	4827	6030	46,1
НСР ₀₅	0,19					

При выращивании сельскохозяйственных культур, в том числе, и ярового рапса на масло семена, очень важно, чтобы применяемая технология обеспечивала ресурсо- и энергосбережение. В современных условиях наиболее эффективными являются такие способы возделывания, при которых минимальные затраты обеспечивают не только повышение урожайности, но и плодородие земли (табл. 3.27).

Анализируя таблицу 3.27, можно выделить вариант с мелкой обработкой агрегатом КСН-3. Рентабельность этого варианта составила 21,3% при себестоимости 9889 руб. на 1 т зерна. Нулевая обработка при

возделывании рапса показала рентабельность 20,2% при себестоимости 9975 руб. на 1 т зерна. При этом вариант с поверхностной обработкой агрегатом БДТ-3 был лишь чуть лучше, чем вариант со вспашкой и показал рентабельность 13,6%.

Таблица 3.27 – Экономическая эффективность различных способов основной обработки почвы при возделывании ярового рапса (2016г.)

Варианты обработки	Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость 1т зерна, руб.	Условно-чистый доход с 1 га, руб.	Уровень рентабельности, %
Вспашка (контроль)	1,13	13560	12100	10770	1460	12,1
Мелкая (КСН-3)	0,90	10800	8900	9889	1900	21,3
Поверхностная (БДТ-3)	0,88	10560	9300	10568	1260	13,6
Нулевая (прямой посев)	0,81	9720	8080	9975	1640	20,2
НСР ₀₅	0,15					

При возделывании яровой пшеницы была рассчитана экономическая эффективность для исследуемых обработок почвы (табл. 3.28). Наиболее рентабельным 68,2%, оказался вариант с мелкой обработкой и периодическим рыхлением через один год. Этот вариант показал наименьшую себестоимость 4162 руб. на одну тонну зерна, при максимально полученном условно-чистом доходом 9310 руб./га.

Другие варианты мелкой обработки так же показали сравнительно лучшие результаты по сравнению со вспашкой, но были менее эффективны, чем вариант с мелкой обработкой и периодическим рыхлением через один год. Поверхностные обработки агрегатом БДТ-3 в сочетании с рыхлением

через 1 и 2 года в экономическом отношении значительно уступали мелким обработкам агрегатом КСН-3 и были чуть выше, чем по вспашке. Постоянная мелкая, поверхностная и нулевая обработка способствовали снижению всех экономических показателей по сравнению со вспашкой.

Таблица 3.28 – Экономическая эффективность различных способов основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы (2017 г.)

Варианты обработки	Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции	Производствен ные затраты, руб./га	Себестоимость 1 т зерна, руб.	Условно-чистый доход с 1 га, руб.	Уровень рентабельности, %
Лущение + вспашка (контроль)	3,03	21210	14720	4858	6490	44,1
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	3,28	22960	13650	4162	9310	68,2
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	3,21	22470	14220	4431	8250	58,0
Мелкая (КСН-3), постоянная	2,78	19460	13650	4910	5810	42,6
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	2,87	20090	13610	4742	6480	47,6
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	2,96	20720	14180	4872	6540	46,1
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	2,74	19180	13610	4967	5570	40,9
Нулевая (прямой посев)	2,31	16170	11950	5173	4220	35,3
НСР ₀₅	0,57					

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Минимализация обработки почвы при выращивании сельскохозяйственных культур в зернопаровом севообороте, основанные на замене вспашки мелкой и поверхностной обработками не приводит к переуплотнению серых лесных почв. Плотность почвы в течение вегетации находится в пределах оптимальных значений (0-10 см – 1,12-1,19 г/см³, 0-20 см – 1,18-1,38 г/см³).

Мелкая обработка агрегатом (КСН-3) на фоне безотвального рыхления через 1 год способствовала накоплению продуктивной влаги на 2,5-12,0 мм больше, чем по вспашке, засоренность была на уровне контроля (в зависимости от возделывания культур от 3 до 30 шт./м²).

2. При замене вспашки на поверхностные обработки наблюдалось повышение засоренности и некоторое изменение видового состава сорных растений

3. При возделывании основных сельскохозяйственных культур более рентабельной была мелкая обработка агрегатом КСН-3, себестоимость ниже на 444-881 руб./т, уровень рентабельности выше на 9,2-24,1 % по сравнению со вспашкой.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях изменения климата на серых лесных почвах северной части лесостепи Среднего Поволжья для повышения эффективности возделывания основных сельскохозяйственных культур сельхозтоваропроизводителям рекомендуется:

- при основной подготовке серой лесной почвы в условиях региона под посев основных полевых культур вспашку целесообразно заменить мелкой обработкой КСН-3 или поверхностной обработкой агрегатом БДТ-3;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверьянов, Г. Д. Влияние обработки на свойства почвы и урожайность зерновых культур в Верхнем Поволжье / Г. Д. Аверьянов, М. С. Матюшин, А. И. Шаряпова // Минимальная обработка почвы. – М.: 1984 – С. 204-211.
2. Апаева, Н. Н. Фитосанитарное состояние почвы в зависимости от агротехнических приемов возделывания зерновых культур / Н. Н. Апаева, С. Г. Манишкин, Г. С. Марьин, О. Г. Марьина-Чермных, Н. И. Богачук // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 2. – С. 26-31.
3. Баздырев, И. Г. Агрономическая эффективность почвозащитных обработок и средств химизации при длительном использовании на склоновых землях / И. Г. Баздырев, И. А. Заверткин // Известия Тюменской сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 2. – С. 6-18.
4. Баздырев, Г. И. Влияние ресурсосберегающих обработок на засоренность посевов в почвозащитных севооборотах на склонах // Севооборот в современной земледелии / Г. И. Баздырев. – М., 2004. – С. 180-185.
5. Бакиров, Ф. Т. Влияние ресурсосберегающих систем обработки на агрофизические и почвозащитные свойства чернозема южного и урожайность зерновых/ Ф. Т. Бакиров // Главный агроном. – 2006. – № 3. – С. 24-26.
6. Банькин, В. А. Будущее – за ресурсосберегающими технологиями / В. Банькин // Главный агроном. – 2008. – № 7. – С. 3-6.
7. Бараев А. И. Эрозия почв и борьба с ней / А. И. Бараев, А. Н. Кавтанов, А. С. Извеков [и др.]. – М. : Колос, 1990. – 367 с.
8. Бахтин, П. У. Исследования физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР. Научн. тр. ВАСХНИЛ. М. : Колос, 1969.

– 271 с.

9. Белкин, А. А. Влияние обработки почвы на агрофизические, агрохимические свойства и урожайность зерновых культур / А. А. Белкин, Н. В. Беседин // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 5. – С. 54-57.
10. Белов, Г. В. Эффективное средство в борьбе с сорняками / Г. В. Белов, Г. В. Симченко // Земледелие. – 1985. – № 4. – С. 26-27.
11. Беляев, В. И. Концепция формирования ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур в Алтайском крае / В. И. Беляев, В. В. Вольнов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 11. – С. 92-97.
12. Бенедичук, Н. Ф. Севооборот и обработка почвы против сорняков / Н. Ф. Бенедичук, Ф. А. Лерин // Земледелие. – 1991. – № 8. – С. 10-12.
13. Божко, Е. П. Системы обработки почвы и удобрений в зернопропашном севообороте / Е. П. Божко, С. И. Баршадская, Л. Н. Вышегородцева // Главный агроном. – 2007. – № 6. – С. 6-8.
14. Болотов, А. Т. Избранные труды / А. Т. Болотов. – М. : Агропромиздат, 1988. – 414 с.
15. Большакова, Е. В. Влияние энергосберегающих технологий обработки почвы, удобрений и гербицидов на засоренность посевов и урожайность полевых культур / Е. В. Большакова, М. Ю. Кочевых, А. М. Труфанов, Б. А. Смирнов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 3. – С. 26-37.
16. Буга, С. Ф. Защита зерновых культур от болезней в Белоруссии / С. Ф. Буга // Защита растений и карантин. – 2005. – № 2. – С. 18-20.

17. Васин, В. Г. Агротехническая оценка возделывания полевых культур в Среднем Поволжье / В. Г. Васин, А. В. Зорин. – Кинель, 2003. – 29 с.
18. Васин, В. Г. Поливидовые посевы однолетних культур на зеленый корм при внесении расчетных доз минеральных удобрений / В. Г. Васин, А. В. Васин, О. П. Синютина // Достижения и новейшие технологии в агрономии на рубеже веков. – Самара, 2008. – С. 17-20.
19. Вильямс, В. Р. Почвоведение / В.Р.Вильямс . – М.: Сельхозгиз. 1939. – 350 с.
20. Вильямс, В. Р. Почвоведение / В. Р. Вильямс. – М.: Сельхозгиз, 1949. – 472 с.
21. Владыкина, Н. И. Мелкая и комбинированная обработка почвы в севообороте с различными видами пара/ Н.И. Владыкина// Аграрная наука Евро-северо-востока. – 2016. – № 2 (51). – С. 34-40.
22. Воробьев, С. А. / Земледелие // С. А. Воробьев, А.М. Каштанов, А. М. Лыков, И.П. Макаров. – М.: Колос, 1991. – 527 с.
23. Воронцов, В.А. Ресурсосберегающие способы основной обработки черного пара / В. А. Воронцов // Земледелие. – 2007. – № 3. – С. 21-22.
24. Гармашов, В. М. Засоренность посевов при различных способах обработки почвы в зернопропашном севообороте / В. М. Гармашов, А. Ф. Витер // Земледелие. – 2008. – № 5. – С. 37-38.
25. Глазунова, Н. Н. Способы обработки почвы и комплекс патогенных микромицетов в агроценозе озимой пшеницы / Н. Н. Глазунова, Е. С. Романенко, А. Н. Шипуля, Е. В. Дергунова // Земледелие. – 2012. - № 4. – С. 31-32.
26. Горянин, О. И. Влияние современных технологий возделывания на агрофизические свойства чернозема обыкновенного в Среднем Поволжье / О. И. Горянин // Известия Оренбургского ГАУ. -2012. 1 №3 (35). –С. 23-26

27. Греков, В. А. Изменение содержания гумуса, фосфора и калия в почвах Украины в условиях экстенсивного земледелия / В. А. Греков, А. И. Мельник // Проблемы агрохимии и экологии. – 2009. – № 1. – С. 8-12.
28. Дозоров, А. В. Сравнительная эффективность систем обработки почвы в регулировании засоренности посевов сельскохозяйственных культур / А. В. Дозоров, А. В. Карпов, Н. Г. Захаров // Нива Поволжья. – 2009. – № 4. – С. 22-24.
29. Долотин, И. И. Проблемы системы обработки почвы в Татарстане / И. И. Долотин. – Казань: Изд-во «МатбугатЙорты», 2001. – 172 с.
30. Дорожко, Г. Р. Продуктивность звеньев зернопропашного севооборота на выщелочном черноземе в зависимости от способов основной обработки почвы / Г. Р. Дорожко, А. И. Тивиков // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – С. 426-426.
31. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов // 5-е изд., доп. и перф. М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
32. Доспехов, Б. А. Практикум по земледелию / Б. А. Доспехов, И. П. Васильев, А. М. Тулайков. – М. : Агропромиздат, 1987. – 338 с.
33. Доспехов, Б. А. Современные проблемы обработки почвы / Б. А. Доспехов, А. И. Пупонин, В. А. Бузмаков // Земледелие. – 1979. – № 3. – С. 30-32.
34. Дояренко, А. Г. Факторы жизни растений. – М. : Колос, 1966. – 280 с.
35. Дридигер, В. К. Урожайность и экономическая эффективность сельскохозяйственных культур в севообороте в зависимости от технологии их возделывания/ В. К. Дридигер, Е. А. Кашаев, Р. С. Стукалов, Ю. И.

Паньков // Бюллетень ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства. – 2015. – № 7. – С. 66-75.

36. Дудкин, В. М. Севооборот и удобрение – основные факторы управления формированием урожая / В. М. Дудкин, А. С. Акименко, И. В. Дудкин, Ю. Б. Логачев // Земледелие. – 2002. – № 1. – С. 25-26.

37. Дудкин, И. В. Засоренность посевов ячменя в различных севооборотах / И. В. Дудкин, Т. А. Дудкина // Земледелие. – 2010. – № 6. – С. 31-33.
Дудкин, И.В. Системы обработки почвы и сорняки / И. В. Дудкин, З. М. Шмат // Защита и карантин растений. – 2010. – № 8. – С. 28-30.

38. Дусаев, Х. Б. Безотвальная обработка почвы в Предуралье / Х. Б. Дусаев // Земледелие. – 1990. – № 11. – С. 56-57.

39. Енкина, О. В. Микробиологические аспекты сохранения плодородия черноземов Кубани / О. В. Енкина, Н. Ф. Коробской // Краснодар, 1999. – 150 с.

40. Жидков, В. М. Ресурсосберегающая технология возделывания яровой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области / В. М. Жидков, А. Н. Сарычев // Зерновое хозяйство. – 2008. – № 1-2. – С.17-19.

41. Жученко, А. А. Роль растениеводства в век биологии и экономики знаний / А. А. Жученко // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – № 1. – С. 3-6.

42. Захаренко, В. А. Борьба с сорняками / В. А. Захаренко, А. В. Захаренко // Защита и карантин растений. – 2004. – № 4. – 83 с.

43. Защепкин, Е. Е. Фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы при технологии прямого посева на черноземе выщелоченном / Е. Е. Защепкин,

А. П. Шутко, А. Н. Есаулко // Достижения науки и техника АПК. – 2015. – Т. 29. – № 9. – С. 25-28.

44. Зиганшин, А. А. Борьба с корневыми гнилями приносит успех / А. А. Зиганшин, И. Х. Габдрахманов, О. В. Шибеева, Р. И. Сафин // Защита и карантин растений. – 2007. – № 10. – С. 25-26.
45. Зинченко, С. И. Системы основной обработки серой лесной почвы под яровую пшеницу / С. И. Зинченко, Д. А. Талеева // Владимирский земледелец. – 2010. – № 4. – С. 24-25.
46. Зотиков, В. И. Пути повышения ресурсосбережения и экологической безопасности и интенсивном растениеводстве / В. И. Зотиков, Т. С. Наумкина // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2007. – № 3. – С. 11-14.
47. Ильясов, М. М. Ресурсосберегающая основная обработка почв на черноземах Республики Татарстан / М. М. Ильясов, А. Х. Яппаров // Плодородие. – 2010. – № 3. – С. 22-24.
48. Ильясов, М. М. Влияние ресурсосберегающей обработки выщелоченного чернозема на воднофизические свойства почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в полевом севообороте в условиях республики Татарстан / М. М. Ильясов, И. Х. Габдрахманов, А. Х. Яппаров, Н. Л. Шаронова// Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 2. – С. 8-10.
49. Исайкин, И. И. Плуг – сорнякам друг / И. И. Исайкин, М. К. Волков // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 23-24.
50. Казакова, Н. А. Функциональное биоразнообразие почвенных микроорганизмов / Н. А. Казакова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 1. – С. 27-29.
51. Каргин, В. И. Водопотребление ячменя в связи с приемами основной обработки выщелоченного чернозема / В. И. Каргин, С. Н. Немцев, Н. А. Перов // Достижения науки и техники. – 2008. – № 4. – С. 22-25.

52. Картамышев, Н. И. Обработка почвы, обеспеченность растений элементами минерального питания и процесс гумусообразования / Н. И. Картамышев, В. Ю. Тимонов, Н. М. Чернышева, С. С. Балабанов, Д. В. Шамин // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 2. – С. 53-58.
53. Качинский, Н. А. Структура почвы. – М. : Колос, 1963. – 99 с.
54. Кираев, Р. С. Итоги совершенствования систем обработки почвы в Башкортостане / Р. С. Кираев, М. Г. Сираев // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 11. – С. 39-42.
55. Киреев, А. К. Фитосанитарная роль основной обработки почвы / А. К. Киреев // Земледелие. – 2000. – № 5. – С. 20-21.
56. Кириллов, Н. А. Эффективность ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур / Н. А. Кириллов, А. И. Волков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 9. – С. 12-14.
57. Кирюшин, В. И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 2006. – № 5. – С. 12-14.
58. Кирюшин, В. И. Т.С. Мальцев и развитие теории обработки почвы / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 2005. – № 6. – С. 6-9.
59. Кирюшин, В. И. Экологизация земледелия и технологическая политика. – М. : Изд-во МСХА, 2000. – 473 с.
60. Кислов, А. В. Ресурсосберегающие приемы возделывания яровой твердой пшеницы на Южном Урале / А. В. Кислов, Л. В. Иванова // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 23-24.
61. Клочков, А. В. Энергетическая оценка современных технологий обработки почвы // Земледелие. – 1986. – № 7. – С. 59-60.

62. Койшыбаев, М. Устойчивость яровой пшеницы к корневой гнили / М. Койшыбаев, К. Куланбай // Защита и карантин растений. – 2010. – № 7. – С. 14-17.
63. Колмаков, П. П. Минимальная обработка почвы / П. П. Колмаков, А. М. Нестеренко. – М. : Колос. – 1981. – С. 240-244.
64. Конищев А. А. К вопросу о совершенствовании технологий обработки почвы / А.А. Конищев. – Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 7-9.
65. Копосов, Г. Ф. Уплотнение почвы и проблемы интенсификации земледелия / Г. Ф. Копосов, Н. В. Печенкина, Р. В. Мифтахов // Земледелие. – 2007. – № 5. – С. 16-18.
66. Корчагин, А. А. Влияние систем обработки на водный режим серой лесной почвы / А. А. Корчагин, Л. И. Ильин, Т. С. Бирик, Р. Д. Петросян, А. А. Марков// Земледелие. – 2015. – № 8. – С. 22-25.
67. Корчагин, В. А. Ресурсоэкономные и почвосберегающие системы обработки почвы и посева / В. А. Корчагин, О. И. Горянин // Концепция формирования современных ресурсосберегающих технологических комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье / Науч. ред., сост. В.А. Корчагин; Самарский НИИСХ. Изд. 2-е., перераб. – Самара, 2008. – С. 24-32.
68. Костычев, П. А. Учение о механической обработке почв / П. А. Костычев. – С. Петербург, 1885. – 172 с.
69. Котоврасов, И. П. Влияние механической обработки на плодородие мощного малогумусного чернозема в лесостепи Украины / И. П. Котоврасов // Минимализация обработки почвы. – М. : Колос, 1984. – С. 106-115.
70. Кошкин, П. Д. Эффективность разных систем основной обработки почвы / П. Д. Кошкин // Земледелие. – 1997. – № 2. – С. 21-23.

71. Крэбтри, Б. Уплотнение почвы и ее изменение при нулевой обработке / Б. Крэбтри // Главный агроном. – 2008. – № 3. – С. 10-14.
72. Куликова, А. Х. Системы основной обработки и гумусное состояние почвы / А. Х. Куликова, А. В. Карпов, Н. В. Семенова // Земледелие. – 2003. – № 5. – С. 27-30.
73. Кутилкин, В. Г. Комбинированная система обработки почвы в лесостепи среднего Заволжья / В. Г. Кутилкин // Земледелие. – 2014. – № 7. – С. 27-29.
74. Литтл, Т. Сельскохозяйственное опытное дело / Т. Литтл, Ф. Хиллз. – М.: Колос, 1981. – 319 с.
75. Мазаева, Т. И. Влияние обработки почвы на физическое состояние чернозема обыкновенного в условиях Волгоградского правобережья / Т. И. Мазаева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2006. – № 4. – С. 24-28.
76. Макаров, В. И. Влияние обработки на агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы/ В. И. Макаров, Ф. И. Грязина, В. Г. Кириллов// Земледелие. – 2008. – № 2. – С. 24-25.
77. Макаров, И. П. Обработка серых лесных почв в Татарии / И. П. Макаров, Г. Д. Аверьянов, М. С. Матюшин // Земледелие. – 1984. – № 11. – С. 13-15.
78. Мальцев, Т. С. Новая система обработки почвы и посева. / Т. С. Мальцев.
– Курган, 1954. – 216 с.
79. Мальцев, Т. С. Система безотвального земледелия / Т. С. Мальцев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 126 с.
80. Манейлов, В. В. К вопросу о системах зяблевой обработки почвы в лесостепи Поволжья / В. В. Манейлов, С. В. Богомазов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2005. – № 5. – С. 55-57.

81. Манишкин, С. Г. Фитосанитарное состояние пахотных почв в зависимости от обработки почвы и использования мульчи / С. Г. Манишкин, А. В. Соловьев, Г. С. Марьин, Е. П. Осетрова, А. И. Малков // Плодородие. – 2010. – № 5. – С. 10-11.
82. Мареев, В. Ф. Влияние минимализации основной обработки на свойства почвы и урожайность озимой ржи в условиях Предкамья Республики Татарстан / В. Ф. Мареев, И. Г. Манюкова, Ф. Х. Латыпов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – № 1. – С. 110-114.
83. Миникаев Р. В. Методические указания к лабораторным занятиям по разделу «Физические и вводно-физические свойства почвы». – Казань, 2006. – 19 с.
84. Миникаев, Р. В. Прямой посев в условиях Предкамья Республики Татарстан / Р. В. Миникаев, Г. Ш. Хисамова, Г. С. Сайфиева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 3. – С. 133-136.
85. Монастырский, О. А. Биотерроризм должен быть остановлен / О. А. Монастырский // Защита растений и карантин. – 2000. – № 4. – С. 6-7.
86. Моргун, Ф. Т. Почвозащитное бесплужное земледелие / Ф. Т. Моргун, Н. К. Шикула. – М.: Колос, 1984. – 276 с.
87. Нарциссов, В. П. Научные основы систем земледелия. М.: Колос, 1982. – 328 с.
88. Немцев, Н. С. Экономическая эффективность обработки почвы в севообороте // Земледелие. – 2004. – № 6. – С. 14-15.
89. Немцев, Н. С. Сохранение плодородия почв в Ульяновской области / С. Н. Немцев, М. М. Сабитов, С. Н. Никитин // Земледелие. – 2009. – № 37. – С. 12-13.

90. Нечаев, Л. А. Роль основной обработки почвы в создании оптимальных физических условий и питательного режима для гороха / Л. А. Нечаев, В. М. Новиков, В. И. Коротеев, В. В. Анненков // Достижения науки и техники. – 2009. – № 2. – С. 45-47.
91. Новиков, В. М. Эффективность систем основной обработки почвы в севообороте / В. М. Новиков // Защита и карантин растений. – 2008. – № 1. – С. 24-25.
92. Носов, Г. И. Современные ресурсосберегающие технологии – важный фактор устойчивого роста АПК / Г. И. Носов, И. В. Крюков // Земледелие. – 2005. – № 3. – С. 14-16.
93. Овсинский, И. Е. Новая система земледелия / И. Е. Овсинский // Перевод с польского Барановского. – Киев, 1899. – 102 с.
94. Орлов, А. Н. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от элементов технологии / А. Н. Орлов, О. А. Ткачук, Е. В. Павликова // Достижения науки и техники. – 2009. – № 7. – С. 28-30.
95. Орлова, Л. В. Быть или не быть ресурсосберегающим технологиям в России? / Л. В. Орлова // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 18-19.
96. Орлова, Л. В. О развитии сберегающего земледелия в России / Л. В. Орлова // Главный агроном. – 2007. – № 3. – С. 9-12.
97. Павлов, М. И. Итоги изучения методов обработки почвы по Т.С. Мальцеву на Татарской республиканской с.-х. опытной станции и в колхозах республики. – Тр. КФАН СССР. – Серия биологическая, 1960. – Вып. 5. – С. 44-68.
98. Перфильев, Н. В. Влияние норм высева на хозяйственно-биологические, технологические показатели и урожайность сортов озимой тритикале / Н. В. Перфильев, О. А. Вьюшина, В. Н. Тимофеев // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 7. – С. 154-160.

99. Пестряков, А. М. На принципах разноглубинности и многовариантности / А. М. Пестряков // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 19-20.
100. Петрова, Л. Н. Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на содержание продуктивной влаги и плотность почвы в севообороте / Л. Н. Петрова, В. К. Дридигер, Е. А. Кацаев // Земледелие. – 2015. – № 5. – С. 16-18.
101. Проценко, Е. П. Влияние природных и антропогенных факторов на динамику элементов питания в типичном черноземе под сахарной свеклой / Е. П. Проценко, А. В. Солодилова // Рациональное использование земель и защита почв от эрозии в Лесостепи ЦЧЗ. – 1999. – С. 90-93.
102. Пупонин, А.И. Земледелие / А. И. Пупонин, Г. И. Баздырев. – М.: Колос, 2002. – 552 с.
103. Пухачев, А. П. Почвам надежную защиту / А.П. Пухачев, Л. Г. Бухараева. – Казань, Таткнигоиздат, 1984. – 69 с.
104. Пыхтин, И. Г. Систематические отвальные и безотвальные обработки в севообороте и бессменных посевах / И. Г. Пыхтин, Е. В. Шутов // Земледелие. – 2004. – № 3. – С. 18-19.
105. Рабочев, И. И. Индустриализация земледелия и плодородия почв / И. И. Рабочев, П. У. Бахтин // Проблемы земледелия. – М.: Колос. – 1978. – С. 156-160.
106. Ротмистров, В. Г. О глубине прорыхления черноземов. – «Земледельческая газета». – № 1. – 1914.
107. Румянцев, А. В. Влияние ресурсосберегающих технологий на плодородие почвы / А. В. Румянцев, Л. В. Орлова // Земледелие. – 2005. – № 2. – С. 22-23.
108. Рыжих, Л. Ю. Влияние основных способов обработки на водный режим и плотность серой лесной почвы и урожайность культур в севообороте/ Л. Ю.

Рыжих, Г. Ф. Копосов, А. И. Липатников, Ф. Ф. Замалиева // Вестник Казанского ГАУ. – 2014. – № 2. – С. 142-146.

109. Рыжих, Л. Ю. Роль севооборотов и рациональных способов основной обработки почвы в системе земледелия/ Л. Ю. Рыжих, Г. Ф. Копосов, А. И. Липатников, Т. Г. Кольцова // Земледелие. – 2014. – № 2. – С. 14-16.

110. Рябов, Е. И. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур (Минимальная почвозащитная обработка, удобрения, пестициды, машины и орудия) / Е. И. Рябов. – Ставрополь: Изд-во СтГАУАгрус, 2003. – 152 с.

111. Саленков, С. Н. Современные энергосберегающие технологии / С. Н. Саленков // Земледелие. – 2001. – № 5. – С. 8-9.

112. Салихов, А. С. Ресурсосберегающие приемы в земледелии среднего Поволжья / А. С. Салихов. – Казань: Изд-во Казанск. Гос. Ун-та, 2008. – 200 с.

113. Салихов, А. С. Ресурсосберегающие технологий и экономические нормативы производства продукции растениеводства в условиях РТ. Казань, 2002. – 278 с.

114. Салихов, А. С. Способы основной обработки почвы и урожайность яровых зерновых культур / А. С. Салихов, М. Д. Кадыров // Земледелие. – 2004. – № 4. – С. 12-13.

115. Сафонов, А. Ф. Системы земледелия / А. Ф. Сафонов, А. М. Гатауллин, И. Г. Платонов. – М: Колос, 2006. – 447 с.

116. Сафин, Р. И. Как защитить растения в условиях ресурсосберегающих технологиях / Р. И. Сафин, И. П. Таланов, А. Х Садриев // Главный агроном. – 2008. – № 11. – С. 52-56.

117. Сухов, А. Н. Особенности водного режима светло-каштановых почв Нижнего Поволжья в зависимости от приемов их основной обработки / А. Н.

Сухов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2010. – № 2. – С. 57-70.

118. Тагиров, М. Ш. Влияние способов основной обработки на водно-физические показатели почвы и продуктивность яровой пшеницы/ М. Ш. Тагиров, Р. С. Шакиров, И. Г. Гиляев// Земледелие. – 2015. – № 8. – С. 20-21.

119. Таланов, И. П. Оптимизация приемов формирования высокопродуктивных ценозов яровой пшеницы / И. П. Таланов. – Казань, 2003. – 174 с.

120. Терентьев, О. В. Ресурсосберегающие технологии для производства зерна в степных районах Среднего Поволжья /О. В. Терентьев // Главный агроном. – 2007. – № 6. – С. 23-26.

121. Тимирязев, К. А. Земледелие и физиология растений. Избр. соч. Т. 2. – М.: Наука, 1965. – 320 с.

122. Тимонов, В. Ю. Влияние способов обработки почвы и предшественников яровой твердой пшеницы на запасы продуктивной влаги / В. Ю. Тимонов, Н. В. Долгополова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 6. – С. 57-59.

123. Токарев, В. А. Методические рекомендации по топливно-энергетической оценке сельскохозяйственной техники, технологических процессов и технологий в растениеводстве / В. А. Токарев, В. Н. Братушков, А. Н. Никифоров, А. М. Афанасьев, М. М. Севернев. – М. : ВИМ, 1989. – 60 с.

124. Трофимова, Т. А. Основная обработка почвы и засоренность посевов / Т. А. Трофимова, В. А. Маслов, С. И. Коржов // Земледелие. – 2011. – № 8. – С. 29-31.

125. Тулайков, И. М. Рационально использовать землю. – Куйбышев: Куйбышевское книжное издательство, 1963. – 104 с.

126. Туманян, А. Ф. Способ обработки почвы и продуктивность зерновых культур в аридной зоне / А. Ф. Туманян, Н. В. Тютюма // Земледелие. – 2012. – № 4. – С. 25-26.
127. Федюнин, С. А. Ресурсосберегающая технология возделывания овса на черноземах южных Оренбургского Предуралья / С. А. Федюнин, А. С. Васильева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – № 26. – С. 17-19.
128. Фолкнер Э. Безумие пахаря. – М.: Сельхозгиз, 1959 – 279 с.
129. Франценсон, В. А. Сохранение и повышение плодородия почвы при освоении целинных земель/ В. А. Франценсон, Н. П. Исаенко, С. Н. Горбунова. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 321 с.
130. Хадеев, Т. Г. Освоение ресурсосберегающих технологий в земледелии – вление времени / Т. Г. Хадеев // Слагаемые эффективного агробизнеса: обобщение опыта и рекомендации: сб.ст. – Казань, 2005. – Часть 1. – С. 5-9.
131. Хадеев, Т. Г. Приемы обработки почвы и фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы / Т. Г. Хадеев, И. П. Таланов, В. Н. Фомин // Защита и карантин растений. – 2010. – № 6. – С. 30-32.
132. Цветков, М. Л. Водный режим почвы зернопарового севооборота при минимализации основной обработки в условиях Приобья Алтая / М. Л. Цветков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 5. – С. 35-40.
133. Чепик, А. Е. Особенности внедрения ресурсосберегающих технологий на сельскохозяйственных предприятиях Рязанской области / А. Е. Чепик // Вестник Московского государственного агроинженерного университета. – 2008. – № 5. – С. 109-112.

134. Черепанов, Г. Г. Влияние обработки почвы на условия минерального питания растений и эффективность удобрений / Обзор. Информ. ВНИИТЭИСХ. – М. : Агропромиздат, 1985. – 67 с.
135. Черкасов, Г. Н. Контроль засоренности посевов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия / Г. Н. Черкасов, И. В. Дудкин // Земледелие. – 2010. – № 1. – С. 43-45.
136. Черкасов, Г. Н. Плодородие чернозема типичного при минимизации основной обработки / Г. Н. Черкасов, Е. В. Дубовник, С. И. Казанцев // Земледелие. – 2012. – № 4. – С. 23-25.
137. Черкасов, Н. Г. Комбинированные системы основной обработки наиболее эффективны и обоснованный / Н. Г. Черкасов, И. Г. Пыхтин // Земледелие. – 2006. – № 6. – С. 20-22.
138. Шабаев, А. И. Гребнекулисные способы обработки почвы и перспективные орудия при возделывании зерновых культур / А. И. Шабаев, Т. В. Демьянова, Н. М. Соколов, М. С. Цветков // Инновации, землеустройство и ресурсосберегающие технологии в земледелии. – 2007. – С. 29-32.
139. Шакиров, Р. С. Агрофизические свойства и водный режим серой лесной почвы при различных системах удобрений и основных способах обработки почвы на примере яровой пшеницы / Р. С. Шакиров, И. Г. Гиляев // Вестник Казанского ГАУ. – 2013. – № 4 (30). – С. 160-164.
140. Шарифуллин, Л. Р. О приемах повышения урожайности озимой ржи / Л.Р. Шарифуллин // Материалы республиканской агрономической конференции. – Казань, 1989. – С. 126-128.
141. Шарков, И. Н. Минимизация обработки и ее влияние на плодородие почвы / И.Н. Шарков // Земледелие. – 2009. – № 3. – С. 24-27.

142. Шевченко, С. Н. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы на черноземах Среднего Поволжья / С. Н. Шевченко, В. А. Корчагин // Земледелие. – 2008. – № 3. – С. 26-27.
143. Шелухин, И. С. Краткий обзор истории обработки почвы / И. С. Шелухин.
– Новосибирск, 1981. – 75 с.
144. Шептухов, В. Н. Минимализация обработки и прямой посев в технологиях возделывания культур. М.: ООО «Столичная типография», 2008. – 119 с.
145. Berengena, J. Effect of tillage system in soil water content / J. Berengena. – 1997. – P. 53-73.
146. Cannel, R. Q. Reduced tillage in north-west Europe – a review // Soil Tillage Res/ R.Q. Cannel. – 1985. – Vol. 5. – N 2. – P. 129-177.
147. Egley, G. H. Decline of weed seeds and seedling emergence over five years as affected by soil disturbance / G. H. Egley, R. D. Williams. – Weed Sci, 1990. – pp. 510.
148. Froud-Williams ,R. J. The effects of seed burial and soil disturbance on emergence and survival of arable weeds in relation to minimal cultivation / R. J. Froud-Williams, R. I. Chaneellor, D. A. S.Drennan. – I.Appl.Ecol, 1984. – P. 629-641.
149. Jang, I.P. Effect of fungicide on grain yield of barley grow in different cropping systems / I.P. Jang, K. Stelind, H. Kanus // I. Agron and Crop. Sci., 2000. –
V. 185.
– N 3. – P. 153-162.
150. Richter, U. EinflublangjahrigdifferenzierterBodenbearbeiturssystemeaut das Bodengefuge und den stickstoffhaushalt / U. Richter. – Diss. Gieben. Bodenundlandschaft, 1995. – N 4. – pp. 163.

151. Riley H., Ekeberg E. Ploughless cultivation of spring cereals. II. Soil investigations // Forsk, Fors. Landber. – 1985. – Vol. 36. – № 2. – P. 53-59.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Изменение температурного режима за период 1871 – 2012 гг.

Период	Среднегодовая сумма осадков, мм	Примечание
1871-1880	435	м/с «Университет»
1881-1890	396	м/с «Университет»
1891-1900	414	м/с «Университет»
1901-1910	443	м/с «Университет»
1911-1920	458	м/с «Университет»
1921-1930	454	м/с «Университет»
1931-1940	381	м/с «Казань-Опорная»
1941-1950	457	м/с «Казань-Опорная»
1951-1960	452	м/с «Казань-Опорная»
1961-1970	527	м/с «Казань-Опорная»
1971-1980	480	м/с «Казань-Опорная»
1981-1990	562	м/с «Казань-Опорная»
1991-2003	542	м/с «Казань-Опорная»
2004-2012	468	м/с ТатНИИСХ

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Осадки вегетационного периода (1972-2012 гг.)

Год	Осадки, мм		Год	Осадки, мм	
	май-июнь	август-сентябрь		май-июнь	август-сентябрь
1	2	3	4	5	6
1972	92	89	1993	78	121
1973	36	118	1994	176	44
1974	112	37	1995	23	50
1975	42	124	1996	101	65
1976	108	39	1997	133	123
1977	98	55	1998	55	143
1978	311	164	1999	85	174
1979	37	63	2000	147	131
1980	105	111	2001	140	146
1981					
1982					
1981	29	137	2002	104	66
1982	137	120	2003	119	86
1983	190	72	2004	120	88
1984	109	198	2005	172	45
1985	170	90	2006	76	104
1986	67	188	2007	85	102
1987	96	143	2008	115	105
1988	88	156	2009	56	65
1989	141	64	2010	38	73
1990	985	107	2011	102	88
1991	50	150	2012	96	96
среднее за 20 лет	106	111	среднее за 21 год	98	93
1992	42	37	уменьшение в %	7,5	16,2

ПРИЛОЖЕНИЕ 3Плотность сложения почвы, г/см³

Показатели	Слой почвы, см						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-100
Плотность сложения, г/см ³	1,15	1,21	1,28	1,35	1,41	1,49	1,50

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Влияние способов основной обработки почвы на содержание продуктивной влаги в посевах рапса в слое 0-100 см, мм (2016 г.)

Варианты обработки	Слой почвы, см	Перед посевом	Стеблевание	Перед уборкой
Лущение +вспашка (контроль)	0-20 см	23,9	15,3	16,8
	0-100 см	163,7	65,2	79,4
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	0-20 см	24,1	16,1	16,8
	0-100 см	168,9	71,3	80,3
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	0-20 см	22,2	16,0	16,7
	0-100 см	158,2	70,9	77,4
Мелкая (КСН-3), постоянная	0-20 см	22,6	16,4	16,9
	0-100 см	160,1	70,8	79,8
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	0-20 см	23,1	15,9	16,5
	0-100 см	161,7	67,5	76,7
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	0-20 см	22,1	15,5	16,1
	0-100 см	153,2	62,2	70,4
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	0-20 см	22,3	15,8	16,4
	0-100 см	153,8	63,0	71,2
Нулевая (прямой посев)	0-20 см	21,9	15,7	16,2
	0-100 см	152,4	63,4	71,1

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Влияние способов основной обработки почвы на содержание продуктивной влаги в посевах яровой пшеницы, мм (2017 г.)

Варианты обработки	Слой почвы, см	Перед посевом	Фаза выхода в трубку	Перед уборкой
Лущение +вспашка (контроль)	0-20 см	24,7	14,5	10,1
	0-100 см	162,7	63,6	47,7
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	0-20 см	24,9	15,7	10,5
	0-100 см	168,0	73,4	52,1
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	0-20 см	25,8	16,1	11,0
	0-100 см	175,4	75,9	56,3
Мелкая (КСН-3), постоянная	0-20 см	23,3	14,7	10,2
	0-100 см	161,3	68,8	51,1
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	0-20 см	23,9	14,6	10,4
	0-100 см	163,6	69,8	52,3
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	0-20 см	24,6	16,0	10,7
	0-100 см	167,5	72,5	54,5
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	0-20 см	21,4	14,3	9,6
	0-100 см	160,8	61,2	44,2
Нулевая (прямой посев)	0-20 см	21,7	14,4	9,8
	0-100 см	161,3	62,3	45,8

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Запас семян сорняков в почве в зависимости от способов обработки
(озимая рожь, 2014-2015 гг.)

Варианты обработки	Количество семян сорняков, млн. шт/га		
	0-10 см	10-20 см	0-20 см
Исходные данные, 2005 г.	102	193	295
Лущение + вспашка (контроль)	110	130	240
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	143	96	239
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	154	87	241
Мелкая (КСН-3), постоянная	175	75	250
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	156	76	232
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	170	70	240
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	190	64	254
Нулевая (прямой посев)	198	60	258

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Влияние способов основной обработки на засоренность посевов ярового
рапса (2016 г.)

Варианты обработки	Стеблевание, шт./м ²
Лущение +вспашка (контроль)	5
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	3
Мелкая (КСН-3)	8
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	6
Поверхностная (БДТ-3)	9
Нулевая (прямой посев)	14

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Запас семян сорняков в почве в зависимости от способов обработки
(яровой рапс, 2016 г.).

Варианты обработки	Количество семян, млн. шт/га в слое, см		
	0-10	10-20	0-20
Лущение +вспашка (контроль)	163	183	346
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	175	136	311
Мелкая (КСН-3)	250	108	358
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	189	137	326
Поверхностная (БДТ-3)	261	106	367
Прямой посев	268	112	380

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Запас семян сорняков в почве в зависимости от способов обработки
(яровая пшеница, 2017 г.).

Варианты обработки	Количество семян, млн. шт/га в слое, см		
	0-10	10-20	0-20
Исходные данные, 2005 г.	102	93	195
Лущение +вспашка (контроль)	152	180	332
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	171	138	309
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	189	132	321
Мелкая (КСН-3), постоянная	240	103	343
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	187	131	318
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	198	127	325
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	255	106	361
Нулевая (прямой посев)	263	120	383

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Количество грибов, выделенных из почвы на посевах рапса, тыс. шт./г почвы
(слой почвы 0-20 см), 2016 г.

Варианты обработки	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	<i>Fusarium spp.</i>	Плесневые грибы
Лущение+вспашка (контроль)	7,5	18,8	194,3
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	5,7	38,4	177,8
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	13,2	37,1	179,3
Мелкая (КСН-3), постоянная	15,6	43,7	238,2
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	8,7	31,6	221,8
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	14,9	30,8	211,3
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	18,1	42,3	228,4
Нулевая (прямой посев)	15,4	38,0	219,6

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Поражение растений яровой пшеницы корневыми гнилями к уборке,
2017г.

Варианты обработки	Распространенность, %	Развитие, %
Лущение+вспашка (контроль)	100	23,1
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	100	26,2
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	100	27,8
Мелкая (КСН-3), постоянная	100	31,5
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	100	27,1
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	100	29,3
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	100	32,1
Прямой посев	100	32,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	озимая рожь	
Фактор А:	обработка	
Год исследований:	2014-2015	
Градация фактора		8
Исследуемый показатель:	урожайность	т/га
Количество повторностей:	4	
Руководитель		

Таблица

Фактор А	Повторность				Суммы V	Средние
	1	2	3	4		
Лущение +вспашка (контроль)	3,15	3,11	3,15	3,20	12,61	3,15
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	3,48	3,46	3,38	3,60	13,92	3,48
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	3,26	3,25	2,91	3,60	13,02	3,26
Мелкая (КСН-3), постоянная	2,73	3,03	3,40	3,05	12,21	3,05
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	2,85	2,91	3,31	4,15	13,22	3,31
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	2,93	3,20	3,20	3,41	12,74	3,19
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	2,49	2,75	2,83	3,15	11,22	2,81
Нулевая (прямой посев)	2,70	2,70	2,72	2,72	10,84	2,71
суммы Р	23,59	24,41	24,90	26,88	99,78	

99,78

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадр. отклонений	Число степ. свободы	Средний квадрат, s ²	F факт	F05	Достоверность
Общая	3,74	31,00				достоверно
Повторностей	0,73	3,00				
Вариантов	1,84	7,00	0,26	4,69	2,49	
Остаток	1,17	21,00	0,06			

Ошибка разности средних
НСР05

0,17 т/га
0,35 т/га

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	яровая пшеница	
Фактор А:	обработка	
Год исследований:	2017	
Градации фактора		8
Исследуемый показатель:	урожайность	т/га
Количество повторностей:	4	
Руководитель		

Таблица

Фактор А	Повторность				Суммы V	Средние
	1	2	3	4		
Лущение +вспашка (контроль)	2,64	2,72	3,76	3,01	12,13	3,03
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	2,56	3,29	3,30	3,95	13,10	3,28
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	3,20	3,20	3,22	3,22	12,84	3,21
Мелкая (КСН-3), постоянная	2,45	2,65	2,88	3,12	11,10	2,78
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	2,36	2,57	3,25	3,28	11,46	2,87
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	2,46	2,95	3,28	3,16	11,85	2,96
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	2,73	2,13	2,84	3,27	10,97	2,74
Нулевая (прямой посев)	2,52	2,51	2,53	2,56	10,12	2,53
суммы Р	20,92	22,02	25,06	25,57	93,57	

93,57

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадр. отклонений	Число степ. свободы	Средний квадрат, s^2	F факт	F05	Достоверность
Общая	5,45	31,00				достоверно
Повторностей	1,94	3,00				
Вариантов	1,73	7,00	0,25	2,91	2,49	
Остаток	1,78	21,00	0,08			

Ошибка разности средних

0,21 т/га

НСР05

0,43 т/га

НСР05

2,86 шт/га

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	яровой рапс
Фактор А:	обработка
Год исследований:	2016
Градация фактора	4
Исследуемый показатель:	урожайность т/га
Количество повторностей:	3
Исполнитель:	

Таблица данных

обработка	Повторность				Суммы V	Средние
	1	2	3			
Лущение+Вспашка	1,21	1,15	1,03		3,4	1,13
Мелкая КСН	0,86	0,91	0,93		2,7	0,90
Поверхностная БДТ	0,85	0,79	1,00		2,6	0,88
Прямой посев	0,82	0,83	0,78		2,4	0,81
					0,0	0,00
суммы Р	3,74	3,68	3,74		11,16	0,74

11,16

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадр. отклонений	Число степ. свободы	Средний квадрат, s ²	Гфак т	F05	Достовернос ть
Общая	0,22	11				достоверно
Повторностей	0,00	2				
Вариантов	0,17	3	0,06	7,95	2,46	
Остаток	0,04	6	0,01			

Обобщенная ошибка

опыта 0,05 %

Ошибка разности
средних 0,07 т/га

НСР05 0,15 т/га

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	яровая пшеница		
Фактор А:	обработка		
Год исследований:	2017		
Градация фактора		8	
Исследуемый показатель:		урожайность	т/га
Количество повторностей:		3	
Руководитель:			

Таблица

Послепосевная обработка	Повторность				Суммы V	Средние
	1	2	3			
Лущение +вспашка к.	3,10	2,25	3,74		9,1	3,03
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	3,26	3,28	3,30		9,8	3,28
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	3,24	3,35	3,04		9,6	3,21
Мелкая (КСН-3), постоянная	2,43	2,51	3,40		8,3	2,78
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	2,56	3,05	3,00		8,6	2,87
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	2,78	2,94	3,16		8,9	2,96
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	2,68	2,86	2,68		8,2	2,74
Прямой посев	2,36	2,10	2,47		6,9	2,31
суммы Р	22,41	22,34	24,79		69,54	

69,54

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадр. отклонений	Число степ. свободы	Средний квадрат, s ²	Fфакт	F05	Достоверность
Общая	4,01	23				достоверно
Повторностей	0,49	2				
Вариантов	1,95	7	0,28	2,48	2,46	
Остаток	1,57	14	0,11			

Обобщенная ошибка опыта

0,19

%

Ошибка разности средних

0,27

т/га

НСР05

0,57

т/га

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Культура:	озимая рожь перед пос.		
Фактор А:	обработка		
Год исследований:	2014-2015		
Градация фактора		8	
Исследуемый показатель:		продук.влага	мм
Количество повторностей:		3	
Руководитель:			

Таблица

Послепосевная обработка	Повторность			Суммы V	Средние
	1	2	3		
Лущение +вспашка к.	166,80	169,20	164,70	500,7	166,90
Мелкая (КСН-3), рыхление через 1 год	175,60	176,20	178,60	530,4	176,80
Мелкая (КСН-3), рыхление через 2 года	171,20	172,80	177,40	521,4	173,80
Мелкая (КСН-3), постоянная	169,20	171,10	167,90	508,2	169,40
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 1 год	168,70	169,50	170,90	509,1	169,70
Поверхностная (БДТ-3), рыхление через 2 года	165,80	166,40	165,80	498,0	166,00
Поверхностная (БДТ-3), постоянная	168,60	167,50	168,20	504,3	168,10
Прямой посев	171,60	172,30	166,10	510,0	170,00
суммы Р	1357,50	1365,00	1359,60	4082,1	

4082,1

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадр. отклонений	Число степ. свободы	Средний квадрат, s ²	Fфакт	F05	Достоверность
Общая	338,35	23				достоверно
Повторностей	3,74	2				
Вариантов	270,87	7	38,70	8,5	2,46	
Остаток	63,74	14	4,55			

Обобщенная ошибка опыта

1,23

%

Ошибка разности средних

1,74

мм

НСР05

3,66

мм