

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

*НА ПРАВАХ РУКОПИСИ*

**Чугунова Ольга Александровна**

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА МИКРОБИОТУ  
ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЛЕСОСТЕПИ  
СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство

**Диссертация**

на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
кандидат биологических наук,  
профессор Марковская Г.К.

Кинель – 2020

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ	9
1.1 Агробиологические показатели состояния почвенного плодородия	9
1.2 Современные способы основной обработки почвы	17
1.3 Влияние чистого и сидерального пара на микробиоту почвы.	31
2. ПОЧВЕННО КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ	37
2.1. Климатические условия	37
2.2. Характеристика основных почв	41
2.3. Агрометеорологические условия в годы исследования.	43
3. МЕТОДИКА И АГРОТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	52
4. ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЕЁ БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ, УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В СЕВООБОРОТЕ С ЧИСТЫМ И СИДЕРАЛЬНЫМ ПАРОМ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ	56
4.1 Агрофизические свойства почвы	56
4.2 Микробиологическая активность почвы	62
4.3 Ферментативная активность	78
4.4 Накопление и разложение растительных остатков	95
4.5 Урожайность ярового ячменя в зависимости от способов обработки почвы	102
5. Агроэнергетическая оценка и экономическая эффективность возделывания ярового ячменя	108
Заключение	112
Рекомендации производству	113
Библиографический список использованной литературы	115
Приложения	136

## ВВЕДЕНИЕ

**АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ.** Проблемы снижения почвенного плодородия почвы является одной из острых. Применение удобрения как минеральных, так и органических резко снизилось. За период 2006-2013 гг. в России суммарный вынос питательных веществ составил порядка 75 млн. тонн д.в., а внесено органическими и минеральными удобрениями около 35 млн. тонн д.в., т.е. более половины урожая сельскохозяйственных культур формируется за счет накопленного ранее потенциала плодородия почв, вследствие чего происходит истощение, деградация почв [Орлова, 2014]. По данным Н.Н. Кузьменко [2019] ежегодные потери гумуса на пашне составляют 0,6-1,0 т/га. В результате создаются неблагоприятные условия для микробиологических процессов гумусообразования и отмечается естественное снижение плодородия почв.

Важной задачей в сельском хозяйстве кроме сохранения плодородия почвы является ресурсосбережение. Основным путем реализации является снижение механической нагрузки на почву [Ресурсосберегающие технологии ..., 2011].

В современной земледелии выбор оптимальной системы основной обработки почвы очень велик. Это связано с многообразием различных научных подходов и технологических решений к выбору глубины, так же с внедрением элементов минимальной обработки почвы под разные культуры [Найденов и др., 2015]. Поэтому поиск оптимального решения для улучшения состояния почвы и ее ферментативной активности в условиях Среднего Поволжья на основе разработки ресурсосберегающих приемов, применения севооборотов, способствующих сохранению структуры, не приводящая к переуплотнению почвы, и как следствие - восстановление плодородия почв при минимальных затратах [Иванов, Кирюшин и др., 2016].

Микроорганизмы являются ключевым фактором биологического круговорота веществ и процессов самоочищения почвы. В результате их

жизнедеятельности происходит минерализация органического вещества, деструкция и новообразование почвенных минералов. От характера и интенсивности, протекающих в почве микробиологических процессов, их взаимоотношения с растениями в основном зависит продуктивность сельскохозяйственных угодий [Гордеев, 2008].

Поиск оптимального решения для улучшения состояния почвы и ее биологической активности в условиях Среднего Поволжья на основе разработки ресурсосберегающих приемов, применения севооборотов, способствующих сохранению структуры, и как следствие - восстановление плодородия почв при минимальных затратах в условиях недостаточного увлажнения Среднего Поволжья является актуальным.

**СТЕПЕНЬ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.** В научной литературе приведены публикации исследований по различным видам основной обработки почвы. Такие исследования в разные годы проводились в Нечерноземной зоне, Нижнем Поволжье, в Среднем Поволжье. В них рассматривались вопросы минимализации обработки почвы и снижения энергетических затрат на ее проведение. Проведенное исследование в теоретическом плане базировалось на трудах следующих ученых: Аристовская Т.В. (1980); Бараев А.И. (1976); Боинчан Б.П. (2016); Велхулст Н. (2016); Возняковская Ю.М. (1994, 1995, 1999); Гармашов В.М. (2007); Горянин О.И. (2012, 2015, 2016); Ежов Г.И. (1981); Казаков Г.И. (1997, 1998, 2008); Кирюшин В.И. (2000, 2004, 2008, 2010, 2016, 2018); Корчагин В.А. (2009, 2015); Марковская Г.К. (1999, 2013, 2017); Мишустин Е.Н. (1984, 1987); Сидоров М.И. (1981, 1988); Чуданов И.А. (1988, 2007); Чупрова В.В. (2001, 2005, 2017); Шевченко С.Н. (2018); Щербакова Т.А. (1983).

**ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ.** Выявить наиболее оптимальную систему обработки почвы с учетом ее влияния на почвенную микрофлору, агрофизические, биологические свойства почвы чернозема обыкновенного, урожайность зерна ярового ячменя в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

**ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ.** В соответствии с поставленными целями

нами решались следующие задачи:

- изучить влияние различных способов обработки почвы на агрофизические показатели (объемная масса, влажность) пахотного слоя почвы, биологические свойства почвы, урожайность зерна ярового ячменя в севообороте с чистым и сидеральным паром в лесостепи Среднего Поволжья;
- выявить зависимость погодных условий и биологических свойств почвы на урожайность зерна ярового ячменя;
- изучить накопление и разложение растительных остатков в почве за вегетационный период ярового ячменя в зависимости от способа основной обработки почвы;
- определить агроэнергетическую и экономическую эффективность способов основной обработки почвы.

**ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЙ.** Объектом исследований являются почва под посевами ярового ячменя. Предмет исследований – агробиологические показатели почвы, такие как численность микроорганизмов, общая биогенность почвы, ферментативная активность, накопление и разложение растительных остатков, величина урожайности зерна ярового ячменя в зависимости от способов обработки почвы и вида пара.

**НАУЧНАЯ НОВИЗНА.** В данной работе впервые доказательно представлены результаты исследования показателей почвообразующей системы по параметрам микробиологической и ферментативной активности почвы, также показаны величины общей биогенности, накопления и разложения растительных остатков, которые оказались взаимозависимыми и их уровень состояния показывает возможность обеспечения повышения плодородия почвы и тем самым создаются необходимые условия для выращивания ярового ячменя, при общепринятых технологиях Среднего Поволжья, применяющих севообороты с чистым и сидеральным паром.

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ.** Полученные данные вносят существенный вклад в развитие научных представлений о влиянии снижении механической нагрузки почвы на агробиологические

показатели почвенного плодородия и продуктивность ярового ячменя в севообороте с чистым и сидеральным паром в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья.

Полученные данные имеют важное практическое значение для хозяйств различных форм собственности лесостепи Среднего Поволжья.

Результаты исследований прошли производственную проверку в ООО «БИОТЕРРА» Шенталинского района Самарской области, что подтверждено актом внедрения.

**МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.** Методология исследований основывается на синтезе и анализе изучаемых факторов на агрофизико-биологические показатели почвы, урожайность зерна ячменя под влиянием различных способов основной обработки почвы. Методология основана на изучении научной литературы отечественных и зарубежных авторов. Методы исследований: теоретические – обработка результатов исследований методом статистического анализа; эмпирические – полевые опыты, лабораторные исследования, графическое и табличное отображение полученных результатов.

#### **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ.**

1. В почвах Среднего Поволжья Самарской области ярко выражена сезонность при определении численности основных групп микроорганизмов и менее существенными изменениями этого показателя в зависимости от способа обработки почвы.

2. Сокращение механической нагрузки на почву приводит к перераспределению численности микрофлоры по профилю в зависимости от глубины обработки.

3. Сокращение механической нагрузки на почву не приводит к переуплотнению пахотного горизонта чернозема обыкновенного и поддерживает плотность почвы в пределах оптимальных значений для возделывания ярового ячменя.

4. При возделывании ярового ячменя наиболее продуктивными, энергетически эффективными и экономически выгодными способами основной обработки почвы являются вариант рыхление и без осенней механической обработки.

**ДОСТОВЕРНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ.** Результаты исследований подтверждаются современными методами проведения исследований в полевых опытах, необходимым количеством наблюдений и учетов, результатами статистической обработки экспериментальных данных, показателями корреляционной оценки.

#### **АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ И ПУБЛИКАЦИИ.**

Основные положения диссертации докладывались и получили положительную оценку: на Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора А.Ф. Блинохватова (Пенза, 2008 г.); в III научно-практической конференции молодых ученых Всероссийского форума по селекции и семеноводству «Русское поле 2019» (Краснодар, КубГАУ 2019 г.). По теме диссертации опубликовано 5 статей, из них 3 статьи – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК министерства образования и науки РФ.

**СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИССЕТАЦИИ.** Диссертация изложена на 168 страницах компьютерной верстки, иллюстрирована 21 рисунками и 15 таблицами, состоит из введения, 5 глав, выводов и предложений производству, приложений. Список литературы включает 203 наименования, в том числе 15 на иностранном языке. В работе имеется 32 приложения.

Научная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный аграрный университет» на кафедре «Садоводство, ботаника и физиология растений» в 2005, 2007–2008 гг.

**ЛИЧНЫЙ ВКЛАД.** Автор принимал непосредственное участие в полевых исследованиях, выполнении всех наблюдений, учетов. Осуществлял микробиологические и биохимические анализы. Все результаты были

представлены в ежегодных научных отчетах кафедры, полученные результаты обобщены, сформулированы выводы, заключение и предложения производству. Рукопись диссертации и заключение редактировались научным руководителем.

Автор выражает искреннюю благодарность и признательность за консультации, и помощь, оказанную в работе научному руководителю профессору, кандидату биологических наук Марковской Галине Кусаиновне.



# 1. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

## 1.1 Агробиологические показатели состояния почвенного плодородия

Почва есть производное жизни – таков один из незыблемых принципов, установленных В.Р. Вильямсом [Сафиулин, 2009].

«Почва – это целый живой организм, который работает во взаимосвязи с растениями». Это естественная среда обитания микроорганизмов, которые принимают участие в процессах ее формирования и самоочищения, а также в круговороте веществ (азота, углерода, серы, и др.) в природе. Почва состоит из неорганических и органических соединений, образующихся в результате гибели и разложения живых существ. Состав её зависит от многих факторов, таких как вид почвы, способа её обработки, содержания органических веществ, влажности, климатических условий и других причин. [Основа сохранения плодородия почвы, 2016].

Почву следует рассматривать как мини-вселенную, в которой высоко динамичные физические факторы работают совместно с биологическими. На Земле сначала поселились простейшие формы жизни, которые в результате эволюции перешли в почву, образовав великое многообразие живых организмов [Кроветто, 2009].

В своей статье Н.А. Зеленский [2018] рассматривает почву как организм, работающий во взаимодействии с растениями и другими обитателями. Для оптимизации растений и повышения их продуктивности необходимы: почва, вода, воздух, свет и тепло. Для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и нормального развития растений, необходимо постоянное присутствие в почве свежего органического вещества.

Для перехода к более устойчивой системе земледелия, очень важно рассматривать почву как живую экосистему, живой организм, в котором

непрерывно идет круговорот веществ и энергии в виде синтеза – распада органического вещества.

Современные исследования позволяют глубже понять многофункциональную роль почвы и значимость трофической цепи почвы. Следует признать, что биоразнообразие в подземной части почвы намного богаче, чем надземной части, и оно остается малоизученной. Достаточно сказать, что в 10 граммах почвы содержится в 1,5 раза большее количество почвенной биоты (число живых организмов), чем население земного шара [Боинчан, 2016].

Микроорганизмы почвы очень многочисленны. Среди них имеются бактерии, актиномицеты, микроскопические грибы и другие близкие к этим группам живые существа.

Количество бактерий в почве измеряется сотнями и тысячами. Микрофлора почвы представлена разнообразными видами бактерий. К постоянным обитателям почвы относятся различные спороносные бактерии, в том числе присутствуют маслянокислые бактерии, разлагающие клетчатку. Наряду с обычными обитателями почвы могут встречаться и болезнетворные микроорганизмы.

В почве одновременно с минерализацией органических веществ, происходят процессы бактериального самоочищения – отмирание несвойственных почве сапрофитных и патогенных бактерий.

Царство Грибов объединяет гетеротрофные эукариотные организмы – от одноклеточных до нитчатых, мицелиарных. Грибы играют особую роль в разложении органического вещества почв. Соприкасаясь с субстратом клеточной оболочкой, они выделяют через нее во внешнюю среду ферменты и поглощают питательные вещества абсорбционным путем. Все почвенные грибы – аэробные организмы. Среди них есть паразиты и симбиотрофы, хищники и сапрофиты, развивающиеся на мертвых остатках растений и животных.

Грибы являются гетеротрофами, но в зависимости от набора ферментов, которыми они располагают, выделяют экологические группы, отличающиеся по своим пищевым потребностям и возможностям освоения субстратов. Многие почвенные грибы синтезируют черные пигменты - меланины. После отмирания мицелия меланины накапливаются в почве и входят в состав почвенного гумуса. Мицелий грибов агрегирует почвенные частицы, структурируя почву.

Термин «Актиномицеты» включает в себя большой круг грамположительных микроорганизмов. Большая их часть способна к формированию ветвящегося мицелия, подобного грибному, но в 5-7 раз более тонкому. Актиномицеты хорошо осваивают, по сравнению с бактериями, пространство, преодолевая зоны, в которых отсутствуют питательные вещества. Актиномицеты способны размножаться при достаточно низком уровне влажности почвенного субстрата. Этой группе микроорганизмов свойственна высокая ферментативная активность [Марковская, Иванайская, 2013].

Основная роль этих микроорганизмов состоит в разложении сложных полимеров – лигнина, хитина, ксилана, целлюлозы, гумусовых соединений, но они принимают участие на более поздних этапах трансформации органического вещества. Актиномицеты участвуют в накоплении в почве биологически активных веществ и формировании азотного баланса почв [Звягинцев, 2001].

Важнейший показатель состояния почвы, характеризующий жизнедеятельность микробиоценоза – биологическая активность. Знание особенностей динамики ее основных составляющих в зависимости от вида угодья и особенностей агротехнической нагрузки – необходимое условие для разработки научных и практических основ регулирования экологического состояния почв, сохранения их плодородия [Джанаев, 2008].

Микроорганизмы являются ключевым фактором биологического круговорота веществ и процессов самоочищения почвы. В результате их

жизнедеятельности происходит минерализация органического вещества, деструкция и новообразование почвенных минералов. От характера и интенсивности, протекающих в почве микробиологических процессов, их взаимоотношения с растениями в основном зависит продуктивность сельскохозяйственных угодий [Гордеев, 2008].

Т. В. Аристовская [1980] выделила пять важнейших элементарных почвенно-микробиологических процессов: разложение растительного опада, образование гумуса, разложение гумуса, деструкция минералов почвообразующей породы и новообразование минералов. Указанные функции почвенных микроорганизмов составляют фундамент наземных экосистем.

Микрофлора почвы постоянно находится в динамике, при воздействии природных или антропогенных факторов на среду обитания микроорганизмов происходит изменение их биомассы, биоразнообразия, структуры почвенной биоты, скорости и вектора биохимических процессов [Микитин, 2017].

Особенность почвы как природного местообитания различных организмов состоит в том, что условия для жизнедеятельности биоты непостоянны, а меняются в зависимости от климатических и других факторов. Например, типична ситуация с чередованием процессов увлажнения (после дождя или полива) и высушивания почв. В таких условиях существенно снижается функциональное потенциальное разнообразие почвенного бактериального сообщества, оцениваемое по способности утилизировать различные органические вещества. Есть основания полагать, что ведущая экосистемная функция почвенной биоты определяется не только параметрами, складывающимися в местообитании в данный момент времени, но и предысторией водного режима [Александрова, 1980].

В зависимости от типа почвы содержание микроорганизмов колеблется. Микроорганизмы выполняют огромную роль в образовании доступных форм минерального питания растений. Исключительно велико значение микроорганизмов в накоплении биологически активных веществ в почве, таких как ауксины, гиббереллины, витамины, аминокислоты, стимулирующие

рост и развитие растений. Микроорганизмы, образуют слизи полисахаридной природы, а также большое количество нитей грибов, принимают активное участие в формировании структуры почвы, склеивании пылеватых почвенных частиц в агрегаты, чем улучшают водно-воздушный режим почвы [Мишустин, 1984].

Биологическая активность почвы, численность и активность почвенных микроорганизмов тесно связаны с содержанием и составом органического вещества. В тоже время, с деятельностью микроорганизмов тесно связаны такие важнейшие процессы формирования плодородия почв, как: минерализация растительных остатков, гумификация, динамика элементов минерального питания, реакция почвенного раствора, превращения различных загрязняющих веществ в почве, степень накопления ядохимикатов в растениях, накопление токсических веществ в почве и явление почвоутомления [Мишустин, Емцев, 1987].

Определение показателей биологической активности почвы при оценке агротехнических приемов весьма значима для сохранения и воспроизводства почвенного плодородия [Марковская и др., 2016].

Для эффективного управления продукционным процессом очень важно учитывать микробиологические изменения. К числу основных факторов, непосредственно влияющих на почвенную микрофлору, относятся обработка почвы. Всякое воздействие на почву ведет к изменению ее свойств. Любая обработка нацелена на улучшение условий роста и развития растений и, как следствие, повышение урожайности сельскохозяйственных культур [Лобков, 2016].

В условиях интенсификации земледелия среди многочисленных агротехнических приемов ведущая роль в создании урожая отводится обработке почвы, т. к. этот прием является универсальным средством воздействия на многие физические, химические и биологические свойства почвы [Дудук и др., 2016].

Положительные и отрицательные стороны рассматриваемых приемов могут иметь различное значение в зависимости от вида возделываемых культур, конкретных почвенно-климатических, складывающихся погодных и других условий. Вместе с тем следует иметь в виду, что эффективность приемов обработки почвы связана с ее влиянием на почвенные биологические процессы. Исследования по этим вопросам немногочисленны, выводы авторов – различны [Коржов и др., 2009].

Задачами основной обработки почвы является создание благоприятных для выращиваемых культур водного, воздушного, пищевого и теплового режимов, и, соответственно, интенсификация микробиологических и химических процессов гумусообразования. При этом положительное воздействие на указанные режимы и процессы достигается при создании оптимальных водно-физических свойств, из которых для условий неорошаемого земледелия и засушливого климата лимитирующим является влагоемкость почвы [Мисюряев, 2013].

Урожайность сельскохозяйственных культур тесно коррелирует с биологической активностью почвы, которая определяет направление и скорость процессов преобразования органических и минеральных элементов в почве. Снижение биологической активности указывает на деграционные явления, а повышение – на положительную динамику гумусообразования. Нарушение баланса в почве питательных элементов, связанных с их выносом урожаем и поглощением микроорганизмами, приводит к деградациии гумуса и потере плодородия [Шуравилин и др., 2016].

Проблемы накопления гумуса и его роль в плодородии почвы интересовали ученых с давних времен. Тем не менее, и в настоящее время остается много вопросов, касающихся процессов гумификации растительных остатков, влияния различных агротехнических приемов на гумусообразование. Особенно актуальными эти вопросы становятся в связи с экологизацией земледелия и внедрением нулевых обработок почвы, способных, по мнению

ряда отечественных и зарубежных ученых, остановить потери основного органического вещества почвы – гумуса [Воронцов, 2012; Черкасов, 2012].

Биохимические превращения органического вещества почвы происходят в результате микробиологической деятельности под влиянием ферментов. Особую роль играют ферменты в жизнедеятельности животных, растений и микроорганизмов. Почвенные ферменты участвуют при распаде растительных, животных и микробных остатков. В результате питательные вещества из трудно усвояемых соединений переходят в легко доступные формы для растений и микроорганизмов.

В условиях лесостепи Заволжья объективными показателями изучения почвенной микрофлоры считаются производные микробиологической активности, такие как ферментативная активность. Тестовыми ферментами, присутствующими почти у всех почвенных микроорганизмов, являются каталаза, уреазы и сахаразы [Возняковская, 1994; Щербакова, 1983].

В «Трудах башкирского сельскохозяйственного института» [1963] указано, что ферменты отличаются высокой активностью, строгой специфичностью действия и большой зависимостью от различных условий внешней среды. Благодаря каталитической функции они обеспечивают быстрое протекание в организме или вне его огромного числа химических реакций.

Совместно с другими критериями ферментативная активность почв может служить надежным диагностическим показателем для выяснения степени окультуренности почв. В результате исследований установлена зависимость между активностью микробиологических и ферментативных процессов и проведением мероприятий, повышающих плодородие почв. Обработка почв, внесение удобрений существенно изменяют экологическую обстановку развития микроорганизмов. В настоящее время в биологических объектах обнаружено несколько тысяч индивидуальных ферментов, а несколько сотен из них выделено и изучено. Известно, что живая клетка может

содержать до 1000 различных ферментов, каждый из которых ускоряет ту или иную химическую реакцию [Филлиппович, 1985].

Интерес к применению ферментов вызван еще с тем, что постоянно возрастают требования по увеличению безопасности технологических процессов. Присутствуя во всех биологических системах, являясь одновременно продуктами и инструментами этих систем, ферменты синтезируются и функционируют при физиологических условиях (рН, температура, давление, присутствие неорганических ионов), после чего легко выводятся, подвергаясь разрушению до аминокислот. Как продукты, так и отходы большинства процессов, протекающих с участием ферментов, являются нетоксичными и легко разрушаемыми. Эффективность и специфичность действия ферментов позволяет получать целевые продукты с высоким выходом, что делает использование ферментов в промышленности экономически выгодным. Применение ферментов способствует сокращению расхода воды и энергии в технологических процессах, уменьшает выбросы в атмосферу  $\text{CO}_2$ , снижает риск загрязнения окружающей среды побочными продуктами технологических циклов [Гамаюрова, 2011].

В последнее время все сильнее возрастает антропогенная нагрузка на почвы, что ведет к изменению микробиоты и снижению ферментативной активности почв. Ферментативная активность отражает состояние плодородия почв и внутренние изменения, происходящие при сельскохозяйственном использовании и повышении уровня культуры земледелия. Эти изменения обнаруживаются как при вовлечении целинных и лесных почв в культуру, так и при различных приемах их использования [Гирфанов, 1974].

В «Государственном докладе о состоянии и использовании земель» [2011] указано, что причинами дегумификации почв являются усиление минерализации почвенного органического вещества, отставание процессов новообразования гумуса от минерализации в связи с недостаточным поступлением в почву органических удобрений и снижения ферментативной активности почвы.



Применением передовой агротехники можно изменять в благоприятную сторону микробиологические и ферментативные процессы не только пахотного, но и подпахотного слоев почвы. Так, уреазы разлагают мочевину до углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) и аммиака ( $\text{NH}_3$ ). Образующийся аммиак и аммонийные соли служат источником азотного питания растений и микроорганизмов. Каталаза участвует в разложении перекиси водорода на воду и углекислый газ. Является наиболее чувствительным ферментом, реагирующим на изменения, протекающие в почве. Инвертаза участвует в расщеплении углеводов и по активности этого фермента можно судить о скорости разложения углеводосодержащих органических соединений. Для характеристики общей ферментативной активности почвы обычно используют наиболее распространенные ферменты, свойственные подавляющему большинству почвенной микрофлоры — инвертазу, каталазу, уреазу и другие. При непосредственном участии внеклеточных ферментов происходит разложение органических соединений почвы.

## 1.2 Современные способы основной обработки почвы

На каждом этапе развития человечества возникали разные требования к обработке почвы. Это зависело от развития науки, техники, приобретений новых знаний о почве, растениях.

Усилие человечества получить все большие урожаи привело к тому, что происходит деградация земель. Постоянное использование традиционных обработок, основанных на вспашке, усилило потери пахотных площадей за счет эрозии, что в свою очередь привело к ухудшению качества почв. Ежегодно, из-за деятельности человека происходят потери плодородного (верхнего) слоя, что составляет 26 млрд. тонн, а это в 2,6 раза превышает уровень естественной деградации [Pimentel, 1995].

За период 2006–2013 гг. в России суммарный вынос питательных веществ составил порядка 75 млн. т д.в., а внесено органическими и минеральными удобрениями около 35 млн. т д.в., т.е. более половины урожая сельскохозяйственных культур формируется за счет накопленного в советский период потенциала плодородия почв, вследствие чего происходит истощение, деградация почв [Орлова, 2014].

В настоящее время человечество пришло к тому, что современная сельскохозяйственная техника должна приносить не только высокую, но и устойчивую урожайность [Верхуст и др., 2016].

Знания в области взаимодействия человека, техники и природы приводит к пониманию, что сегодня нет «золотого» звена обработки почвы или методов воздействия на нее. Однако можно решать все задачи практического земледелия и при существующих средствах и методах механизации [Белоусов, 2017].

Обработка почвы – это важнейшая технологическая операция, является важным звеном в системе «почва – рабочий орган» – энергия (расходуемая на технологический процесс) должна учитываться в условия развития растений, с одной стороны, и с другой стороны экология – сохранение равновесия агробиоценоза при техногенном воздействии на почву и окружающую среду [Трубилин, 2014].

За последние годы, обработка почвы претерпела значительные изменения, возросло воздействие на почву движение сельскохозяйственных машин, увеличились объемы не традиционной обработки почвы, повысилась энергоемкость процессов и увеличились размеры, а вместе с этим и вес сельскохозяйственных машин [Трубилин, 2014].

Современное земледелие располагает целым арсеналом мер по интенсификации сельскохозяйственного производства, стремясь воздействовать на симптомы проявления проблемы, без видения их целостности и взаимозависимости в рамках принятой системы ведения сельского хозяйства, в том числе и системы земледелия. Они были направлены

преимущественно на рост урожайности культур, без должного внимания к состоянию почвенного плодородия [Боинчан, 2016].

Первоначально в России и за рубежом приоритетна была отвальная система обработки почвы, утвердилась она окончательно после создания плуга Саксом. Затем попытка И.Е. Овсинского внедрить поверхностную обработку почвы потерпела поражение из-за отсутствия на тот момент пестицидов. Недостатки вспашки стали проявлять себя в середине 20 века [Когут, 2003]. Оборот пахотного слоя может дать значительный эффект. Однако вопрос о том, как часто целесообразно его делать, остается открытым. Это зависит от многих условий (системы земледелия, почвенно - климатических условий и т. д.).

Верхний слой почвы, наиболее биологически активный, постепенно делается менее плодородным. Это отмечается в опытах, проведенных под руководством А. И. Бараева [1976]. Содержание гумуса является одним главных показателей почвенного плодородия. Если длительно использовать почву в качестве пашни, гумус непрерывно минерализуется, а элементы питания отчуждаются с урожаем. Таким образом возникает необходимость регулирования количества гумуса и создание условий для обеспечения бездефицитного баланса [Лыков, 1984].

Г.Н. Козина [2008], В.И. Пындак, А.Е. Новиков [2013] считают, что использование земель в качестве сельскохозяйственных угодий сопровождается многократными механическими обработками и проходами тяжелой энергонасыщенной техники, водно-химическими мелиорациями и другими техногенными нагрузками, которые приводят к физической деградации — переуплотнению почвы, а это влечет за собой нарушения в работе почвенных микроорганизмов.

Негативные последствия вспашки проявлялись в виде пыльных бурь, которые охватили и Поволжье. На фоне этого возник вопрос о создании такой обработки почвы, которая способствовала разрешению проблемы. В результате, академик А.И. Бараев [1976] разработал почвозащитную систему.

Главный принцип такой обработки – не оборот пласта, а поверхностное рыхление с оставлением стерни. Это способствовало развитию различных плоскорезов глубокорыхлителей.

Плоскорезная обработка почвы позволила защитить почву от ветровой эрозии, но усилилась засоренность посевов, тем самым происходило снижение урожайности. С применением гербицидов и удобрений данный способ обработки почвы приравнивался к вспашке.

Революцией в обработке почвы стало создание комбинированных агрегатов, осуществлявшие за один проход множество операций, которые положительно отзывались и на сохранение плодородия почвы [Вислобокова и др., 2011].

Одним из приоритетных принципов современного земледелия, как отрасли сельскохозяйственного производства, является ресурсосбережение, позволяющее существенно снизить затраты на производство продукции и, соответственно, повысить рентабельность и конкурентоспособность отрасли. Однако, кроме ресурсосбережения, в земледелии важной задачей является сохранение плодородия почвы. Основным путем практической реализации этих принципов является минимализация обработки почвы [Марковская, Степанова, 2013].

Ресурсосберегающая технология при минимальной обработке почвы позволяет снизить прямые затраты на 30...40 %, сократить расход топлива в 1,5-2 раза, повысить рентабельность производства зерна на 20-30 % [Елифанов, 2006].

Ресурсосберегающая технология в сельском хозяйстве – 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 [Беляев, Вольнов, 2011].

На протяжении многих лет ведутся дискуссии о способах и системах обработки почвы под культуры и в севооборотах. Это происходит вследствие совершенствования техники от традиционных плугов до комбинированных агрегатов [Пыхтин, 2017].

В своей работе В.В. Бутяйкин [2014] пришел к заключению, что поверхностная и минимальная обработка почвы в варианте с минеральными удобрениями незначительно изменяла содержание гумуса, сумму поглощенных оснований, но отмечено улучшение фосфатного и калийного режима верхнего слоя.

Проблема минимализации обработки почвы достаточно сложная, с множеством позитивных и негативных проявлений. В.И. Кирюшин [2010] считает, что при разработке энергосберегающих технологий задача сводится, в основном, к экономии топлива, хотя затраты на гербицидные обработки посевов в связи с усилением их засорённости под влиянием минимализации нередко превышают экономию на топливе. На сегодняшний день мало изученным остается вопрос о влиянии минимализации обработки почвы на агробиологическое состояние плодородия тяжелых суглинистых почв при лимитированном поступлении влаги, имеющих место в условиях лесостепи Среднего Поволжья. В связи с этим при оценке системы обработки почвы необходимо учитывать изменение всех показателей почвы, и в первую очередь, биологических. Накопленный во многих странах положительный опыт внедрения ресурсосберегающих технологий требует проведения исследований по изучению влияния нового направления не только на урожайность сельскохозяйственных культур, но и на эколого-биохимическое состояние почв в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Согласно полученным многолетним данным В.А. Корчагиным [2009], наиболее предпочтительными можно считать технологии с минимальными обработками, предусматривающими перемешивание в обрабатываемом слое стерни и других растительных остатков. Длительное применение в севообороте дифференцируемого по глубине бесплужного рыхления, а на

отдельных полях вообще отказ от осенних обработок в степных районах Среднего Поволжья не приводит к ухудшению агрофизических свойств почвы, фитосанитарного состояния посевов, водного и пищевого режимов по сравнению с постоянной вспашкой [Корчагин и др. 2009].

В то же время Ю.И. Митрофанов [2010] установил, что снижение устойчивости растений к неблагоприятным факторам перезимовки при мелкой обработке объясняется ухудшением водно-воздушного режима в верхней части пахотного слоя в осенний и ранневесенний периоды вегетации из-за снижения водопроницаемости почвенного профиля.

Ф.Ф. Лаукарт [1984] в своих работах считает целесообразно проводить безотвальную обработку почвы для лучшей влагообеспеченности, это происходит за счет уменьшения пористости почвы, улучшения микрорельефа и сохранения стерни на поле.

В современных условиях при адаптивно-ландшафтном подходе к земледелию необходимо точное прогнозирование и анализ процессов, происходящих в почве [Кирюшин, 2004, 2010].

М.И. Сидоров [1981] придавал большое значение разноглубинной обработке почвы в севообороте. Он считал, что сочетание отвальной, безотвальной и поверхностной обработок почвы в севооборотах центральной черноземной зоны является важным элементом минимализации обработки почвы и снижения энергетических затрат на ее проведение.

По мнению ряда ученых [Булавин, 2009; Волков, 2008; Гармашов, 2007] традиционная обработка почвы, основанная на ежегодной вспашке, требует значительных затрат ГСМ и рабочего времени - это не позволяет провести все операции на производстве в оптимальные сроки. Некачественная и не своевременная обработка почвы снижает эффективность других агроприемов, влияя в конечном итоге на урожайность. Так же интенсивная обработка почвы способствует развитию водной и ветровой эрозии, что способствует разрушению верхнего плодородного слоя. На фоне этого во многих странах

мира в настоящее время проводят исследования по минимализации обработки почвы.

Замена вспашки безотвальной и мелкой обработками почвы уменьшает интенсивность протекающих в почве микробиологических процессов и снижает содержание легкодоступного азота, ухудшая условия минерального питания растений, повышая засоренность посевов [Кирюшин, 2007].

В.А. Зеленский [2003] писал, что «на уровень урожайности сельскохозяйственных культур оказывает влияние свойств не только пахотного, но и более глубоких слоев почвы».

В. В. Гриценко и другие ученые Российского ГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязева недавно опубликовали данные, показавшие, что полная замена вспашки дерново-подзолистой почвы с оборотом пласта на безотвальное рыхление задерживает ее окультуривание и даже приводит к снижению плодородия, а, следовательно, и урожая, поэтому необходимо вспашку рационально сочетать с безотвальной обработкой [Беленков, Полин и др., 2012].

Разная обработка почвы оказывает большое влияние на формирование типа корневой системы сельскохозяйственных культур. Основная масса вторичных корней образуется в зоне запаханных растительных остатков. Поэтому при безотвальной обработке разветвленная корневая система находится в верхнем слое почвы, а при вспашке она размещается более глубоко. Первый тип корневой системы менее устойчив к засухе, чем второй. Поэтому безотвальная обработка почвы без обеспечения влагонакопления может дать хорошие результаты только в зоне с достаточным увлажнением. В условиях засушливого климата ее надо сочетать с приемами по задержанию влаги [Вербин, Квасников и др., 1958].

Затем нашла единомышленников такая обработка как без осенней механической обработки. Задачи данной обработки – избавить почву от уплотнения, защитить от эрозии, сохранить почвенную влагу, подавить сорняки, повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Серьезной

доказательной базы под всеми этими утверждениями нет. Такое «идеальное» земледелие не нашло широкого распространения в Европе [Орлова, 2004].

При использовании технологии без осенней механической обработки в сочетании с посевом почвопокровных культур (сидераты) происходит естественное разрыхление почвы на большую глубину, и активизация биоты всего корнеобитаемого слоя. Это весьма эффективный и малозатратный прием [Семыкин, 2012].

Оставление растительных остатков на поверхности почвы приводит к уменьшению испарения по сравнению с традиционными методами и без осенней механической обработки почвы. А это значит, что влага остается почве и будет больше воды для потребления сельскохозяйственных растений. Такой прием очень важен при долгом отсутствии природной влаги. Таким образом, нулевая обработка почвы с мульчированием снижает интенсивность краткосрочных засух. Управление обработкой и оставление растительных остатков на поверхности почвы может существенно повлиять на урожайность [Govaerts и др., 2007].

Сохранение растительных остатков на поверхности при нулевой обработке почвы улучшает распределение сухих агрегатов по сравнению с традиционной обработкой почвы. В различных публикациях отмечается более высокая водопрочность почвенных агрегатов при нулевой обработке [Verhulst и др., 2011].

Чем больше мульчи остается на поверхности, тем меньше плотность. Это четко отмечается в верхнем слое 0–3 см и в меньшей степени в слое 3–10 см [Blanco-Canqui, 2007]. Без осенней механической обработки почвы с сохранением верхнего мульчирующего слоя может повыситься урожайность, по сравнению с традиционной обработкой почвы. В то время как без осенней механической обработки почвы без мульчирующего слоя может значительно снизить ее [Verhulst, Kienle и др., 2010].

В то же время ряд ученых отмечают негативные стороны нулевой обработки.



По мнению Н.А. Максютова [1998], введение нулевой обработки может привести к увеличению плотности почвы и тем самым к потере ее пористости.

Минимальная обработка почвы часто требует применение гербицидов, а это противоречит биологизации земледелия [Максютов и др., 1998]. По мнению В.И. Кирюшина [2016] прямой посев необходимо применять только в оптимальных агроэкологических условиях. Хороший эффект проявляется в засушливую весну, в период от посева до кущения, когда мульча сокращает потерю влаги при испарении.

Прямой посев улучшает водный режим почвы, что связано с большим накоплением снега и лучшим усвоением осенне-зимних осадков за счет оставления стерни на поверхности почвы. Особенно это отмечается с сухой осенью, когда ко времени посева по крупноглыбистой вспашке в почве накапливается на 30-60 % меньше влаги, чем при прямом посеве [Корчагин, 2009].

Многолетние исследования В.А. Корчагина [2009] свидетельствуют о целесообразности перехода в сухостепных районах Среднего Поволжья от традиционных технологий к энерго- и влагосберегающим почвозащитным комплексам, способным создать благоприятные условия для воспроизводства почвенного плодородия.

В результате исследований В.А. Корчагина, О.И. Горянина [2012], проведенных в 2000-2010 гг. в условиях Среднего Поволжья установлено, что при переходе на системный принцип формирования технологий эффективно используются технологии возделывания зерновых культур, основанные на минимальных обработках почвы, в том числе на прямом посеве.

Ежегодное накопление в больших количествах органических остатков на поверхности поля при прямом посеве способствует повышению содержания гумуса, оказывает благоприятное влияние на агрофизические и биологические процессы в почве. Поэтому прямой посев позволяет не только экономить в наибольшей степени материальные, энергетические и трудовые затраты, но и

создавать благоприятные предпосылки для реализации основных принципов почвозащитного земледелия [Горянин, 2015].

Обработка почвы приводит к разрушению почвенных агрегатов и органические остатки становятся более доступными для микроорганизмов. Когда обработка сокращается, они (агрегаты) становятся стабильными. При традиционной обработке почвы растительные остатки полностью заделываются в почву, а при без осенней механической обработки они остаются на поверхности. Заделанные растительные остатки разлагаются на много быстрее, чем те, которые лежат на поверхности.

Многими учеными установлено, что различные виды обработки по-разному влияют на кислотность верхнего слоя почвы. Доказано, что при без осенней механической обработке почвы pH ниже (кислее), чем при вспашке [McGarry, Bridge, Radford, 2000].

Выбор обработки почвы определяет расположение основной массы растительных остатков в почве, что приводит к различной биогенности отдельных ее слоев [Казеев и др., 1998], длительное применение безотвальной обработки почвы приводит к дифференциации пахотного слоя, увеличению в верхнем слое биологической активности и снижению в более нижних слоях [Силиченков, 1991].

В своих исследованиях Я.Г. Керимов [2011] отмечает, что при глубокой вспашке, улучшался водно-воздушный режим почвы, уменьшалась ее плотность и создавались более благоприятные условия для формирования мощной и глубоко проникающей корневой системы растений.

Такие же результаты получили в исследованиях В.В. Заболотских и Н.Г. Власенко [2012]. Они отмечают, что рыхлая почва была на вспашке и составила  $1,0 \text{ г/см}^3$ . При чизелевании плотность почвы увеличилась не значительно (на  $0,05 \text{ г/см}^3$ ), а при культивации и без зяблевой обработки – на  $0,08 \text{ г/см}^3$ .

Важными показателями структурного состояния является водопрочность. Своими исследованиями Г.И. Казаков утверждал, что

пахотный слой имеет устойчивое благоприятное сложение, если содержит не менее 40-45% водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм. При меньшем их содержании почва уплотняется и её физические свойства ухудшаются [Казаков, 1997].

Е.П. Денисов выявил, что в метровом слое влажность почвы по вспашке превышала этот же показатель при минимальной обработке на 1,9–2,3 %, а при без осенней механической обработке – на 1,1–1,6 %. Энергосберегающие приемы обработки почвы увеличивали количество агрономически ценных агрегатов на 10–12 % [Денисов и др., 2013].

Различные системы основной обработки почвы по-разному влияют на условия жизни не только культурных, но и сорных растений. Особое значение для эффективной борьбы с сорняками имеют глубина обработки и мощность обрабатываемых слоев почвы, потому что именно от них зависит перераспределение семян и вегетативных зачатков в почве, а также их жизнеспособность [Турусов, 2011].

В своих исследованиях Н.Е. Борис, А.М. Малиенко [2016] пришли к тому, что дисковая обработка на глубину 10-12 см под ячмень не уступает вспашке в том случае, если она применяется в системе дифференцированной обработки, которая предусматривает проведение вспашки на 28–30 см или чизельного рыхления на 43–45 см под предшественники. В случае введения дисковой обработки под все культуры зернового севооборота в поле под ячмень наблюдается ухудшение водно-физических свойств почвы, что приводит к существенному снижению урожайности ячменя, особенно в засушливых условиях выращивания.

Обработка почвы, различающаяся по глубине распределяет растительные остатки по профилю не равномерно. При без осенней механической и безотвальной обработке наибольшее количество их было сосредоточено в верхней части. А так как органическое вещество является питанием для большинства микроорганизмов, то при поверхностной обработки они (микроорганизмы) концентрируются в верхних слоях, а при

более глубокой обработке они распределяются по всему корнеобитаемому слою [Сорокина и др., 2016].

По мнению Пупонина [2002] при помощи рыхления регулируется численность почвенной микрофлоры, улучшается воздухообмен, увеличивается общая биогенность, которая разлагает растительные остатки. Процессы ускорения разложения гумуса и его минерализации увеличиваются при численности аэробных микроорганизмов. После чего увеличивается нитрификация азота и улучшается питание растений.

Отвальная обработка нарушает биохимическую активность почвы, т.к. аэробные микроорганизмы оказываются в нижних слоях, а анаэробные начинают быть в контакте с кислородом. Многими учеными [Нурмухаметов, 2001; Вылчу, Ахметзянов, 2007] были сделаны выводы о том, что внесение в почву соломы приводит к интенсификации целлюлозоразлагающей способности, а также способствует повышению биологической активности.

Д.И. Долотин [2001] изучал ежегодную вспашку. При ежегодной вспашке микробиологическая активность распределялась равномерно по всей глубине пахотного слоя. Коррективы конечно же вносят погодные условия. Наивысшую активность микроорганизмов он получил в варианте со вспашкой.

Г.И. Казаков [1997] считал, что отвальная обработка почвы, без учета ее состояния позволяет получать хороший урожай за счет потенциальных запасов, но в конце все-таки приводит к быстрому и глубокому истощению почвы, а иногда даже к потере ее плодородия.

В последние годы благодаря освоению ресурсосберегающих технологий наметилась тенденция перехода от глубокой вспашки к минимальной поверхностной обработке почвы, однако это крайне недостаточно, т.к. ведется борьба со следствием, но не устраняет причину деградации земель [Файзрахманов, 2015].

Очень часто в литературе встречается мнение, что ученые рекомендуют при длительном (не более 5 лет) применять технологию прямого посева, затем проводить глубокую вспашку. Свои рекомендации они обосновывают тем, что

верхний плодородный слой, который мы создаем, имитируя плодородную систему, необходимо заделать глубоко в почву [Васюков и др., 2012].

На основе своих исследований И.А. Чуданов [2007] сделал выводы, что в условиях Среднего Поволжья минимализация обработки почвы улучшает водно-физические свойства почвы, по сравнению с ежегодной вспашкой. В результате происходит формирование агрономически полезной водопрочной структуры, складываются благоприятные условия в корнеобитаемом слое, увеличивается скважистость. На поверхности почвы формируется мульчирующий слой, который состоит из измельченной соломы и растительных остатков, который в свою очередь, снижает интенсивность испарения влаги, тем самым, способствуя ее сохранению и накоплению.

В своей работе В.Е. Ещенко со своими единомышленниками [2014] пришел к заключению, что минимализация основной обработки почвы путем замены отвальной вспашки безотвальным рыхлением приводит к засоренности посевов, т.к. происходит накопление в верхнем слое почвы большого количества семян сорняков. Уменьшение глубины плоскорезной обработки по сравнению с уменьшением глубины отвальной обработки также способствует увеличению сорняков. Неглубокое дискование или культивация и отказ от вспашки также приводит к увеличению засоренности, следовательно, снижению урожайности.

Чтобы подобрать нужную обработку, следует определить оптимальное соотношение химических и технологических приемов, защищающих почву от различных загрязнений, не приводящих к деградации, с сохранением качества выращенной продукции. Избегать крайностей, часто навязанных извне, без учета природных условий [Гридчин, 2012].

Необходимо совершенствовать системы земледелия, которые должны прежде всего быть направлены на сохранение и повышение плодородия. В связи с этим, нужно разработать рекомендации для приемов биологизации при возделывании сельскохозяйственных культур с целью увеличения органического вещества в пахотном слое [Дедев, Несмеянова и др., 2012].

Правильная обработка почвы в значительной степени определяет величину урожая. При этом следует помнить, что излишняя обработка может привести к разрушению почвы, потере ее плодородия и увеличению ненужных затрат. По мнению Г.И. Казакова [1997] выбор оптимальной обработки почвы лежит в различном диапазоне решений (от традиционной до нулевой) через множество вариантов безотвальных, плоскорезных, минимальных, отвальных обработок и их комбинаций.

Ресурсосберегающее земледелие в России должно стать основным стратегическим направлением для стабильного производства сельскохозяйственной продукции в стране. Она актуальна как в засушливых условиях юга России, так и в регионах с высокоразвитым сельскохозяйственным производством. Данная технология применима как засушливой Австралии, так и в странах Латинской Америки с тропическим климатом [Гузнеров, 2014].

Ресурсосберегающие технологии с использованием экономных способов обработки почвы и посева с применением в качестве базовых машин комбинированных агрегатов обеспечивают высокий экономический и энергетический эффект [Горянин, 2012].

Состояние почвенной микрофлоры - является очень важным показателем для воспроизводства плодородия. При оценке различных способов обработки почвы важно выявлять биологическую активность пахотного слоя [Марковская и др., 1999].

Микроорганизмы являются главным фактором, участвующие в почвообразовании. Изменяя условия обитания микрофлоры, человек влияет на плодородие.

Основой для воспроизводства почвенного плодородия на современном уровне должны служить: рациональное сочетание техногенных и биологических методов, предусматривающих наиболее полное использование нетрадиционных источников органических удобрений, введение

почвоулучшающих севооборотов и систем обработки почвы, биопрепаратов [Корчагин, 2015].

Таким образом, пути совершенствования систем основной обработки почвы, проблемы снижения энергозатрат, степень адаптивности различных способов обработки почвы к конкретным условиям, накопление и сохранение продуктивной влаги, снижение засорённости и оптимизации фитосанитарного состояния посевов, агрофизических и агрохимических показателей почвы продолжают оставаться актуальными задачами в земледелии [Баздырев и др., 2000].

### 1.3 Влияние чистого и сидерального пара на микробиоту почвы

Севооборот – это правильное чередование культур в пространстве во времени, это очень важное понятие в биологическом земледелии. С помощью севооборотов регулируются микробиологические процессы и тем самым происходит накопление питательных веществ для растений [Возняковская, 1995].

Севообороты играют очень важную роль в экономическом и экологическом плане, так как могут снизить применение пестицидов, регулировать дозы удобрений, без снижения урожайности культур и как основного показателя в биологическом земледелии – плодородие почв [Миникаев, 2018].

Влияние вида пара может повлиять на поступление органического вещества в почву. Механизмы поглощения органики в стабильных и долгосрочных формах могут быть разными в зависимости от видов сельскохозяйственных культур [Gregorich, Drury, Baldock, 2001].

Важными показателями плодородия почвы являются протекающие в ней биологические процессы, интенсивность которых зависит главным образом от

количества и качества поступающего в почву органического вещества [Довбан, 1990].

Растения выносят большое количество питательных веществ из почвы. Для восстановления плодородия вносят большое количество органических и минеральных удобрений. Одним из альтернативных приемов восстановления плодородия почвы является сидерация.

Исследования отечественных и зарубежных учёных свидетельствуют, о том, что применение сидерации позволяет не только пополнять запасы органического вещества почвы, но и улучшать её биологические и физические свойства, а также фитосанитарное состояние агроценозов [Лошаков, 2007; Постников, 2002].

Запахивание в почву зеленой массы способствует интенсивному развитию в пахотном слое благоприятной микрофлоры. Данная операция играет большую роль в минерализации органического вещества, а также в повышении биологической активности почвы [Завалин и др., 2002].

Таким образом, использование сидератов позволяет:

- повысить плодородие почвы (увеличить содержание в почве гумуса, общего азота, фосфора, калия и других элементов);
- улучшить водно-физические свойства почвы (структуру, водопроницаемость, влагоемкость и др.);
- повысить эффективность использования удобрений и соломы;
- активизировать биологические процессы в почве, снизить опасность потерь питательных веществ из глубоких горизонтов почвы;
- обеспечить более высокую продуктивность использования пашни [Корчагин, 2015].

Непрерывное поступление органики путем оставления растительных остатков, способствует увеличению микроорганизмов, т.к. углеродистые вещества служат пищей для них. Управление поступлением органических веществ в почву оказывает большое влияние на микробную биомассу. Таким образом, нулевая обработка способствует аэрации верхнего плодородного



слоя. В то время как вспашка усиливает разложение растительности с последующим уменьшением органики в почве [Govaerts, Mezzalama, Unno, Sayre и др. 2007].

По данным исследований, проведенной Ю.М. Возняковской [1999] показали, что численность микроорганизмов в почве с чистым паром была ниже, чем в занятом и сидеральном парах. Общий показатель биогенности в занятом пару был выше на 26%, а в сидеральном на 71%. Сидераты вызывают интенсивное развитие микрофлоры, которая участвует в разложении растительных остатков.

По многолетним данным Самарского НИИСХ установлено, что систематическое применение в зернопаровом севообороте в качестве средства воспроизводства почвенного плодородия и повышения продуктивности пашни соломы и минеральных удобрений позволило повысить урожайность сельскохозяйственных культур на 9,2-50,2%, улучшить водный и питательный режимы почвы, увеличить стоимость производственной продукции на 13,8-30%, чистый доход – на 7,0 – 63,5% [Корчагин, 2015].

Ферменты очень важны в почве. Они запускают процесс разложения органики и участвуют в круговороте питательных элементов, тем самым влияют на урожайность. Активность ферментов больше наблюдается в верхних слоях. В более нижних активность падает. Таким образом, вид пара также очень влияет на урожайность [Six, Guggenberger, Paustian, Haumaier и др. 2001].

За счет того, что при без осенней механической обработке на поверхности почвы остается много растительных остатков преобладают грибы, в то время как в обычной системе обработки почвы преобладают бактерии. Оставление мульчи в зиму также способствует распространению развития корневых гнилей. Здесь на помощь придет чистый пар.

Без осенняя механическая обработка почвы с применением севооборота и сохранением растительных остатков способствует повышению влажности почвы, усилению структуру почвы. Усвояемость микроэлементов больше по

технологии без осенней механической обработки, чем при применении обычной обработки, что приводит к формированию более высоких урожаев. Нулевая обработка почвы с сохранением растительных остатков создает благоприятные условия для развития антагонистов и хищников в почве, и способствует созданию новой экологической устойчивости [Govaerts, Mezzalama, Sayre, Crossa, Nicol, Deckers, 2006].

Исследования, проведенные в 1999 г. в Саратовской ГСХА В.Ф. Кормилициным подтвердили положительное влияние сидератов на плодородие почвы. Под их действием происходит увеличение количества микроорганизмов, бактерий, повышающих доступность питательных элементов, необходимых для растений. Также наблюдалось улучшение таких свойств почвы как содержание водопроходной структуры, порозность и влагоемкость, уменьшилась плотность почвы (пахотного горизонта) и как следствие, повысилась урожайность культур.

Зеленое удобрение улучшает жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, т.к. является сочной пищей для них и богатой энергией массой. При разложении запаханного зеленого удобрения почвенный и надпочвенный воздух хорошо обогащается углекислым газом ( $\text{CO}_2$ ), улучшая воздушное питание растений [Вахрушев и др., 2005].

По мнению Г. Канта [1980] почва, иссушается осенью сидератами, а весной лучше поглощает осадки, запасы влаги увеличиваются, тем самым увеличивается деятельность почвенных микроорганизмов и положительно действует на урожай последующих культур.

Исходя из результатов опыта П.И. Никончик [2015] по накоплению растительных остатков различными полевыми культурами в различных видах севооборотов и анализа источников поступления органического вещества в почву в условиях производства, определена возможная их количественная структура в современном земледелии. На долю растительных остатков возделываемых полевых культур приходится 12780 тыс. тонн (61,2%) и органических удобрений - 8113 тыс. тонн (38,8%), что подтверждает важность

оптимизации структуры посевных площадей в регулировании баланса органического вещества в почве.

Имеются разногласия по влагонакоплению и продуктивности звеньев севооборота с чистым паром, но нет разногласий ученых в том, что чистый пар - главная причина деградации почвы [Каштанов, 2001].

Технология ухода за чистым паром предусматривает кроме вспашки, различные культивации, боронование, дискование, таким образом затрачиваются огромные ресурсы. В результате в верхнем слое почвы происходит образование пылеватых частиц, которые снижают водопроницаемость почвы. В более глубоких слоях почвы создается «плужная подошва», которую нужно разрушать глубокорыхлителями. При рыхлении пылеватые частицы перемещаются в нижние слои и «цементируют», таким образом происходит снижение влагоемкости. Вспаханное поле остается открытым для разрушительного воздействия различных видов эрозии и интенсивной минерализации гумуса [Зеленский, 2012].

Из биологических источников органического вещества в реализации программы повышения почвенного плодородия наибольшее значение имеют солома зерновых, сидераты, отходы растениеводства, посеvy многолетних трав и зернобобовых культур.

Особое значение имеет накопление в почве органического вещества, количество которого сокращается в результате его минерализации при возделывании сельскохозяйственных культур, а также потерь вследствие эрозии, малоэффективных способов внесения удобрений, незначительных площадей под многолетними бобовыми травами.

Особое значение имеет использование в севооборотах соломы и других послеуборочных остатков. Систематическое применение соломы выступает не только, как средство питания растений, но и в качестве сохранения и повышения почвенного плодородия [Корчагин, 2015].

Известно, что микроорганизмы как часть наземной экосистемы занимают ключевое положение в потоке энергии и круговороте биогенных

элементов, определяют биохимический потенциал почвы. Микроорганизмы и их метаболиты позволяют проводить раннюю диагностику любых изменений окружающей среды, что важно при прогнозировании изменений окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов, поэтому контроль над состоянием почвенной микрофлоры является необходимым условием для поддержания и воспроизводства плодородия при разработке новых технологий в земледелии.

В связи с этим при оценке различных способов основной обработки почвы важно выявить их влияние на биологическую активность пахотного слоя [Марковская, 1999], так как важная задача специалистов думать не только о сегодняшнем дне, а о будущем, о том какая почва достанется нашим детям, внукам, правнукам.

## 2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

### 2.1. Климатические условия

Погода оказывает огромное влияние на сельскохозяйственное производство. Вся система обработки почвы должна быть направлена на правильное использование агроклиматических ресурсов данной зоны.

Главными факторами для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов является тепло и влага. А они, в свою очередь, зависят от рельефа, почвы, климата и т.п.

Исследования проводились в 2005, 2007, 2008 гг. на опытном поле ФГБОУ ВПО «Самарская ГСХА» Кинельского района Самарской области, которое расположено в центральной зоне Самарской области на водоразделе рек Сок и Большой Кинель.

Самарская область расположена в юго-восточной части европейской территории России, в среднем течении Волги, по обеим её сторонам. Это пятый по площади регион Поволжья – занимает территорию площадью 53,6 тыс. км<sup>2</sup>, что составляет 0,31 % территории России. Область протянулась с севера на юг на 335 км, а с запада на восток – на 315 км. Самая южная точка области лежит на границе с Казахстаном, самая северная – на границе с республикой Татарстан. Крайняя западная точка лежит на границе с Ульяновской областью, а крайняя восточная – на границе с Оренбургской областью [Васильева, 2007].

Реки Волга и Самара являются границами внутреннего деления области по рельефу. Выделяют три части: Правобережье, Северное и Южное Левобережья. Большая часть территории области (91,2 %) находится в Левобережье. Правобережье является возвышенным районом, в нём находятся Жигулёвские горы. На севере Левобережья находятся плоская равнина и Высокое Заволжье – Бугульминско-Белебеевская возвышенность и её отроги

(Сокские яры, Кинельские яры, Соколы горы). Юг Левобережья представляет собой пологоволнистую равнину. Максимальная высота — г. Наблюдатель в Жигулёвских горах (381,2 м) [Воронин, 2008].

Самарскую область делят на 3 природно-климатические зоны (рисунок 1). Северная зона - общая площадь зоны 1387,2 тыс. га, в том числе 1063,1 тыс. га сельскохозяйственных угодий, из них - 802 тыс. га пашни. Центральная зона - общая площадь зоны 2360,7 тыс. га, в том числе 1560,6 тыс. га сельскохозяйственных угодий, их них пашни ~ 1214,6 тыс. га. Южная зона - общая площадь зоны 1465,3 тыс. га, из них пашни ~ 1073,8 тыс. га.

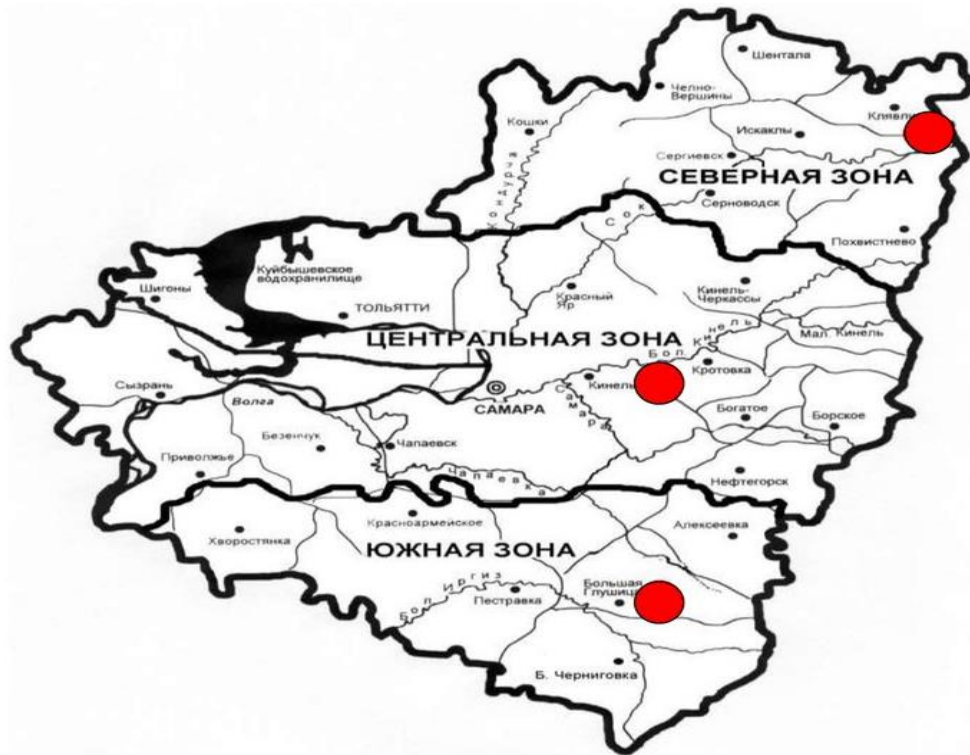


Рисунок 1. Схема агроклиматического районирования Самарской области.

Самарская область расположена в глубине континента и поэтому климат здесь континентальный. В связи с чем здесь наблюдаются резкие сезонные колебания погодных условий: холодная зима и жаркое, сухое лето. Характерными его особенностями являются: продолжительная (130–150 дней) и малоснежная зима, короткая (35–40 дней) весна, жаркое и сухое лето (140–147 дней) и непродолжительная осень (40–50 дней).

В целом, Предуральская лесостепная провинция по агроклиматическим ресурсам характеризуется как среднеконтинентальная умеренного увлажнения, среднеобеспеченная теплом, средней биологической продуктивности [Агроклиматические ресурсы Куйбышевской области, 1968].

Среднемесячная температура июля  $20,7^{\circ}\text{C}$ , января –  $13,8^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовая температура –  $3,8^{\circ}\text{C}$ . Средняя относительная влажность воздуха 73 %. Среднегодовое количество осадков составляет 372 мм. Средняя многолетняя высота снежного покрова составляет 35–75 см. Сумма эффективных температур (выше  $10^{\circ}\text{C}$ ) колеблется от 2300 до  $2700^{\circ}\text{C}$  [Шерстюков, 2006].

Сумма активных температур в северной зоне области в среднем равна  $2475^{\circ}\text{C}$ , безморозный период длится около 133 дней, что достаточно для выращивания яровых зерновых. За год в северной зоне области выпадает в среднем 390 мм осадков, что, несомненно, является недостаточным количеством.

Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха свыше  $10^{\circ}\text{C}$  составляет в среднем 145 дней, а периода с температурами свыше  $15^{\circ}\text{C}$  – 106 дней. Последний заморозок в районе по среднемноголетним данным бывает 12 мая в воздухе и 22 мая на почве, а первый – 23 сентября в воздухе и 12 сентября на почве. Таким образом, безморозный период составляет 133 дня если речь идёт о воздушном слое и 112 дней если речь идёт о почве.

По климатическим особенностям Самарская область делится на 4 зоны.

1. Зона повышенного увлажнения – крайний северо-восток области (Челно-Вершинский, Шенталинский, Клявлинский и отчасти Сергиевский и Исаклинский районы) со среднегодовым количеством осадков 430–550 мм в год.

2. Зона умеренного увлажнения (Кошкинский, Ставропольский, Шигонский, Сызранский, Красноярский, частично Исаклинский, Сергиевский,

Похвистневский, Кинель-Черкасский районы) со среднегодовым количеством осадков 400–506 мм.

3. Зона пониженного увлажнения – районы, расположенные южнее реки Б. Кинеля и до реки Б. Иргиза с осадками от 350 до 400 мм в год.

4. Зона слабого увлажнения – Пестравский, Большеглушицкий и Большечерниговский районы, где осадков выпадает только 350–360 мм в год.

На территории области нередко проявляются засухи, которые отрицательно влияют на состояние сельскохозяйственных растений. В годы с относительно нормальным распределением осадков большее их количество выпадает в течение вегетационного периода.

За начало весеннего периода принимают дату устойчивого перехода среднесуточной температуры через  $0^{\circ}\text{C}$ , который у нас наблюдается в первой декаде апреля. За окончание весны принимается дата перехода среднесуточной температуры через  $15^{\circ}\text{C}$ , что отмечается в третьей декаде мая. Следовательно, продолжительность весны составляет около 35–45 дней.

Весенние заморозки в воздухе в отдельные годы возможны в первой декаде июня, а в среднем они прекращаются в третьей декаде мая. Поздние заморозки обычно приурочены к ранней весне. Особенностью весеннего периода является его засушливый характер, который иногда усугубляется суховеями.

За начало летнего сезона принят переход среднесуточных температур через  $+15^{\circ}\text{C}$ , который наступает в третьей декаде мая и продолжается до первой декады сентября. Лето в Самарской области характеризуется высоким термическим режимом, обеспечивающим созревание не только возделываемых культур, но и значительно более теплолюбивых. Максимальная температура в июле на юге области доходит до  $+40\dots+42^{\circ}\text{C}$ . Высокие температуры и недостаточное количество осадков приводят к быстрому дефициту влаги. Условия летнего сезона для плодовых культур в большинстве районов благоприятны, однако для получения устойчивых урожаев необходимо орошение.



За начало осеннего периода принимают дату устойчивого перехода среднесуточной температуры через  $15^{\circ}\text{C}$  в сторону уменьшения, а за конец – время перехода через  $0^{\circ}\text{C}$  в сторону отрицательных температур.

На большей части области осень наступает в первой декаде сентября, а заканчивается в конце октября. Средняя дата первого заморозка в воздухе отмечается в третьей декаде сентября, а наиболее ранние заморозки могут наблюдаться в третьей декаде августа. Основная особенность осеннего периода – его засушливый характер. Наряду с годами, хорошо обеспеченными влагой, часто наблюдаются годы с засушливой осенью.

Зимний сезон характеризуется температурами ниже нуля. В Самарской области он продолжается от 1 ноября до 6 апреля. В отдельные годы зима может длиться от 125–130 до 170 дней. Устойчивый снежный покров образуется в среднем в третьей декаде ноября. Мощность снежного покрова 26–45 см. Наиболее низкие среднемесячные температуры бывают в январе–феврале. Абсолютный минимум температуры в Самаре равен  $-43^{\circ}\text{C}$ .

Особенностью зимнего периода являются глубокие оттепели, особенно во второй половине зимы, которые провоцируют процессы жизнедеятельности у растений, а последующие резкие похолодания приводят к гибели начавших жизнедеятельность органов и тканей. В такие зимы происходит массовая гибель цветковых почек у косточковых, а при резком снижении температуры до низких отрицательных – гибель вегетативных органов.

Из-за континентальности климата, зона среднего Поволжья является зоной рискованного земледелия, так как летом часто случаются засухи. Поэтому накопление и сохранение влаги в почве является одной из главных задач.

## 2.2. Характеристика основных почв

Самарская область характеризуется значительной неоднородностью природных условий и почвенного покрова, что связано с ее расположением в

двух природных зонах: лесостепной и степной, граница которых проходит по руслу реки Самары. Почвенный покров лесостепной зоны представлен в основном выщелоченными и типичными черноземами, среди последних значительные площади занимают остаточно-карбонатные. Относительно небольшое распространение имеют оподзоленные черноземы и серые лесные почвы.

Почвенный покров степной зоны представлен преимущественно обыкновенными и южными черноземами, реже темно-каштановыми почвами, солонцами и их комплексами.

Абсолютное большинство почв области (до 80 %) имеют глинистый и тяжелосуглинистый механический состав. Почвы среднесуглинистого механического состава составляют около 11 % территории области, легкие почвы (легкосуглинистые и супесчаные) 7 % и песчаные 2 %. В лесостепной зоне в механическом составе почв нередко наблюдается присутствие крупнообломочного материала в виде щебня и камня.

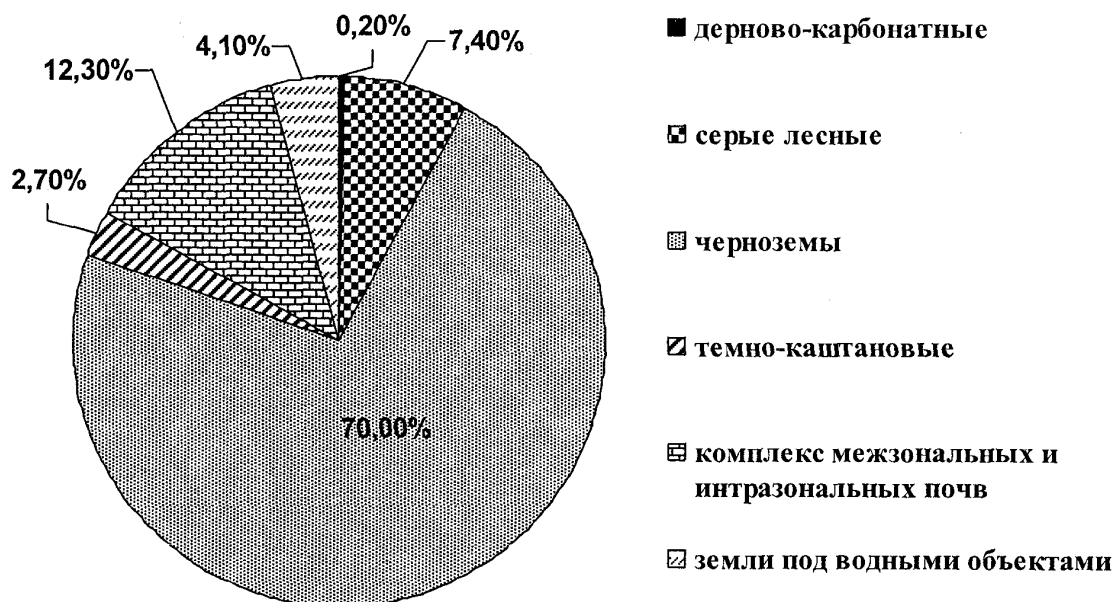


Рисунок 2. Схема структуры почвенного покрова Самарской области.

Опытное поле расположено в центральной зоне Самарской области. Рельеф поля выровненный, насаждения лесом окружающей территории составляет 8-10 %. Почва – чернозем типичный среднегумусный

среднемощный тяжелосуглинистый. Этот подтип черноземной почвы занимает свыше 20% всей территории Самарской области и преобладает в лесостепи Заволжья. Почва имеет реакцию среды близкую к нейтральной (рН равен 6-7), среднее содержание гумуса (6-7 %).

### 2.3. Агрометеорологические условия в годы исследования

Опытное поле расположено в центральной зоне Самарской области (Кинельский район) или южной части лесостепи Заволжья.

Метеорологические условия в годы проведенных исследований отображены в таблице 1, на рисунках 3, 4, 5, 6 и в приложениях 1,2.

Сумма среднесуточных температур воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$ , составляет в среднем по области  $2500^{\circ}$ , среднегодовая сумма осадков – 410 мм, в том числе за теплый период (апрель – сентябрь) – 234 мм, за время наиболее интенсивного развития растений в июне – 39 мм, июле – 47 мм; гидротермический коэффициент – 0,83, что характеризует условия влагообеспеченности как засушливые.

**2005 год.** Снежный покров в 2005 г. начал разрушаться в апреле и к 15 числу поля полностью освободились от снега. Благодаря таянию мощного снежного покрова отмечалось полное промачивание метрового слоя почвы. С переходом среднесуточных температур воздуха через  $+5^{\circ}\text{C}$  (14 апреля, т.е. в обычные сроки) начался вегетационный период. 16 апреля (почти на 2 недели раньше нормы) температура воздуха перешла через  $+10^{\circ}\text{C}$  и создались необходимые температурные условия для посева, появления всходов и дальнейшего роста и развития сельскохозяйственных культур. Возврата холодов в 2005 г. не отмечалось.

Продолжительность периода активной вегетации (с температурой выше  $+10^{\circ}\text{C}$ ) составила 174 дня при норме 148 дней. Сумма активных температур составила  $3080^{\circ}$ , что на  $530^{\circ}$  больше среднемноголетнего значения.

Продолжительность беззаморозкового периода в 2005 г. составил 180 дней (при норме 143). Сложившийся температурный режим обеспечил полное вызревание возделываемых сельскохозяйственных культур.

Количество осадков за месяцы активной вегетации (май – сентябрь) составило 155 мм (норма 207 мм), т.е. на 25 % меньше. Гидротермический коэффициент (ГТК) за период с температурами выше  $+10^{\circ}\text{C}$ , как и за период май – сентябрь, составил 0,55, что существенно меньше среднееголетнего значения (0,83) и характеризует условия как засушливые (рисунок 3).

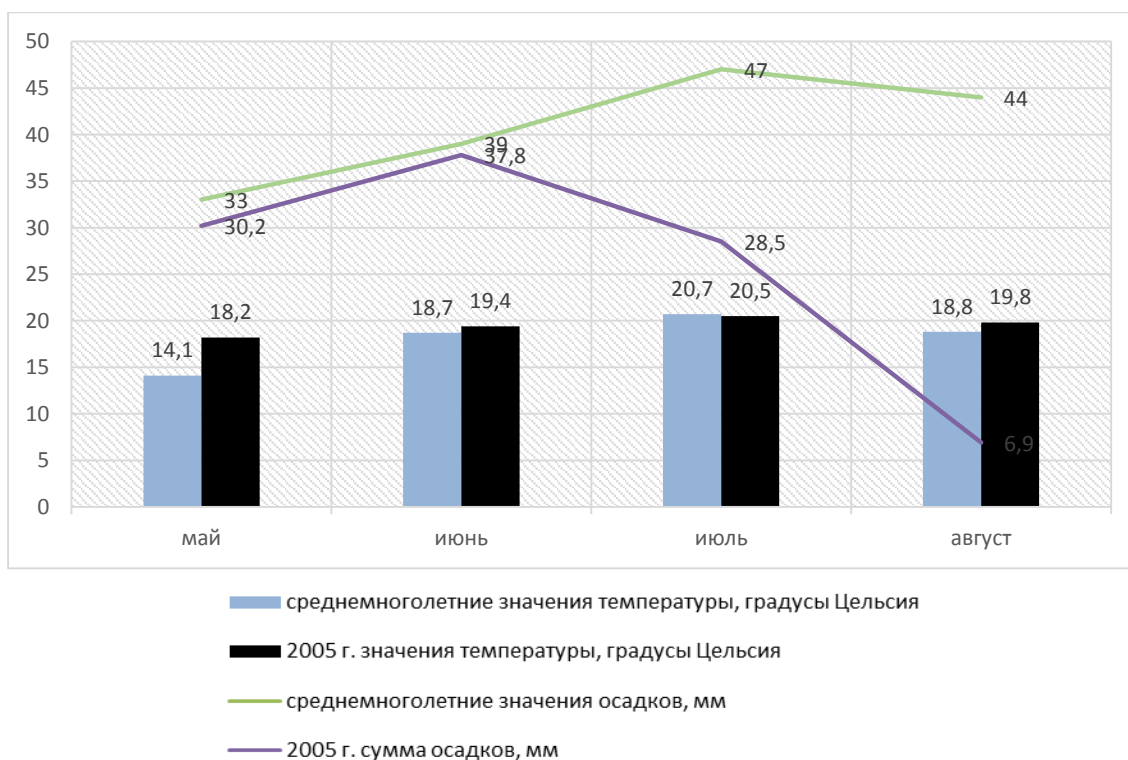


Рисунок 3. Распределение температуры и осадков за вегетационный период в 2005 г., по сравнению со среднееголетними значениями (ГТК 0,55).

Несмотря на общую засушливость вегетационного периода и неравномерность выпадения осадков условия увлажнения можно считать достаточно благоприятными для ранних яровых культур. В апреле и мае при выпадении осадков меньше нормы влагозапасы почвы оставались высокими благодаря влаге, поступившей от таяния снега, хорошо обеспечили процесс весеннего прорастания ярового ячменя.

Умеренным выпадением осадков характеризуется июнь и вторая половина июля. Из месяцев активной вегетации наиболее засушливым

оказался август. За весь месяц отмечено всего лишь 2 дождливых дня с общим количеством осадков 6,9 мм [Отчет о НИР..., 2005].

**2006 год.** Весна в 2006 г. наступила 30 марта с переходом среднесуточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$ , это на 5 дней раньше среднемноголетних сроков. Переход температуры через  $+5^{\circ}\text{C}$  также произошел раньше обычного (на 6 дней) – 10 апреля. Устойчивый переход температуры воздуха через  $+10^{\circ}\text{C}$  отмечен 2 мая, что на 3 дня позже средних сроков. Таким образом, рано начавшаяся весна продолжалась на 8 дней дольше обычного и характеризовалась постепенным нарастанием температур.

Температурный режим с июня по сентябрь 2006 г. был неустойчивым. Существенно теплее нормы был июнь. Средняя температура воздуха в первой и третьей декадах июня оказалась  $22,5$  и  $22,8^{\circ}\text{C}$ , что на  $4,8$  и  $3,1$  градуса выше соответствующих норм. Период 2-8 июля был прохладнее обычного, средняя температура первой декады составила  $16,7^{\circ}\text{C}$  (отклонения от нормы  $-3,7^{\circ}$ ). Вторая декада июля оказалась жаркой, средняя температура воздуха достигла  $23,9^{\circ}\text{C}$ , что на  $3,1^{\circ}$  выше нормы. С 20 июля по 15 августа отмечается еще один прохладный период с температурой воздуха ниже  $20^{\circ}\text{C}$ . Вторая и третья декада августа, а также начало сентября характеризовались повышенным температурным режимом, отклонения декадных температур от нормы составили  $1,3-4,2^{\circ}$ .

По количеству осадков 2006 г. оказался более влажным, по сравнению со среднемноголетними данными. За год выпало 570 мм осадков при норме 410 мм, т.е. 139 %. Превышение количества осадков отмечались почти во все месяцы. Наибольшее количество осадков выпало в июле 106,3 мм, что составило 241 % от нормы.

Количество осадков за месяцы активной вегетации (май-сентябрь) составило 292 мм, т.е. на 41 % больше среднемноголетних значений. Гидротермический коэффициент за период выше  $+10^{\circ}\text{C}$ , как и за период май-сентябрь, составил 1,08, что значительно превосходит среднемноголетнее значение (0,83) и характеризует условия как слабо засушливые (рисунок 4).

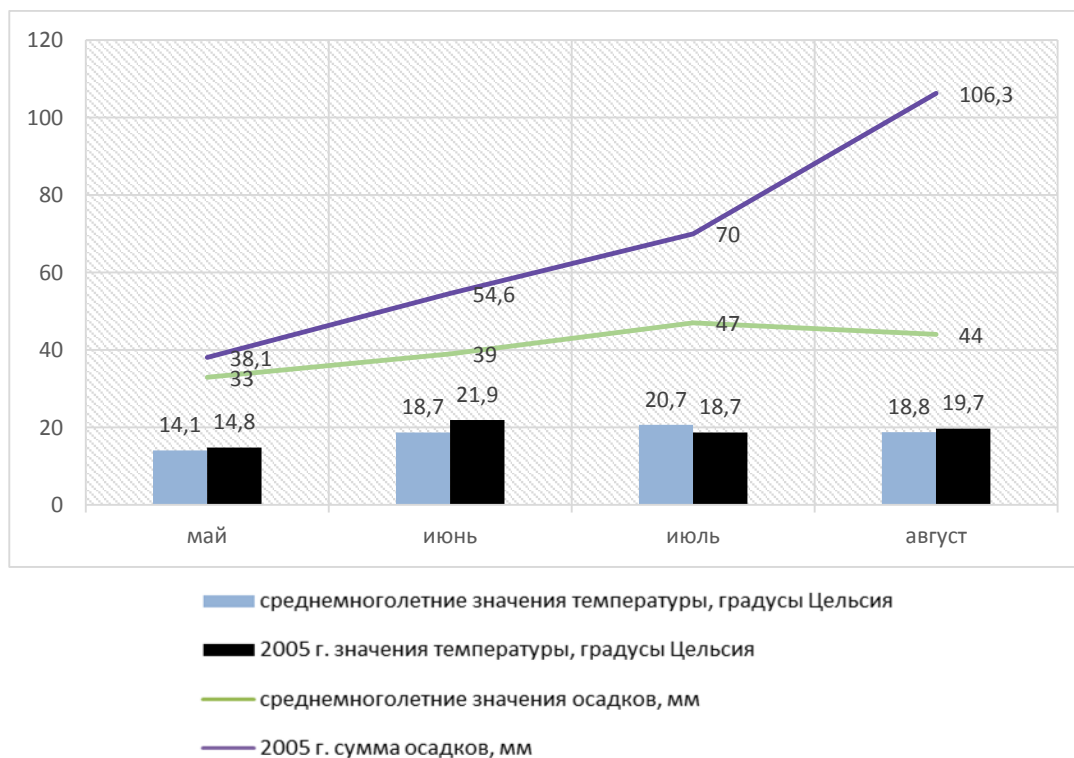


Рисунок 4. Распределение температуры и осадков за вегетационный период в 2006 г., по сравнению со среднемноголетними значениями (ГТК 1,08).

В целом условия тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода 2006 г. складывались достаточно благоприятно для роста и развития яровых зерновых культур.

Осадки, выпавшие во 2-3 декадах июля, а также в 1 декаде августа (125,6 мм) препятствовали подсыханию и достижению кондиционной влажности зерна ярового ячменя, создали напряженность в проведении уборочных работ и способствовали возникновению потерь урожая [Отчет о НИР..., 2006].

**2007 год.** Весна в 2007 г. наступила 20 марта с переходом среднесуточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$ , это на 15 дней раньше среднемноголетних сроков. Переход температуры через  $+5^{\circ}\text{C}$  также произошел раньше обычного (на 5 дней) – 11 апреля. Таким образом, рано начавшаяся весна продолжалась на 24 дня больше обычного и характеризовалась постепенным нарастанием температур. Весну, с агрономической точки зрения, можно считать по срокам наступления обычной, но продолжительной.

Однако, резко наступившая в мае жаркая погода сменилась резким похолоданием. Средняя температура первой декады июня составила  $13,9^{\circ}\text{C}$  при норме  $17,7^{\circ}\text{C}$ . Минимальные температуры воздуха опускались до  $3,5^{\circ}\text{C}$ , почвы – до  $1,0^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность безморозкового периода в 2007 г. составила 151 день (при норме 143 дня).

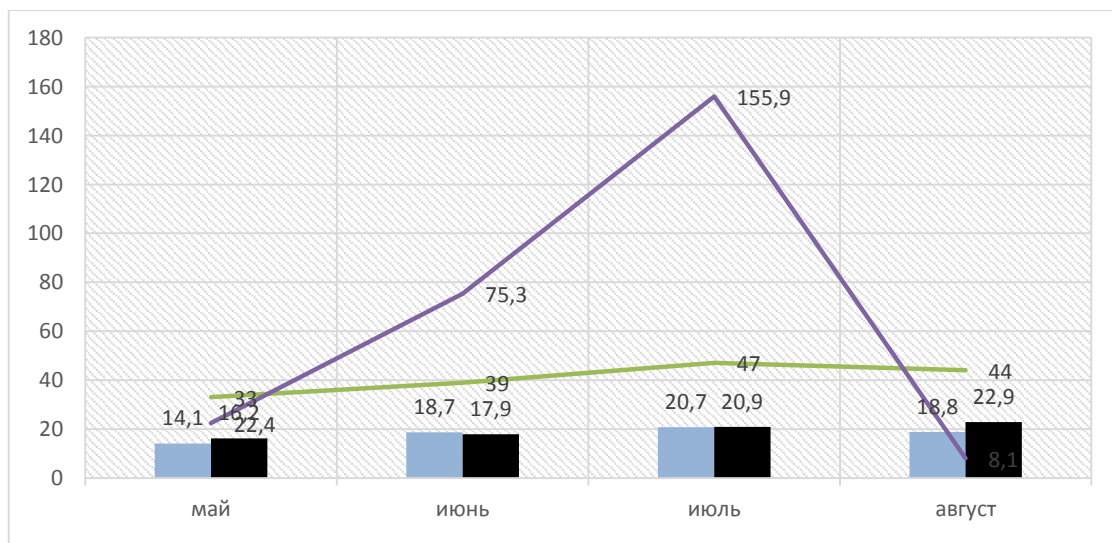
Продолжительность периода активной вегетации (с температурой выше  $+10^{\circ}\text{C}$ ) составила 146 дней, при норме 148 дней. Сумма активных температур составила  $2795^{\circ}$ , что превышает норму на  $245^{\circ}$ .

По количеству осадков 2007 г. оказался более влажным. За год выпало 607 мм осадков (норма 410 мм). Режим выпадения осадков характеризуется неравномерностью.

Общее количество дней с осадками в 2007 г. – 137. Каждый месяц, за исключением периода с августа по октябрь, осадки выпадали не менее 10 дней.

Хорошие запасы влаги в почве создались за счет повышенного количества осадков зимнего периода. Общие запасы влаги в метровом слое к концу апреля составили 382 мм, запасы продуктивной влаги – 196 мм.

Количество осадков за месяцы активной вегетации (май – сентябрь) составило 289 мм, на 40 % больше среднемноголетнего значения (207 мм) (рисунок 5).



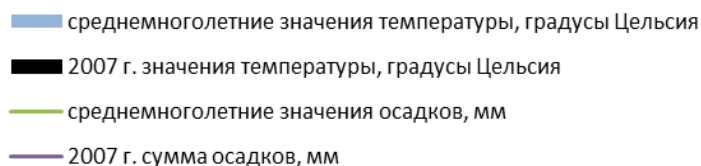


Рисунок 5. Распределение температуры и осадков за вегетационный период в 2007 г., по сравнению со среднемноголетними значениями (ГТК 1,02).

Гидротермический коэффициент с температурой выше  $+10^{\circ}\text{C}$ , как и за период май – сентябрь, составил 1,02, что значительно превосходит среднемноголетнее значение (0,83) и характеризует условия как засушливые.

Условия тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода 2007 г. были сложными. При своевременном начале полевых работ и благоприятных условиях во время посева яровых зерновых культур очень жаркие и сухие условия в конце мая, наличие суховея, резкое похолодание в первой половине июня, а также атмосферная засуха в конце июля и августе не позволили в 2007 г. получить высокие хозяйственные результаты [Отчет о НИР ..., 2007].

**2008 год.** Весну в 2008 г. можно характеризовать существенно более ранними сроками наступления и обычными темпами нарастания температур.

Переход температуры воздуха через  $5^{\circ}\text{C}$  в 2008 г. отмечался 25 марта (на 22 дня раньше обычных сроков), переход температуры через  $+10^{\circ}\text{C}$  – 4 апреля (на 25 дней раньше нормы). Так создались необходимые температурные условия для раннего посева, появления всходов и дальнейшего роста и развития яровых зерновых.

Последние весенние заморозки в воздухе отмечены 28 апреля, т.е. на 9 дней раньше обычных сроков (3 мая). Отрицательные температуры на поверхности почвы отмечались до 16 мая и привели к замедленному темпу прорастания и появления всходов на яровом ячмене.

Закончилась весна с переходом температуры воздуха через  $10^{\circ}\text{C}$  4 апреля, в то время, как обычно с этой даты она только начинается.

В связи с ранним весенним прогревом, в 2008 г. отмечалось более раннее иссушение почвы после схода снега, чем обычно. В конце апреля (время сева ранних зерновых культур) запас продуктивной влаги в метровом



слое почвы составлял примерно 150 мм, затем продолжал быстро уменьшаться по мере наращивания температур.

В первой декаде июня отмечалось резкое похолодание. При средней температуре воздуха в этот период  $+12,4^{\circ}\text{C}$  минимальные температуры на поверхности почвы опускались в ночные часы до  $+1,5^{\circ}\text{C}$ . Пониженный температурный режим способствовал замедленному развитию сельскохозяйственных культур в этот период.

Вторая декада июня была теплой, средняя температура воздуха на  $3,0^{\circ}\text{C}$  превышала норму. Осадков выпало примерно в 1,5 раза больше среднеемноголетних значений, но несмотря на это дефицит влажности воздуха были значительные. Сложившиеся условия в этот период способствовали цветению растений и опылению.

Температурный режим в третьей декаде июня – начала июля соответствовал норме при наличии значительного количества осадков (почти 200 % от нормы).

Во второй и третьей декадах июля осадков выпало 58,9 мм, т.е. 184 % от нормы. Но в связи с жаркой погодой иссушение почвы продолжалось.

С 29 июля – 31 августа 2008 г. отмечалась жаркая погода (с температурой выше  $+25^{\circ}\text{C}$ ), при отсутствии осадков. Характеризуется данный период как опасное агрометеорологическое явление – атмосферная засуха. На фоне резвившейся засухи образовалось ускоренное дозревание яровых.

Продолжительность периода активной вегетации (с температурой выше  $+10^{\circ}\text{C}$ ) составила 166 дней при норме 148 дней в результате раннего наступления лета. Сумма активных температур составила  $2745^{\circ}$ , что превышает норму на  $195^{\circ}$ .

Количество осадков за месяцы активной вегетации (май – сентябрь) составило 238 мм, т.е. на 15 % больше среднеемноголетнего значения (207 мм). Гидротермический коэффициент за период с температуры выше  $+10^{\circ}\text{C}$ , как и за период май – сентябрь составил 0,89, что так же, как и среднеемноголетнее значение (0,83) характеризует условия как засушливые (рисунок 6).

Первые осенние заморозки на почве появились 21 сентября, 27 сентября в воздухе, что примерно соответствует среднемноголетним данным. Продолжительность беззаморозкового периода в 2008 году составила 151 день при норме 143 дня.

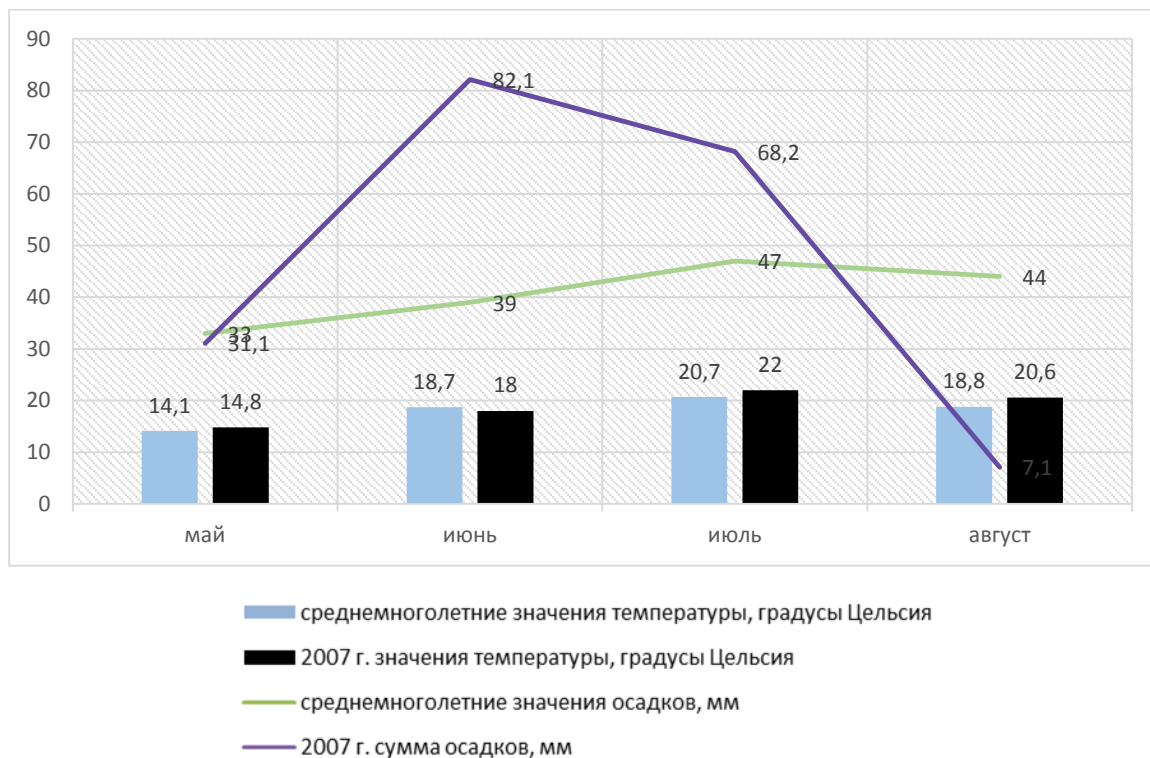


Рисунок 6. Распределение температуры и осадков за вегетационный период в 2008 г., по сравнению со среднемноголетними значениями (ГТК 0,89).

Условия тепло- и влагообеспеченности 2007–2008 гг. были сложными. Неустойчивый температурный режим зимнего периода способствовал снижению зимостойкости растений.

При раннем начале полевых работ и благоприятных условиях периода появления всходов яровых культур и кущения очень жаркие и сухие условия мая, резкое похолодание в первой половине июня, а также атмосферная и почвенная засуха в августе не позволили в 2008 г. получить высокие хозяйственные результаты возделывания [Отчет о НИР ..., 2008].

Метеорологические условия за годы исследования отражены в таблице 1 и приложении 1, 2.

Метеорологические условия за 2005–2008 гг.  
[по данным метеопоста Усть-Кинельский].

Годы исследований	Температура воздуха, °С		Осадки, мм		ГТК	
	средняя за год	откл. от нормы	сумма за год	откл. от нормы	за вегетационный период	откл. от нормы
2005	6,0	2,2	342,5	-67,5	0,55	-0,28
2006	5,3	1,5	570,2	160,2	1,08	0,25
2007	5,8	2,0	607,1	197,1	1,02	0,19
2008	6,7	2,9	497,0	87,0	0,89	0,06
средне многолетняя	3,8	-	410,0	-	0,83	-

Таким образом, 2005 год оценивается как засушливый и крайне неблагоприятный. Благоприятные метеорологические условия в Центральной зоне Самарской области сложились в 2006–2008 гг. Несмотря на то, что за годы исследований погодные условия были довольно контрастными, тем не менее получили достаточно высокий урожай зерна ярового ячменя.

### 3. МЕТОДИКА И АГРОТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на опытном поле кафедры земледелия в 2005, 2007, 2008 гг. в двух севооборотах со следующим чередованием культур:

1-й севооборот: 1) чистый пар; 2) озимая пшеница; 3) соя; 4) яровая пшеница; 5) ячмень;

2-ой севооборот: 1) сидеральный пар (горчица); 2) озимая пшеница; 3) соя; 4) яровая пшеница; 5) ячмень.

Продуктивность ярового ячменя, агрофизические показатели, динамика микробиологической и ферментативной активности почвы изучались при трех различных системах обработки почвы.

1. Вспашка, состоявшая из лущения на 6-8 см дисковым орудием Catros и вспашки на 20-22 см под ячмень. Посев проводился сеялкой АУП-18 на 5-6 см.

2. Рыхление, состоящее из осеннего рыхления почвы на 6-8 см и повторно на 10-12 см при помощи дисковой бороны Catros. Посев проводился сеялкой (АУП-18) на 5-6 см.

3. Без осенней механической обработки почвы. С осени проводили опрыскивание гербицидом сплошного действия Глифор, ВР (360г/л) 2 л/га. В весенний период проводился прямой посев зерна ячменя сеялкой DMS-601 Primera на 5-6 см.

Исследования проводились под культурой, завершающей севооборота – яровой ячмень. На опытном поле высевали яровой ячмень сорта Поволжский 65 (1 репродукция) в оптимальные сроки для Среднего Поволжья.

При достижении сорняками ЭПВ применялись гербициды Дифезан 0,2 л/га, Логран 10 г/га в фазу кущения. Солома зерновых культур измельчалась в процессе уборки и оставалась в поле на всех вариантах опыта.

Повторность опыта трехкратная, размер опытной делянки 780 м<sup>2</sup>. Все исследования проводились с использованием общепринятых методик:

1. Выделение основных полезных групп микроорганизмов

(микровицеты, бактерии, актиномицеты), населяющих почву, проводилось методом микробиологического посева [Ежов, 1981] почвенной вытяжки на твердые стерильные питательные среды в чашки Петри. Для микровицетов (плесневых грибов) – использовалась среда Чапека; для актиномицетов – крахмало-аммиачный агар (КАА); для бактерий – мясо-пептонный агар (МПА) [Сеги, 1983].

Для лабораторных исследований отбирались средние образцы почвы в три срока: 1 срок – в начале вегетации, после появления всходов, 2 срок – в середине вегетации, в фазе кущения-выхода в трубку, 3 срок – после уборки ярового ячменя на всех вариантах опыта на глубине 0-5 см, 5-10 см, 10-20 см, 20-30 см. Почвенные образцы измельчали и просеивали через металлическое сито диаметром ячейки 2 мм.

Разведение почвенной вытяжки для микровицетов, актиномицетов и бактерий было соответственно – 1:1000; 1:10000; 1:100000. Микробиологический посев проводился в четырехкратной повторности. Количественный подсчет численности бактерий производился на 3-5 сутки после проведения посева, актиномицетов на 7-10 сутки, микровицетов на 10-14 сутки.

Количество колониобразующих единиц (КОЕ) осуществляли в перерасчете на абсолютно сухую почву с учетом влажности (W) методом Е.З. Теппера [1976] по формуле:

$$\text{КОЕ} = \frac{\text{Ч} * \text{Р}}{\frac{100 - W}{100}}$$

Ч – число колоний микроорганизмов, проросших на питательных средах, шт.

Р – разведение почвенной вытяжки;

W – влажность, %.

Влажность определяли следующим образом:

$$W = \frac{a - b}{(b - c) * 100}$$

где а – вес бюксы с сырой почвой, г;

б – вес бюкса с сухой почвой, г;

с – вес бюкса;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

Повторность трехкратная.

2. Определение ферментативной активности определяли стандартными методами [Хазиев, 2005]. Образцы почвы отбирались на разной глубине: 0-5 см, 5-10 см, 10-20 см, 20-30 см на всех вариантах опыта в два срока: 1 срок – в начале вегетации, после появления всходов, 2 срок – после уборки ярового ячменя. Почвенные образцы измельчали и просевали через металлическое сито 2 мм.

Активность почвенного фермента из класса оксидоредуктаз (каталазу) определяли методом Р.С. Канцельсона и В.В. Ершова [Хазиев, 2005]. Расчет производился в мкМоль  $H_2O_2$  / мин на 1 г а.с. почвы. Повторность опыта трехкратная.

Уреазную активность определяли методом И.Н. Ромейко и С.М. Малинской, содержание аммиака реактивом Несслера на приборе КФК-2 [Аринушкина, 1970]. Расчет производился в мкМоль  $NH_4^+$  /мин на 1 г а.с. почвы. Повторность опыта трехкратная.

Активность инвертазы определяли методом А.Ш. Галстян [Хазиев, 2005]. Расчет производился в мкМоль глюкозы/мин. на 1 г а.с. почвы. Повторность опыта трехкратная.

3. Степень разложения растительных остатков проводились методом почвенных монолитов, предложенным Н.В. Станковым [Практикум по земледелию, 1967]. Образцы почвы отбирались в два срока: 1 срок – перед посевом и 2 срок – после уборки ярового ячменя на глубину 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 см. По разнице массы растительных остатков прошлых лет на период начала вегетации и после уборки устанавливали степень разложения за вегетационный период. Повторность трехкратная.

4. Объемную массу почвы определяли с помощью режущих цилиндров

[Кауричев, 1970, 1980]. Пробы почвы отбирались в два срока: 1 срок – перед посевом и 2 срок – перед уборкой на глубину 30 см [Инструкции, 1971] через каждые 10 см, повторность трехкратная.

5. Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом, в два срока: 1 срок весной – перед посевом, 2 срок осенью – после уборки. Образцы почвы отбирались через каждые 10 см в метровом слое. Повторность трехкратная.

6. Учет урожайности зерна ярового ячменя определяли с каждой делянки механизированным способом при помощи комбайна СК-5 с доработкой зерна к стандартной 14 % влажности и базисным кондициям по содержанию сорной и зерновой примеси.

7. Корреляционный анализ проводили в соответствии с методами, описанными Ю.П. Фроловым [2012], обработка в программе Microsoft Excel.

8. Расчет экономической эффективности проводили по технологическим картам и нормативным затратам по методике С.И. Несмеянова [2008].

9. Агроэнергетическая оценка возделывания ярового ячменя проводили в соответствии с методикой по энергетической эффективности полевых агрофитоценозов [Васин, Толпекин и др., 2005].

10. Статистическую обработку данных проводили дисперсионным методом на персональном компьютере по методике Б.А. Доспехова [1985] с помощью программы «STAT-1».

#### 4. ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЕЁ БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ, УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В СЕВООБОРОТЕ С ЧИСТЫМ И СИДЕРАЛЬНЫМ ПАРМ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

##### 4.1 Агрофизические свойства почвы

**Объемная масса пахотного слоя почвы.** Плотность почвы или объемная масса является одним из важных агрофизических показателей почвы.

От объемной массы зависит как водный, воздушный, так и тепловой режимы почвы. Также плотность влияет на интенсивность протекания физико-химических, микробиологических процессов, в результате это отражается на мобилизации питательных веществ, и соответственно, их доступности для растений. Объемная масса почвы влияет на качество механической обработки, затраты на тяговые усилия [Копосов, 2007].

У каждого типа почв своя объемная масса почвы. Так, например, у дерново-подзолистых почв она оставляет 1,32-1,6 г/см<sup>3</sup>, у черноземов 1,1-1,2 г/см<sup>3</sup>, сероземов 1,42-1,6 г/см<sup>3</sup> [Казаков, 2008].

В исследованиях Г.И. Казакова [1997] установлено, что для чернозема обыкновенного естественная объемная масса в пахотном слое составляет в среднем 1,10 г/см<sup>3</sup>. Данная величина может изменяться в зависимости от возделываемой культуры. Для большинства культур она находится в пределах от 1,10 до 1,30 г/см<sup>3</sup> [Шевченко, 2008]. Была изучена оптимальная объемная масса почвы в Среднем Поволжье при выделывании основных зерновых культур: яровых зерновых - 1,10-1,15 г/см<sup>3</sup>, для озимой пшеницы – 1,15-1,20 г/см<sup>3</sup> [Казаков, 2008; Чуданов, 1988]. Отклонения от этих показателей приводит в конечном итоге к снижению урожайности.

Объемная масса почвы влияет на развитие корневой системы, на глубину залегания, равномерность распределения в корнеобитаемом слое [Гуреев, 2007].



Выбор того или иного способа и глубины основной обработки почвы во многом зависит от её естественного сложения. Так, например, вспашка на черноземных почвах лесостепи Среднего Поволжья почвах в засушливых условиях ведет к чрезмерной рыхлости пахотного слоя, что способствует быстрому его иссушению [Косьянчук, 1967; Немцев, 1981; Чуданов, 1988].

Для ячменя должна быть такая объемная масса почвы, которая после осенних и весенних обработок обеспечивала бы оптимальное соотношение между водой, воздухом и доступной для растений пищей [Овчинников, 2016].

В настоящее время обработка почвы должна быть дифференцированной, адаптированной к почвенно-климатическим условиям. Преимущество минимальных обработок почвы состоит в экономии энергетических затрат, повышении производительности труда [Власова и др., 2015].

Используя различные способы и глубины обработки, можно регулировать интенсивность микробиологического разложения свежего органического вещества и в определенной степени влиять на гумусовый баланс почвы и ее плодородия.

Объемная масса почвы в посевах ярового ячменя представлена в приложениях 23-27 и в таблице 2. Исследования проводили в слоях почвы 0-10, 10-20, 20-30 см.

Таблица 2

Объемная масса почвы ( $\text{г/см}^3$ ) под посевами ярового ячменя в зависимости от глубины и способа основной обработки почвы за годы исследования.

Вариант опыта	Слой почвы, см	Сроки определения	
		Перед посевом	Перед уборкой
В севообороте с чистым паром			
Вспашка	0-10	0,94	1,09
	10-20	1,08	1,20
	20-30	1,15	1,20
	<b>0-30</b>	<b>1,05</b>	<b>1,16</b>
Рыхление	0-10	0,95	1,08
	10-20	1,16	1,20
	20-30	1,16	1,20

	<b>0-30</b>	<b>1,09</b>	<b>1,16</b>
Без осенней механической обработки	0-10	0,99	1,07
	10-20	1,20	1,20
	20-30	1,19	1,20
	<b>0-30</b>	<b>1,13</b>	<b>1,16</b>
В севообороте с сидеральным паром			
Вспашка	0-10	0,97	1,10
	10-20	1,06	1,23
	20-30	1,14	1,23
	<b>0-30</b>	<b>1,05</b>	<b>1,19</b>
Рыхление	0-10	0,99	1,10
	10-20	1,15	1,23
	20-30	1,15	1,21
	<b>0-30</b>	<b>1,10</b>	<b>1,18</b>
Без осенней механической обработки	0-10	0,99	1,10
	10-20	1,16	1,25
	20-30	1,18	1,23
	<b>0-30</b>	<b>1,11</b>	<b>1,19</b>

В течение вегетации ярового ячменя отмечается естественное уплотнение почвы по всем слоям, а в большей степени уплотняются слои более рыхлые весной. При исключении основной обработки происходит незначительное разуплотнение нижнего слоя и в итоге плотность пахотного слоя почвы к осени практически выравнивается, но на вспашке остается более рыхлой. Наибольшая объемная масса наблюдается в почве весной в том случае, когда ее с осени не обрабатывали, а наименьшая, когда глубоко пахали.

Было выявлено, что с увеличением глубины увеличивалась объемная масса почвы от 1,1 до 1,15 г/см<sup>3</sup> по всем вариантам опыта. Так, в варианте со вспашкой увеличение плотности составило 13%, с рыхлением – более 10 % и на 7 % в варианте с без осенней механической обработкой. К уборке показатели плотности почвы выравнивались и составили в севообороте с чистым паром 1,16 г/см<sup>3</sup>, в сидеральном пару 1,19 г/см<sup>3</sup> по способам основной обработки почвы в пахотном слое 0-30 см.

Сравнительный анализ результатов изучения объемной массы почвы по всем вариантам опыта в посевах ярового ячменя выявил незначительные изменения данного показателя и находится на оптимальном уровне (1,10-1,15 г/см<sup>3</sup>). Это является свидетельством высокой пластичности черноземов Среднего Поволжья.

**Влажности почвы.** Влажность почвы – это важнейший агрофизический показатель. В условиях Среднего Поволжья данный показатель является лимитирующим. Поэтому накопление, сбережение и целесообразное ее расходование одна из основных задач земледелия [Нечаев, 2009].

Почвенная влага является одним из важнейших факторов формирования урожая. Расходы воды в течение вегетационного периода зависят от погодных условий, биологических особенностей растений и технологии их выращивания [Гораш, 2012; Ещенко, 2011]. Водный режим растения оказывает влияние на рост зеленой массы, так как вода непосредственно участвует в нем как субстрат окисления и источник кислорода [Косулина, 2009; Петрова, 2012]. Известно, что чем тяжелее по механическому составу почва, тем больший объем воды в почве недоступен растениям [Кушаева, 2015].

Нижний порог доступности растениям почвенной влаги зависит от множества факторов: метеорологических условий, физических свойств почвы, биологических особенностей и фазы развития растений [Хаджметов, 2018]. В разных почвенно-климатических зонах в различные по метеорологическим условиям годы потребность растений во влаге изменяется [Сидоров, 1988; Замятин, 2010].

Градиент потенциала влаги обеспечивает как внутripочвенный влагообмен, так и обмен влагой и элементами питания растений в системе почва–растение–атмосфера [Pertovici, 2010]. Перепад потенциала влаги в системе «почва – растение» является движущей силой по переносу влаги и определяет нижнюю границу доступной для растений влаги [Муромцев, 2016].

На фоне потепления климата Земли возникает необходимость более эффективно использовать почвенную влагу за счет нижних слоев почвы. Поэтому одним из условий, позволяющих проникновению корневой системы в более глубокие слои, является ее обработка [Дрепа, 2014; Судницын, 2008].

Получение высоких и стабильных урожаев возможно путем применения способов обработки, обеспечивающих накопление и рациональное расходование влаги. Своими работами Д.В. Ананичев [2012] показал, что безотвальные способы обработки почвы (плоскорезная и чизельная) в сочетании с мульчированием способствовали большему накоплению влаги в 0-150 см слое почвы.

Дополнительная влага в почве повышает урожайность. При без осенней механической обработке механическое воздействие на почву сведено к минимуму и, как результат, испарение влаги из почвы значительно снижается [Вольтерс, 2001].

Ячмень относится к засухоустойчивым культурам. Для прорастания семян необходимо 45-50 % воды от сухой массы. Растения испытывают дефицит влаги особенно в начале вегетации из-за слабо развитой корневой системы. Критическим периодом по водопотреблению являются IV-VI этапы органогенеза [Гораш, 2012; Лихочвор, 2010].

Процесс накопления влаги в осенне-зимний период и создание благоприятной водно-физической почвенной среды являются главными условиями формирования высоких урожаев ячменя. Поэтому поиск путей сохранения влаги является основной производственной задачей.

Определение влажности под посевами ярового ячменя отражена в приложениях 28-30, в таблице 3. Исследования влажности почвы проводили в пахотном слое 0-30 см.

Таблица 3

Влажность почвы (% от а.с. почвы) под посевами ярового ячменя в слое 0-30 см в зависимости от способа основной обработки почвы за годы исследований

Вид обработки почвы	Весна	Осень	В среднем за вегетацию
В севообороте с чистым паром			
Вспашка	28,37	21,33	24,85
Рыхление	28,50	22,10	25,30
Без осенней механической обработки	29,70	20,87	25,29
<b>Среднее по виду пара</b>	<b>28,86</b>	<b>21,43</b>	<b>25,15</b>
В севообороте с сидеральным паром			
Вспашка	28,60	23,67	26,14
Рыхление	30,70	24,93	27,82
Без осенней механической обработки	30,73	24,83	27,78
<b>Среднее по виду пара</b>	<b>30,01</b>	<b>24,48</b>	<b>27,24</b>

В течение вегетации ярового ячменя отмечается снижение влажности почвы в осенний период по сравнению с весенним на всем вариантам опыта от 20,87 до 30,73 %. В севообороте с чистым паром происходило снижение влажности с 29,70 до 20,87 % по способам обработки почвы, в севообороте с сидеральным паром этот показатель составил 30,73–23,67 %.

Наибольшая влажность почвы за период вегетации ярового ячменя отмечается в вариантах рыхление и без осенней механической обработки в обоих видах парового предшественника, что составило 25,30-27,82 % от а.с. почвы. При вспашке этот показатель был несколько ниже и составил 24,85-26,14 % от а.с. почвы.

Сравнительный анализ влажности почвы показал, что варианты рыхление и без осенней механической обработки способствовали увеличению влаги в среднем за вегетацию, по сравнению со вспашкой на 1,8% и 5,9%, соответственно, как в севообороте с чистым, так и севообороте с сидеральным паром. Сидеральный пар способствовал увеличению влажности на 7,7% по сравнению с чистым.

Таким образом, под посевами ярового ячменя были выявлены незначительные изменения объемной массы почвы по всем вариантам опыта и находились в пределах оптимальных значений для возделывания ярового ячменя 1,10-1,15 г/см<sup>3</sup>. Это является свидетельством высокой пластичности черноземов Среднего Поволжья. Варианты рыхление и без осенней механической обработки способствовали увеличению влаги в среднем за вегетацию, по сравнению со вспашкой на 1,8...5,9%, соответственно, в обоих видах парового предшественника. В целом сидеральный пар способствовал увеличению влажности на 7,7% по сравнению с чистым.

#### 4.2 Микробиологическая активность и общая биогенность почвы

Микробное сообщество почвы является чутким индикатором степени антропогенной нагрузки на экосистему. Нарушения состава и структуры микроорганизмов проявляется раньше, чем изменения физико-химических свойств почвы. Исследования не могут быть полными без изучения биодинамики почвы.

Результаты по определению почвенных бактерий, микромицетов и актиномицетов за трехлетний период 2005, 2007, 2008 гг. представлены в приложениях 3-8. Общая численность микроорганизмов в посевах ярового ячменя в севообороте с чистым и сидеральным паром отражена в приложениях 9-10.

**Микромицеты.** Наиболее удобным параметром биоиндикации служат почвенные микроскопические грибы (микромицеты) [Сенчакова, 2009; Терещенко, 2011].

Плесневые грибы, по-другому их называют микромицеты, являются самой малочисленной группой микроорганизмов, обитающих в почве. Их исчисление идет десятками тысяч на 1 грамм абсолютно сухой почвы (1 г а.с.почвы), но обладают колоссальным значением в почвообразовании. Многие

виды плесневых грибов являются индикаторами почвенного плодородия. [Билай, 1984].

Они обладают важной для почвообразования полиморфностью, способны производить заселение субстратов, производить превращение органических и минеральных соединений в белок другие метаболиты.

Результаты определения численности микромицетов, проведенные в 2005, 2007, 2008 гг. в посевах ярового ячменя в зависимости от различных способов основной обработки почвы и вида парового предшественника отражены в приложениях 2,3.

Изучение динамики численности микромицетов в течение вегетационного периода показало, что наибольшее их количество во всех изучаемых вариантах опыта было зафиксировано в середине вегетации в фазе кущения – выхода в трубку (2 срок определения) (рисунок 7), когда вследствие снижения влажности почвы ингибируется размножение бактерий, антагонистов микромицетов.

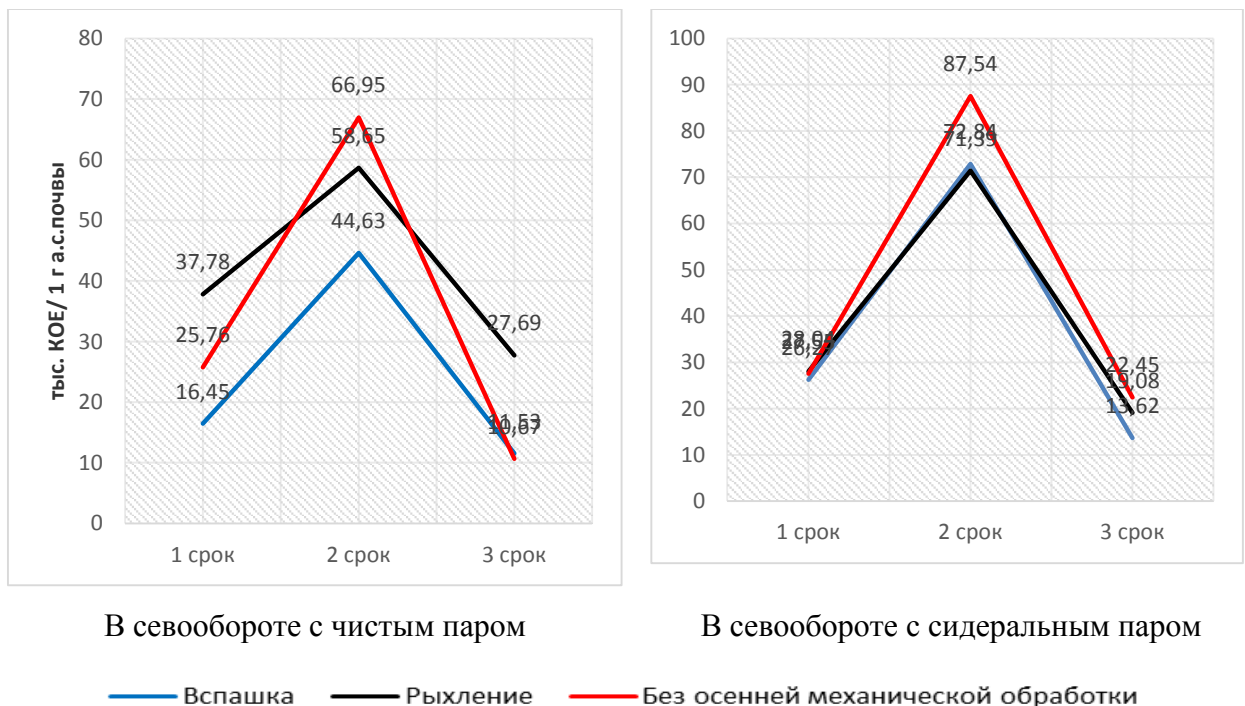


Рисунок 7. Динамика численности микромицетов (тыс. КОЕ/ 1г а.с. почвы) за вегетационный период ярового ячменя в зависимости от способа обработки почвы и севооборотов с чистым и сидеральным паром, в среднем за 2005, 2007, 2008 гг.

Динамика активности микромицетов в севообороте с сидеральным паром в вариантах со вспашкой и рыхлением находилась приблизительно на одном уровне и составила 72,84 и 71,39 тыс. КОЕ /1 г а.с. почвы, соответственно. В варианте без механической обработки почвы их численность была наивысшей в середине вегетации ячменя в севообороте с чистым паром составила 66,95 тыс. КОЕ /1 г а.с. почвы, в севообороте с сидеральным паром – 87,54 тыс. КОЕ /1 г а.с. почвы.

Рост численности микромицетов в середине вегетации объясняется тем, что в это время в почву поступают свежие растительные остатки в виде большого количества отмерших придаточных корней, опавших листьев. В конце вегетации отмечается снижение численности микромицетов. Аналогичная динамика наблюдается и в севообороте с сидеральным паром.

В севообороте с чистым паром основная масса микромицетов была сосредоточена в верхнем аэрированном 0-10 см слое (таблица 4). Там происходят аэробные процессы, которые приводят к ускоренному разложению органики (растительных остатков). По мере углубления активность снижается. Мицелий микромицетов агрегирует почвенные частицы, структурируя почву [Марковская, 2013]. Аналогичная картина сложилась и в севообороте с сидеральным паром.

Таблица 4

Численность микромицетов (тыс. КОЕ/ 1г а.с. почвы) за вегетационный период ярового ячменя в зависимости от способа обработки почвы и севооборотов с чистым и сидеральным паром по слоям в среднем за 2005, 2007, 2008 гг.

Вид обработки	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем за вегетацию
		Фаза всходов	Фаза кущения - выхода в трубку	После уборки	
В севообороте с чистым паром					
Вспашка	0-5	18,17	29,49	14,98	20,88
	5-10	14,41	59,53	16,99	30,31
	10-20	22,23	59,69	5,78	29,23
	20-30	11,00	29,84	8,40	16,41
	<b>0-30</b>	<b>16,45</b>	<b>44,63</b>	<b>11,53</b>	<b>24,20</b>



Рыхление	0-5	51,61	83,87	53,61	63,03
	5-10	33,95	67,81	24,95	42,24
	10-20	29,70	51,92	20,48	34,03
	20-30	11,87	31,15	11,74	18,25
	<b>0-30</b>	<b>31,78</b>	<b>58,65</b>	<b>27,69</b>	<b>39,38</b>
Без осенней механической обработки	0-5	43,00	64,52	14,97	40,83
	5-10	25,53	132,09	10,23	55,95
	10-20	18,58	34,91	8,02	20,51
	20-30	15,90	36,30	9,47	20,56
	<b>0-30</b>	<b>25,76</b>	<b>66,95</b>	<b>10,67</b>	<b>34,46</b>
Среднее по пару		<b>24,66</b>	<b>56,74</b>	<b>16,63</b>	<b>32,65</b>
В севообороте с сидеральным паром					
Вспашка	0-5	38,53	68,07	12,40	39,67
	5-10	27,19	97,60	10,44	45,08
	10-20	21,59	48,33	16,85	28,92
	20-30	17,76	77,33	14,73	36,61
	<b>0-30</b>	<b>26,27</b>	<b>72,84</b>	<b>13,62</b>	<b>37,57</b>
Рыхление	0-5	33,90	75,88	21,90	43,89
	5-10	29,10	106,77	19,49	51,79
	10-20	26,00	60,12	20,59	35,57
	20-30	23,18	42,78	14,36	26,78
	<b>0-30</b>	<b>28,04</b>	<b>71,39</b>	<b>19,08</b>	<b>39,50</b>
Без осенней механической обработки	0-5	40,55	109,69	34,26	61,50
	5-10	27,38	96,13	22,30	48,61
	10-20	26,15	83,62	21,87	43,88
	20-30	16,13	60,73	12,15	29,67
	<b>0-30</b>	<b>27,55</b>	<b>87,54</b>	<b>22,45</b>	<b>45,85</b>
Среднее по пару		<b>27,29</b>	<b>77,26</b>	<b>18,38</b>	<b>40,97</b>

Сидеральный пар в целом способствовал увеличению численности плесневых грибов во всех вариантах опыта. В варианте без осенней механической обработки почвы произошло увеличение численности на 23% по сравнению с чистым паром. На рыхление вид парового предшественника не оказал влияния, в то время как на вспашке активность микромицетов увеличилась на 35%.

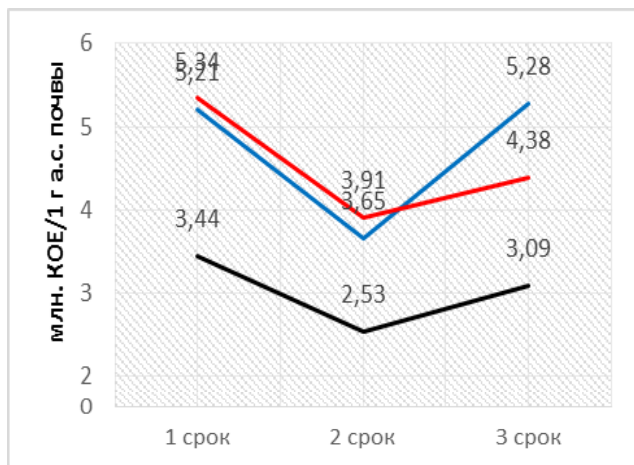
Таким образом, численность микромицетов менялась в зависимости от периода вегетации ярового ячменя, значения были выше в севообороте с сидеральным паром на 20% по сравнению с чистым. Вариант вспашка и без осенняя механическая обработка отличались в севообороте с чистым паром

24,2...34,46 тыс. КОЕ/ 1г а.с. почвы, в сидеральном пару 37,57...45,85 тыс. КОЕ/ 1г а.с. почвы. На вариант рыхление вид парового предшественника не повлиял и значение микромицетов находилось на уровне 39 тыс. КОЕ/ 1г а.с. почвы.

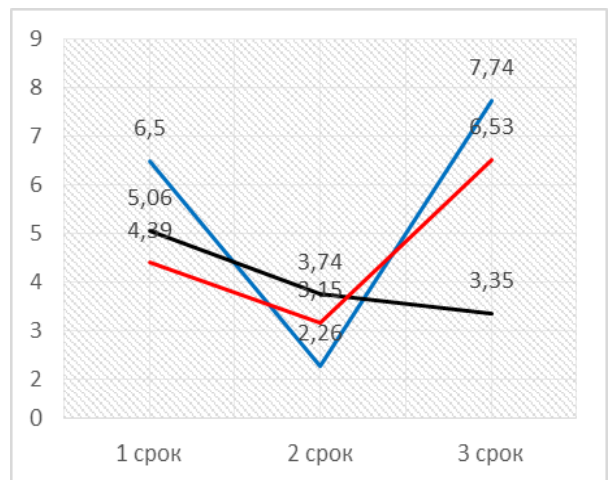
Заделка сидерата в паровом поле способствовала увеличению активности данной группы микроорганизмов за весь период вегетации ярового ячменя на 20%. Особенно это отразилось на варианте вспашка.

**Бактерии.** После микромицетов начинают разлагать органику бактерии. Бактерии наиболее многочисленная группа микроорганизмов в почве, их численность измеряется миллионами на 1 грамм абсолютно сухой почвы (1 г а.с. почвы). Данная группа микроорганизмов участвует в разложении органики на более поздних этапах, по сравнению с микромицетами. При помощи бактерий происходит разложение растительных остатков, азотфиксация, минерализация гумуса, окислительно-восстановительные процессы.

При изучении динамики численности бактерий в почве в течение вегетации ячменя (рисунок 8) в севообороте с чистым и сидеральным паром отмечается ярко выраженное снижение их активности (депрессия) в середине вегетации культуры в фазе кущения - выхода в трубку, вследствие снижения влаги в почве.



В севообороте с чистым паром



В севообороте с сидеральным паром

— Вспашка — Рыхление — Без осенней механической обработки

Рисунок 8. Динамика численности бактерий (млн. КОЕ/ 1г а.с. почвы) за вегетационный период ярового ячменя в зависимости от способа обработки почвы и севооборотов с чистым и сидеральным паром, в среднем за 2005, 2007, 2008 гг.

В севообороте с чистым паром наименьшие значения были в варианте с рыхлением и составило 2,53 млн. КОЕ/ 1 г а.с. почвы. Численность бактерий в варианте со вспашкой и без осенней механической обработки находились на одном уровне 3,35 и 3,91 млн. КОЕ/ 1 г а.с. почвы.

В севообороте с сидеральным паром наибольшая депрессия отмечается в варианте со вспашкой – 2,26 млн. КОЕ/ 1 г а.с. почвы. В варианте с рыхлением численность бактерий продолжала снижаться даже после уборки ячменя с 3,74 до 3,35 млн. КОЕ/ 1 г а.с. почвы.

После уборки ячменя происходит возрастание численности бактерий вследствие появления осенних осадков. Влияние парового предшественника также отразилось на бактериальной микрофлоре (таблица 5).

Таблица 5

Численность бактерий (млн. КОЕ/ 1г а.с. почвы) за вегетационный период ярового ячменя в зависимости от способа обработки почвы и севооборотов с чистым и сидеральным паром по слоям, в среднем за 2005, 2007, 2008 гг.

Вид обработки	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем за вегетацию
		Фаза всходов	Фаза кущения – выхода в трубку	После уборки	
<b>В севообороте с чистым паром</b>					
Вспашка	0-5	5,44	2,31	5,00	4,25
	5-10	11,05	5,04	7,12	7,73
	10-20	1,88	4,28	3,73	3,30
	20-30	2,47	2,96	5,27	3,57
	<b>0-30</b>	<b>5,21</b>	<b>3,65</b>	<b>5,28</b>	<b>4,71</b>
Рыхление	0-5	4,14	3,32	4,08	3,85
	5-10	3,71	3,13	3,64	3,49
	10-20	3,41	1,96	2,43	2,60
	20-30	2,50	1,71	2,21	2,14
	<b>0-30</b>	<b>3,44</b>	<b>2,53</b>	<b>3,09</b>	<b>3,02</b>
Без осенней механической обработки	0-5	4,96	3,37	7,64	5,32
	5-10	5,76	6,15	4,47	5,46
	10-20	6,72	3,28	3,02	4,34

	20-30	3,87	2,82	2,39	3,03
	<b>0-30</b>	<b>5,34</b>	<b>3,91</b>	<b>4,38</b>	<b>4,54</b>
Среднее по пару		<b>4,66</b>	<b>3,36</b>	<b>4,25</b>	<b>4,09</b>
В севообороте с сидеральным паром					
Вспашка	0-5	3,22	2,23	5,95	3,80
	5-10	12,96	1,79	4,09	6,28
	10-20	1,63	1,89	3,90	2,48
	20-30	8,20	3,13	17,01	9,45
	<b>0-30</b>	<b>6,50</b>	<b>2,26</b>	<b>7,74</b>	<b>5,50</b>
Рыхление	0-5	9,97	6,30	7,31	7,86
	5-10	3,17	2,65	1,98	2,60
	10-20	2,11	2,71	2,09	2,30
	20-30	5,00	3,30	2,01	3,44
	<b>0-30</b>	<b>5,06</b>	<b>3,74</b>	<b>3,35</b>	<b>4,05</b>
Без осенней механической обработки	0-5	4,67	5,00	5,10	4,92
	5-10	7,35	3,44	2,52	4,44
	10-20	3,84	1,96	15,68	7,16
	20-30	1,70	2,19	2,92	2,27
	<b>0-30</b>	<b>4,39</b>	<b>3,15</b>	<b>6,53</b>	<b>4,69</b>
Среднее по пару		<b>5,32</b>	<b>3,05</b>	<b>5,87</b>	<b>4,75</b>

В целом, сидеральный пар способствовал повышению численности бактерий на 13 % по сравнению с чистым паром. В среднем за вегетацию варианты с рыхлением и без осенней механической обработки показали снижение численности бактериальной микрофлоры, тогда как при вспашке сложились наиболее благоприятные условия как в севообороте с чистым, так и с сидеральным паром и находились в пределах 4,71...5,50 млн. КОЕ/1г а.с. почвы.

При распределении бактерий по слоям отмечается тенденция – основная масса их сосредоточена в верхнем аэрируемом слое (0-10 см), т.к. большая их часть является облигатными и факультативными аэробами.

Таким образом, по численности бактерий в середине вегетации ярового ячменя наблюдалась депрессия в зависимости от способа обработки почвы и вида пара, связанная с недостатком влаги. В конце вегетации отмечается увеличение численности бактерий по всем вариантам. Наиболее высокий

показатель был в варианте вспашка 5,28...7,74 млн. КОЕ/1г а.с. почвы, меньший показатель был в варианте без осенней механической обработки 4,38...6,53 млн. КОЕ/1г а.с. почвы, минимальный отмечается в варианте рыхление 3,09...3,35 млн. КОЕ/1г а.с. почвы. На вспашке в севообороте с сидеральным паром произошло увеличение численности бактерий на 14 % по сравнению с чистым, в варианте с рыхлением на 25 %. В варианте без осенней механической обработки почвы вид парового предшественника не повлиял на данную группу почвенных микроорганизмов.

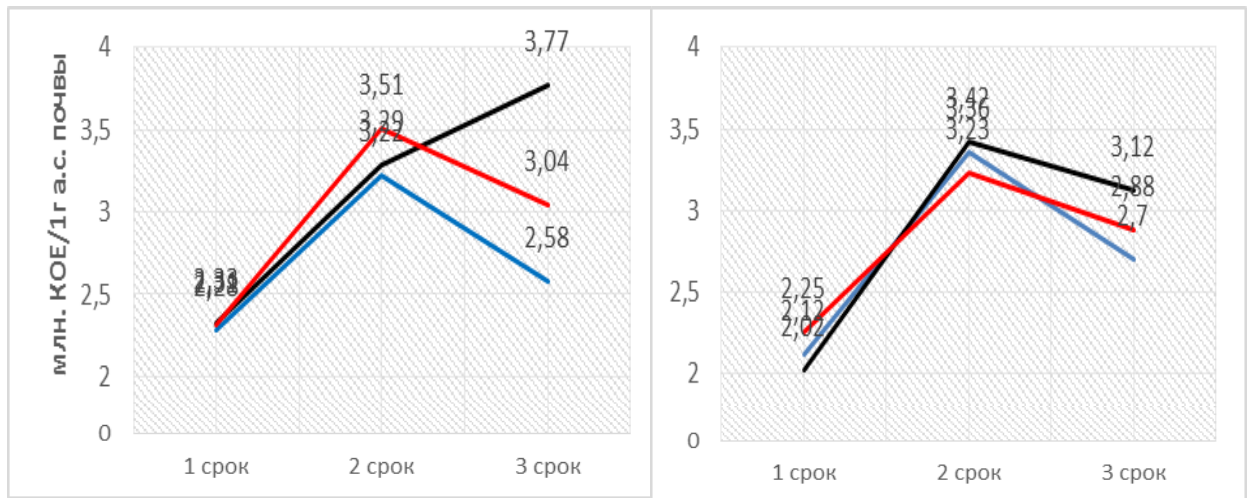
**Актиномицеты.** После микромицетов и бактерий в разложении органики участвуют актиномицеты. Они также относятся к важнейшей группе микроорганизмов, которые участвуют в почвообразовании. Актиномицеты являются переходной формой между грибами и бактериями. Как грибы, актиномицеты способны формировать ветвящийся мицелий, но в 5-7 раз более тонкому. Как бактерии они способны осваивать пространство, в которых отсутствуют свежие растительные остатки. Им требуется для размножения достаточно низкий уровень влажности почвы, им присуща высокая ферментативная активность.

Актиномицеты разлагают сложные полимеры (лигнин, хитин, целлюлозу, гумусовые вещества и др.). Они принимают участие в накоплении и формировании азотного баланса почвы [Звягинцев, 2001; Зенова, 2002].

Результаты активности актиномицетов в зависимости от вида парового предшественника и способа обработки почвы находятся в приложении 7,8.

При анализе динамики численности актиномицетов отмечено, что наименьшая их численность наблюдается в 1 срок определения после появления всходов ячменя, затем происходит возрастание в фазе кущения-выхода в трубку на 30 % как в севообороте с чистым, так и в севообороте с сидеральным паром, и снижение их активности в 3 срок определения после уборки культуры на 6% и 10 %, соответственно (рисунок 9). Такая тенденция отмечается многолетними исследованиями, проведенные на кафедре

«Ботаники, микробиологии и физиологии растений» [Марковская Г.К., Коваленко М.В., Кирысова Н.А., Степанова Ю.В.1998-2008].



В севообороте с чистым паром

В севообороте с сидеральным паром

— Вспашка — Рыхление — Без осенней механической обработки

Рисунок 9. Динамика численности актиномицетов (млн. КОЕ/ 1г а.с. почвы) за вегетационный период ярового ячменя в зависимости от способа обработки почвы и севооборотов с чистым и сидеральным паром, в среднем за 2005, 2007, 2008 гг.

Аналогичные результаты показаны Г.Д. Звягинцевым [2001], который установил, что в результате снижения влажности почвы, когда основная масса бактерий неактивна, активизируются актиномицеты.

Динамика численности актиномицетов за весь период вегетации ярового ячменя в зависимости от парового предшественника и вида обработки почвы отражена в таблице 6.

Таблица 6

Численность актиномицетов (млн. КОЕ/ 1г а.с. почвы) за вегетационный период ярового ячменя в зависимости от способа обработки почвы и севооборотов с чистым и сидеральным паром по слоям, в среднем за 2005, 2007, 2008 гг.

Вид обработки	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем за вегетацию
		Фаза всходов	Фаза кушения - выхода в трубку	После уборки	
В севообороте с чистым паром					
Вспашка	0-5	2,21	3,25	3,38	2,95

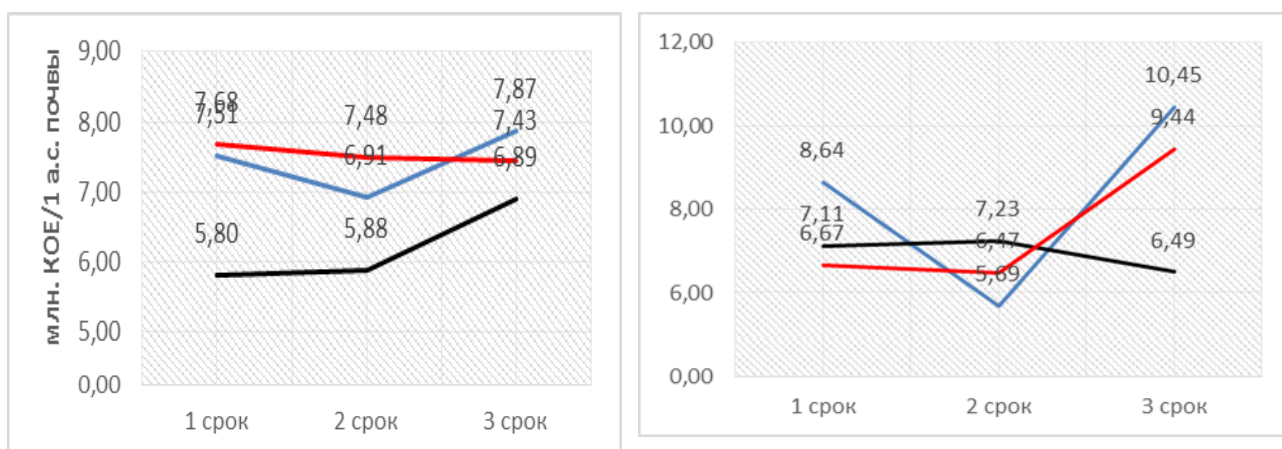
	5-10	2,52	3,52	2,72	2,92
	10-20	2,54	2,73	1,93	2,40
	20-30	1,86	3,37	2,31	2,51
	<b>0-30</b>	<b>2,28</b>	<b>3,22</b>	<b>2,58</b>	<b>2,69</b>
Рыхление	0-5	3,86	2,81	4,15	3,60
	5-10	2,54	3,85	4,90	3,76
	10-20	1,84	3,70	4,17	3,24
	20-30	1,06	2,78	1,85	1,90
	<b>0-30</b>	<b>2,33</b>	<b>3,29</b>	<b>3,77</b>	<b>3,13</b>
Без осенней механической обработки	0-5	2,20	3,11	3,06	2,79
	5-10	2,32	3,75	4,09	3,38
	10-20	2,92	3,52	2,73	3,06
	20-30	1,80	3,65	2,27	2,57
	<b>0-30</b>	<b>2,31</b>	<b>3,51</b>	<b>3,04</b>	<b>2,95</b>
Среднее по пару		<b>2,31</b>	<b>3,34</b>	<b>3,13</b>	<b>2,92</b>
В севообороте с сидеральным паром					
Вспашка	0-5	1,90	3,76	2,67	2,78
	5-10	1,65	3,38	1,07	2,03
	10-20	3,16	2,54	3,74	3,15
	20-30	1,76	3,74	3,32	2,94
	<b>0-30</b>	<b>2,12</b>	<b>3,36</b>	<b>2,70</b>	<b>2,72</b>
Рыхление	0-5	2,35	3,52	3,02	2,96
	5-10	1,86	3,76	3,35	2,99
	10-20	2,38	3,82	2,87	3,02
	20-30	1,49	2,57	3,25	2,44
	<b>0-30</b>	<b>2,02</b>	<b>3,42</b>	<b>3,12</b>	<b>2,85</b>
Без осенней механической обработки	0-5	2,35	3,56	2,01	2,64
	5-10	2,48	2,86	2,62	2,66
	10-20	2,44	2,76	4,18	3,13
	20-30	1,73	3,74	2,75	2,74
	<b>0-30</b>	<b>2,25</b>	<b>3,23</b>	<b>2,88</b>	<b>2,79</b>
Среднее по пару		<b>2,13</b>	<b>3,34</b>	<b>2,90</b>	<b>2,79</b>

Севооборот с чистым паром способствовал увеличению активности актиномицетов на 4,5 % по сравнению с сидеральным паром. Способ основной обработки почвы не оказал существенного влияния на численность актиномицетов.

Таким образом, наибольшая активность актиномицетов и микромицетов отмечается в середине вегетации ярового ячменя в фазе кущения выхода в трубку, когда у бактерий в этот период наблюдается

депрессия. В целом, за период исследования, за вегетацию наибольшая активность актиномицетов отмечается в севообороте с чистым паром, что свидетельствует о глубоких процессах разложения не только растительных остатков, но и гумусовых веществ. Следует отметить, что сидеральный пар способствует в большей степени сохранности гумуса, т.к. содержит меньшее количество актиномицетов.

**Общая биогенность почвы.** Интенсивность биологических процессов, протекающих в почве обеспечивается общей биогенностью почвы, суммарным отношением основных групп микроорганизмов (микросциетов, бактерий, актиномицетов). В почве присутствуют различные микроорганизмы, у которых различные требования к уровню плотности и влажности, к источникам питания, что позволяет поддерживать уровень биологической активности почвы в течение всего вегетационного периода культур. Динамика общей биогенности почвы за период вегетации ярового ячменя отражена на рисунке 10.



В севообороте с чистым паром

В севообороте с сидеральным паром

— Вспашка

— Рыхление

— Без осенней механической обработки

Рисунок 10. Динамика общей биогенности почвы (млн. КОЕ/ 1г а.с. почвы) за вегетационный период ярового ячменя в зависимости от способа обработки почвы и севооборотов с чистым и сидеральным паром, в среднем за 2005, 2007, 2008 гг.

При сравнительном анализе двух видов паров наблюдалось, что: общая биогенность в севообороте с сидеральным паром выше на 7 %, чем в



севообороте с чистым паром (таблица 7; приложение 9, 10). Сидеральный пар способствовал увеличению общей биогенности почвы и численности всех групп микроорганизмов даже в конце ротации севооборота.

Таблица 7

Общая биогенность почвы (млн. КОЕ/ 1г а.с. почвы) за вегетационный период ярового ячменя в зависимости от способа обработки почвы и севооборотов с чистым и сидеральным паром, в среднем за 2005, 2007, 2008 гг.

Вид обработки	Слой почвы, см	Сроки определения			В среднем за вегетацию
		Фаза всходов	Фаза выход в трубку-кущение	После уборки	
<b>В севообороте с чистым паром</b>					
Вспашка	0-5	7,67	5,59	8,39	7,22
	5-10	13,58	8,61	9,86	10,68
	10-20	4,44	7,08	5,66	5,73
	20-30	4,34	6,36	7,59	6,10
	<b>0-30</b>	<b>7,51</b>	<b>6,91</b>	<b>7,87</b>	<b>7,43</b>
Рыхление	0-5	8,05	6,22	8,28	7,52
	5-10	6,29	7,05	8,56	7,30
	10-20	5,28	5,72	6,62	5,87
	20-30	3,57	4,52	4,08	4,06
	<b>0-30</b>	<b>5,80</b>	<b>5,88</b>	<b>6,89</b>	<b>6,19</b>
Без осенней механической обработки	0-5	7,20	6,55	10,71	8,15
	5-10	8,11	10,03	8,57	8,90
	10-20	9,66	6,84	5,76	7,42
	20-30	5,69	6,51	4,67	5,62
	<b>0-30</b>	<b>7,68</b>	<b>7,48</b>	<b>7,43</b>	<b>7,53</b>
<b>Среднее по пару</b>		<b>6,99</b>	<b>6,76</b>	<b>7,40</b>	<b>7,05</b>
<b>В севообороте с сидеральным паром</b>					
Вспашка	0-5	5,16	6,06	8,64	6,62
	5-10	14,63	5,27	5,17	8,36
	10-20	4,81	4,48	7,66	5,65
	20-30	9,97	6,95	20,34	12,42
	<b>0-30</b>	<b>8,64</b>	<b>5,69</b>	<b>10,45</b>	<b>8,26</b>
Рыхление	0-5	12,35	9,89	10,36	10,87
	5-10	5,06	6,52	5,35	5,64
	10-20	4,51	6,59	4,98	5,36
	20-30	6,51	5,91	5,28	5,90
	<b>0-30</b>	<b>7,11</b>	<b>7,23</b>	<b>6,49</b>	<b>6,94</b>
Без осенней механической	0-5	7,06	8,67	7,15	7,62
	5-10	9,86	6,40	5,17	7,14

обработки	10-20	6,31	4,81	19,88	10,33
	20-30	3,44	6,00	5,68	5,04
	<b>0-30</b>	<b>6,67</b>	<b>6,47</b>	<b>9,44</b>	<b>7,52</b>
Среднее по пару		<b>7,47</b>	<b>6,46</b>	<b>8,79</b>	<b>7,57</b>

Способ основной обработки почвы, как показали исследования, не оказал значительного влияния на общую биогенность. По способу основной обработки почвы в варианте со вспашкой биогенность также особого влияния не оказала: по вспашке составляла 7,85; вариант с рыхлением – 6,57; вариант без осенней механической обработки почвы – 7,53 млн. КОЕ / 1 г а. с. почвы.

Но на распределение микроорганизмов по слоям способ обработки почвы оказывает существенное влияние. Так вариант по вспашке показал наибольшую биогенность почвы в слое 0-10 см в севообороте с чистым паром и составило 7,90...10,68 млн. КОЕ/1г а.с. почвы (таблица 7). А по сидеральному пару наибольшая биогенность отмечалась в более низком слое почвы – 20-30 см, имела большее значение и составляла 10,33...12,42 млн. КОЕ/1 г а.с. почвы.

В целом за весь период вегетации ярового ячменя наименьшие показатели численности показал вариант с рыхлением и находился в пределах 6,19...6,94 млн. КОЕ/1г а.с. почвы.

В варианте со вспашкой, в севообороте с сидеральным паром в среднем за вегетацию, в самом нижнем слое сложились наиболее благоприятные условия для микроорганизмов, их численность в 2,3 раза больше, по сравнению с вариантом рыхление и без осенней механической обработки.

При анализе соотношения численности общей биогенности основных групп микроорганизмов в севооборотах видно, что наиболее многочисленной группой являются бактерии (рисунок 11).

В севообороте как с чистым, так и с сидеральным паром под посевами ярового ячменя основной группой почвенных микроорганизмов являются бактерии, их количество находится в пределах 58-60%. Количество

актиномицетов в пределах 35-41% и совсем небольшое количество принадлежит микромицетам 1-5%.



В севообороте с чистым паром



В севообороте с сидеральным паром

Рисунок 11. Соотношение всех основных групп микроорганизмов в севообороте с чистым и сидеральным паром за весь период наблюдений.

Соотношение основных групп почвенных микроорганизмов в зависимости от способа обработки почвы, вида пара за весь период исследования отображено на рисунке 12.





В севообороте с чистым паром

В севообороте с сидеральным паром

Рисунок 12. Соотношение основных групп почвенных микроорганизмов в зависимости от способа обработки почвы, вида пара за весь период исследования.

При анализе соотношения основных групп почвенных микроорганизмов по способу основной обработки почвы видно, что в варианте вспашка и без осенней механической обработки бактерии находятся в пределах 60,3...66,5%, актиномицеты 33...39,2%, а микромицеты мене 1%. В варианте рыхление преобладают актиномицеты 41...50,5%, что является свидетельством накопления и обеспечения азотного баланса почвы.

М.П. Чуб [1988] была установлена зависимость интенсивности микробиологических процессов от гидротермических условий, так же, как и от агротехнических приёмов.

Нами также выявлена зависимость общей биогенности почвы от гидротермического коэффициента (ГТК). Так, в 2005 году ГТК был равен 0,55,

в 2007 году ГТК составил 1,02, в 2008 – 0,89 (при среднем многолетнем значении 0,83). (рисунок 13).

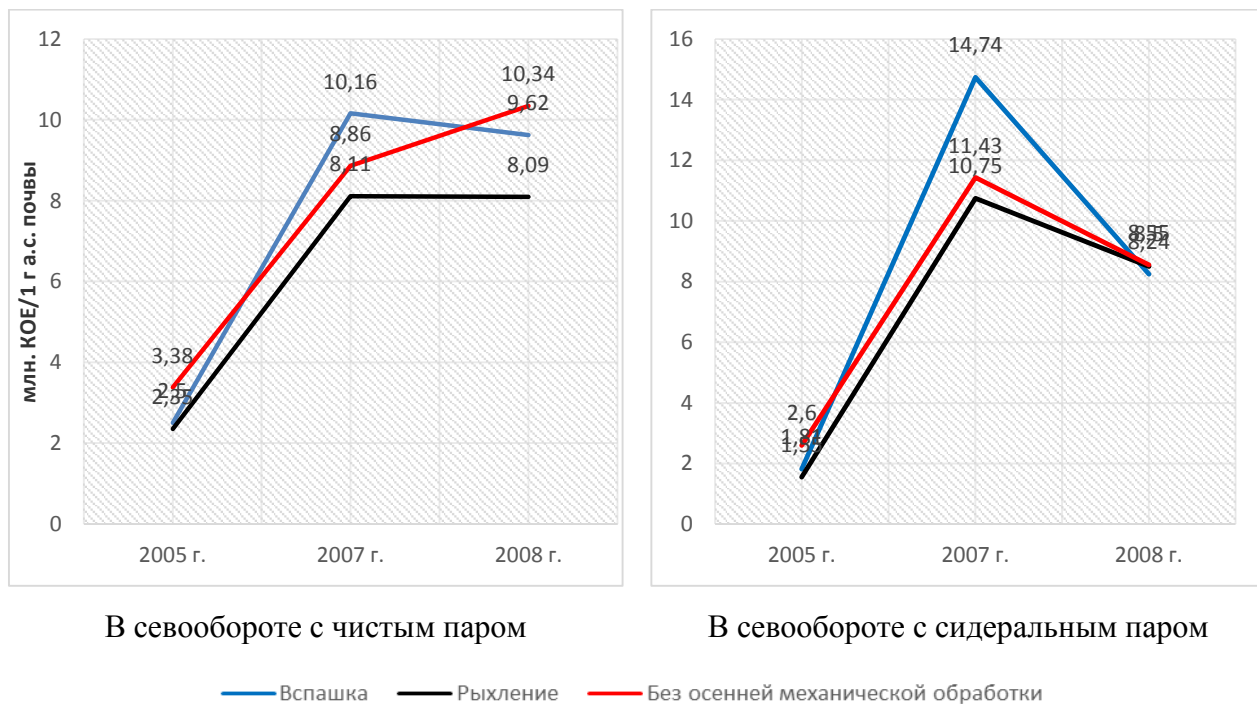


Рисунок 13. Динамика общей биогенности почвы (млн. КОЕ/ 1г а.с. почвы) за вегетационный период ярового ячменя в зависимости от способа обработки почвы и севооборотов с чистым и сидеральным паром, в среднем за 2005, 2007, 2008 гг.

Как в севообороте с чистым, так и с сидеральным паром наиболее благоприятные условия в посевах ярового ячменя для микроорганизмов сложились в варианте со вспашкой и без осенней механической обработки.

Биологическая активность почвы в зависимости от естественных условий увлажнения ярового ячменя, завершающий ротацию севооборота, может изменяться от 1,55 до 14,74 млн. КОЕ / 1 г а.с. почвы.

В севообороте с чистым паром численность общей биогенности не зависела от способа обработки почвы и находилась в пределах 2,35...3,38 млн. КОЕ/1г а.с. почвы в засушливом 2005 году, во влажные года 8,11...10,16 млн. КОЕ/1г а.с. почвы.

Следует отметить, что в варианте со вспашкой в севообороте с сидеральным паром колебания численности микроорганизмов составляют в засушливый 2005 год от 1,81 до 3,38 млн. КОЕ /1 г а.с. почвы и самый

влажный за весь период исследований 2007 год от 8,11 до 14,74 млн. КОЕ /1 г а.с. почвы.

В год с недостаточным увлажнением происходит угнетение почвенной микрофлоры (в 2005 г. ГТК 0,55), по сравнению с более влажными годами 2007-2008 (ГТК 1,02 и 0,89 соответственно). В экстремально засушливый 2005 год преимущество показала без осенняя механическая обработка почвы в обоих видах севооборота, отмечается преимущество чистого пара на 23%.

При сложившихся более благоприятных погодных условиях в 2007 г отмечается преимущество вспашки, в севообороте с чистым паром, общая численность почвенных микроорганизмов была ниже в 1,5 раза, чем в севообороте сидеральным паром.

В 2008 году в севообороте с сидеральным паром общая биогенность почвы была на одном уровне по всем способам основной обработки почвы. В севообороте с чистым паром отмечается преимущество варианта без осенней механической обработки почвы на фоне других и составило 10,34 млн. КОЕ / 1 г а.с. почвы.

Таким образом, общая биогенность почвы в большей степени зависит от погодных условий года, нежели от способа основной обработки.

#### 4.3 Ферментативная активность

Почвенное плодородие во многом зависит от численности микроорганизмов и интенсивности биохимических процессов протекающих под действием ферментативных систем.

Биосинтез белков-ферментов в живых организмах протекает в клетке на полирибосомах, специальных органеллах, в которые встраиваются м-РНК, содержащие генетическую информацию о строении синтезируемого белка. Поэтому белки-ферменты ответственны за наследственную передачу типа обмена веществ и его приспособительную изменчивость, при их помощи

реализуется действие генов, они катализируют в организмах тысячи химических реакций, из которых, складывается клеточный обмен. Благодаря ферментам химические реакции в организме осуществляются с большой скоростью, при физиологических условиях. Так, ферменты могут синтезироваться только внутри клеток живых организмов.

Ферменты почвы являются продуктами биосинтеза живых почвенных организмов: корней древесных и травянистых растений, мхов, лишайников, водорослей, грибов, микроорганизмов, простейших, насекомых, беспозвоночных и позвоночных животных, которые представлены в природе определенными совокупностями – биоценозами. В процессе жизнедеятельности почвенные организмы продуцируют вещества составляя живую фазу почвы, в том числе и ферменты. При отмирании и перегнивании живых организмов часть их ферментов разрушается, а часть, попадая в почву, сохраняет свою активность и катализирует почвенные химические реакции, участвуя в процессах почвообразования. В почве ферменты группируются в комплексы, в виде неких саморегулирующихся систем. При этом почвенные микроорганизмы, растения и животные постоянно пополняют уровень почвенных ферментов, так как многие из них являются короткоживущими. Важной чертой ферментативных комплексов почв является упорядоченность действия имеющихся групп ферментов. Она проявляется в том, что обеспечивается одновременное действие ряда ферментов, представляющих различные группы. Ферментативные комплексы, действуя в совокупности исключают накопление избытка каких-либо соединений в почве. Излишки накопившихся подвижных простых соединений (например, аммиак) временно связываются и направляются в циклы, завершающиеся образованием более сложных соединений.

О количестве ферментов косвенно судят по их активности, которая зависит от количества субстрата, самого фермента и от условий действия – температуры, концентрации компонентов, рН, состава среды, наличия активаторов, ингибиторов и др.

При оценке показателей биологического состояния почвы определяли ферментативную активность гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов, которые участвуют в основных процессах гумификации и минерализации почв, поэтому их активность – это существенный критерий плодородия почв. [Звягинцев Д.Г. и др. 2005]

Под действием ферментов происходит расщепление органики из менее доступных в более доступные для растений формы, протекают биохимические процессы, связанные с синтезом и распадом гумуса, окислительно-восстановительным режимом. Поэтому при оценке биологического состояния почвы необходимо учитывать ее ферментативную активность.

Ферменты отличаются друг от друга строгой специфичностью действия и сильной зависимостью от условий окружающей среды. Влияние особенностей почвы, способа обработки почвы, типа предшественника и других факторов на активность почвенных ферментов недостаточно изучено.

Наиболее исследованными почвенными ферментами являются гидролазы. Это большой класс ферментов, катализирующих реакции гидролиза органических веществ, влияя на различные связи: дисульфидные, пептидные, серо-углеродные и многие другие. К данному классу принадлежат ферменты уреазы и инвертазы, а также другие, которые являются важными показателями биологической активности. Так же важны ферменты, участвующие в биохимических процессах, связанных с синтезом и распадом гумуса, окислительно-восстановительным режимом почв, такие как каталаза и другие.

Изучались ферменты каталазы, уреазы и инвертазы в 2005 и 2007 годах. В целом 2005 год, благоприятный, с летней засухой. Повышенный температурный режим с небольшим прохладным периодом и недостатком осадков. Гидротермический коэффициент за период май-сентябрь 0,55 характеризует условия как очень засушливые. В 2007 году температурный режим неустойчивый с обильными дождями, атмосферной засухой в конце июля и августе, что не позволило получить высокие хозяйственные



результаты ни по качеству зерна, ни по его количеству. Гидротермический коэффициент за период май-сентябрь 1,02, характеризует условия как слабо засушливые.

Образцы почвы отбирались на разной глубине: 0-5, 5-10, 10-20 и 20-30 см на всех вариантах опыта в два срока: 1 срок – в начале вегетации, после появления всходов, 2 срок – сразу после уборки ярового ячменя, в четырехкратной повторности.

**Каталаза** (К.Ф.1.11.1.6) принадлежит к классу оксидоредуктаз. Расщепляет пероксид водорода в следующей реакции:  $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$ . Перекись водорода образуется в процессе дыхания растений и в результате биохимических реакций окисления органических веществ. Каталазное расщепление пероксида водорода представляет собой пероксидазную реакцию, когда пероксид водорода служит и в качестве субстрата, и в качестве акцептора. Фермент чрезвычайно широко распространен, характерен для живых организмов – найден у животных, растений и всех аэробных бактерий. Большое влияние на каталазную активность минеральных почв оказывает растительность. Почвы, находящиеся под растениями с мощной глубоко проникающей корневой системой, характеризуются высокой каталазной активностью. Особенность активности каталазы заключается в том, что вниз по профилю она мало изменяется, имеет обратную зависимость от влажности почв и прямую – от температуры.

В жидком состоянии молекулы пероксида водорода сильно ассоциированы благодаря водородным связям. По сравнению с водой пероксид водорода имеет более высокие плотность, вязкость и температуру кипения. Пероксид водорода каталитически разлагается при физиологических условиях, выделяя в первый момент атомарный кислород, который и является окислителем, способным разрушать клетки болезнетворных микроорганизмов и вредных спор. Пероксид водорода благодаря сильному окислительному действию известен как прекрасный дезинфектант и способен выполнять роль фунгицида, бактерицида, стимулятора прорастания семян и даже повышать

аэрационные свойства почвы, оставаясь при этом абсолютно экологически безопасным средством, не вызывающим негативных побочных действий. Улучшает насыщенность грунта кислородом, а также активизирует работу корневой системы.

Каталаза является одним из наиболее чувствительных ферментов, реагирует на изменение условий, происходящие в почвенной среде, обеспечивает процессы биогенеза гумусовых веществ, с образованием предгумусовых веществ и повышает аэрационные свойства почвы. Возрастание активности фермента характеризует интенсивную трансформацию гумусовых веществ в почве в сторону их минерализации, насыщенность грунта кислородом, активность работы корневой системы и обеспеченность доступными элементами питания возделываемых культур. [Зинченко и др., 2017].

В приложении 11, 12 представлены результаты исследования каталазной активности, являющейся косвенным показателем напряженности энергетических процессов, протекающие в почве.

В 2005 г. была исследована динамика каталазной активности в зависимости от способов обработки почвы, вида пара и слоя почвы за вегетацию ярового ячменя (рисунок 14).

В 2005 в начале вегетации активность каталазы была сравнительно низкой как в севообороте с чистым, так и в севообороте с сидеральным паром.

В севообороте с чистым паром в 1 срок определения отмечается некоторое снижение активности в верхних слоях (0-5 см) в сравнении с более глубокими (5-20 см). После уборки ячменя активность каталазы возрастает почти в 2 раза по всем вариантам. Наибольшая активность наблюдается в варианте вспашка и без осеняя механическая обработка (72,01 мкмоль  $\text{H}_2\text{O}_2$ /мин/г а.с. почвы). Меньшая активность наблюдается варианте с рыхлением.

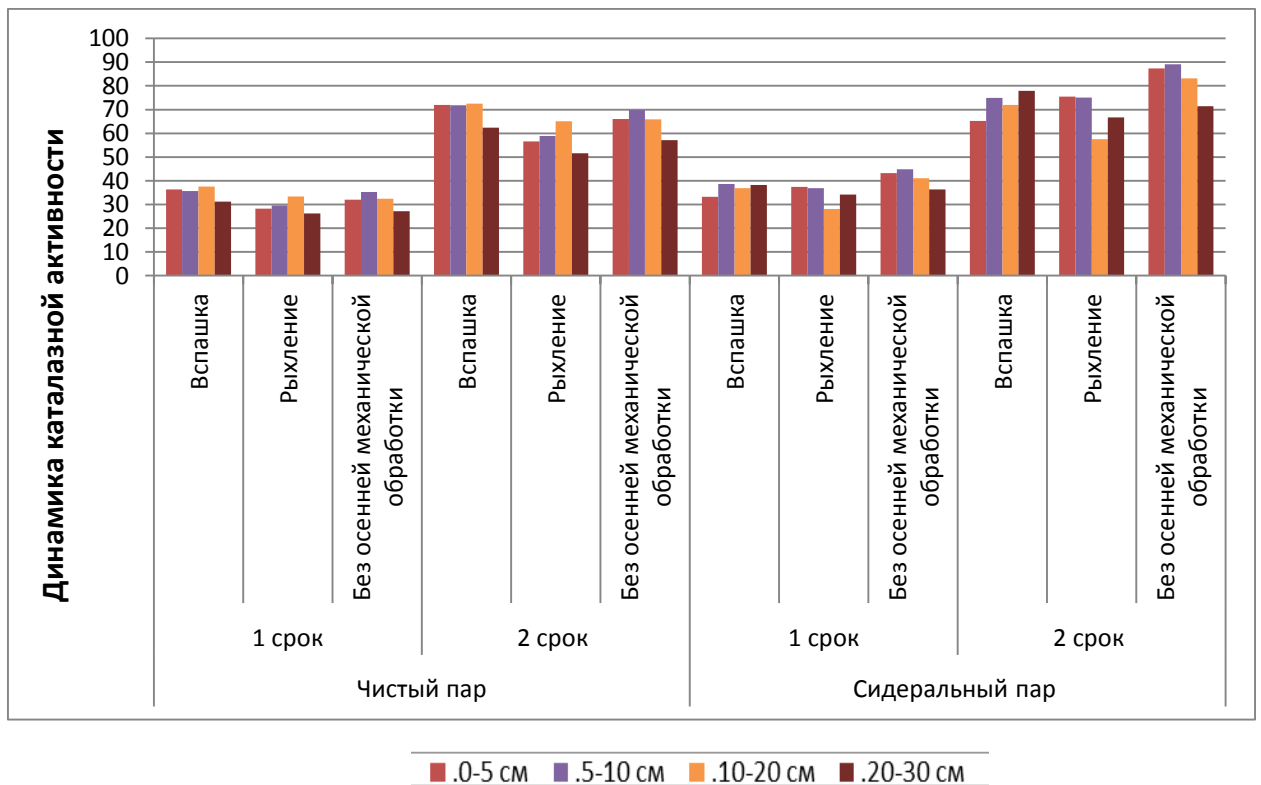


Рисунок 14. Динамика каталазной активности в зависимости от способов обработки почвы, вида пара, слоя почвы и срока отбора проб за вегетационный период в 2005 г., мкмоль  $H_2O_2$ /мин/г а.с. почвы

В севообороте с сидеральным паром наибольшая активность фермента отмечается в варианте с без осенней механической обработкой как в начале вегетации, так и после уборки культуры, в слое 0-10 см.

В целом, сидеральный пар в 2005 году способствовал увеличению каталазной активности на 14% в посевах последней культуры севооборота.

В 2007 г. отмечено снижение активности каталазы по всем вариантам опыта. Каталазная активность была выше в севообороте с чистым паром на 19%, чем в севообороте с сидеральным паром (рисунок 15). Это свидетельствует о преимущественных условиях для развития аэробной микрофлоры (установлена сильная положительная корреляционная связь ( $r_{\text{чистый пар}} = 0,91$ ;  $r_{\text{сидеральный пар}} = 0,91$ ) каталазной активности почвы с численностью бактерий).

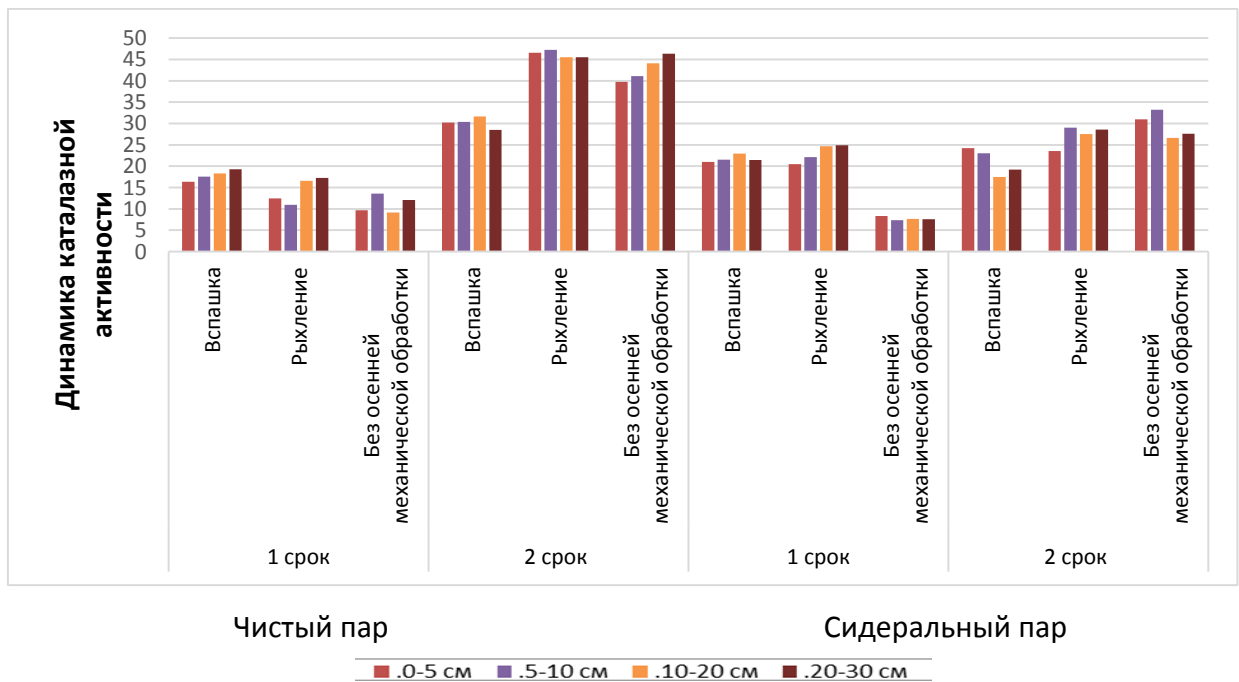


Рисунок 15. Динамика каталазной активности под посевами ярового ячменя в зависимости от способов обработки почвы, вида пара, слоя почвы и сроков отбора проб за вегетационный период в 2007 г., мкмоль  $H_2O_2$ /мин/г а.с. почвы

За весь период наблюдения отмечается увеличение активности в осенний период по всем вариантам обработки. В 2007 году в варианте с рыхлением в севообороте с чистым паром отмечается резкое увеличение активности после уборки культуры по всем слоям, более чем в 3 раза. В севообороте с сидеральным паром в варианте без осенней механической обработки наблюдается самый низкий уровень активности в начале вегетации, но после уборки происходит резкое увеличение каталазной активности более чем в 4 раза. Наибольшая активность отмечается в верхних слоях почвы 0-10 см.

Каталазная активность в зависимости от способов обработки почвы, вида пара, слоя почвы в среднем за вегетацию 2005, 2007 гг. под посевами ярового ячменя находилась в пределах от 34,5 до 43,6 мкмоль  $H_2O_2$  /мин на 1 г а.с. почвы, наибольшее колебание по вариантам отмечалось до 12 % (таблица 8). Существенного влияния способов основной обработки на активность этого фермента не выявлено.

Таблица 8

Каталазная активность почвы под посевами ярового ячменя в севообороте с чистым и сидеральным паром, в зависимости от способов обработки, слоя почвы и сроков отбора проб, мкмоль  $H_2O_2$ / мин / г а.с. почвы, в среднем за вегетацию 2005, 2007 гг.

Обработка почвы	Слой почвы, см	Фаза - всходы	После уборки ячменя	В среднем, за вегетацию
<b>В севообороте с чистым паром</b>				
Вспашка	0-5	26,38	51,09	38,74
	5-10	26,62	51,07	38,85
	10-20	27,89	52,07	39,98
	20-30	25,24	45,47	35,36
	<b>0-30</b>	<b>26,54</b>	<b>49,93</b>	<b>38,23</b>
Рыхление	0-5	20,38	51,57	35,98
	5-10	20,26	53,06	36,66
	10-20	24,98	55,29	40,14
	20-30	21,74	48,56	35,15
	<b>0-30</b>	<b>21,84</b>	<b>52,12</b>	<b>36,98</b>
Без осенней механической обработки	0-5	20,89	52,91	36,90
	5-10	24,41	55,46	39,94
	10-20	20,80	54,98	37,90
	20-30	19,61	51,76	35,69
	<b>0-30</b>	<b>21,43</b>	<b>53,78</b>	<b>37,61</b>
<b>В среднем по пару</b>		<b>23,27</b>	<b>51,94</b>	<b>37,61</b>
<b>В севообороте с сидеральным паром</b>				
Вспашка	0-5	27,15	44,71	35,93
	5-10	30,05	48,99	39,52
	10-20	29,90	44,71	37,30
	20-30	29,83	48,54	39,18
	<b>0-30</b>	<b>29,24</b>	<b>46,74</b>	<b>37,98</b>
Рыхление	0-5	28,94	49,50	39,23
	5-10	29,47	52,03	40,76
	10-20	26,40	42,56	34,48
	20-30	29,51	47,64	38,58
	<b>0-30</b>	<b>28,58</b>	<b>47,93</b>	<b>38,26</b>
Без осенней механической обработки	0-5	25,79	59,19	42,49
	5-10	26,11	61,13	43,62
	10-20	24,39	54,88	39,64
	20-30	21,96	49,52	35,75
	<b>0-30</b>	<b>24,56</b>	<b>56,18</b>	<b>40,37</b>
<b>В среднем по пару</b>		<b>27,46</b>	<b>50,28</b>	<b>38,87</b>
<b>В среднем по способу обработки</b>				
<b>В среднем по вспашке</b>		27,89	48,34	38,11
<b>В среднем по рыхлению</b>		25,21	50,03	37,62
<b>В среднем по без осенней механической обработке</b>		23,00	54,98	38,99

Активность каталазы почвы под посевами ярового ячменя в зависимости от вида пара, от способа обработки, слоя почвы и срока определения, в среднем за 2005, 2007 годы незначительно менялась по слоям почвы и была равна от 37,6 до 40,4 мкмоль  $H_2O_2$ / мин / г а.с. почвы, с незначительным повышением в слое почвы 5-10 см на 4-5 единиц активности фермента.

Отмечалось некоторое повышение активности каталазы почвы в зависимости от срока определения. Так, активность каталазы увеличилась в конце вегетации по сравнению с фазой всходов в 2,2 раза по чистому и в 1,8 раза по сидеральному пару. Хотя в среднем за вегетацию величины активности были сравнимы – 37,6 единиц по паровому предшественнику и 38,9 единиц по сидеральному.

Способ обработки почвы в различных видах пара на величину активности каталазы не повлиял.

**Уреаза.** Фермент уреазы, согласно Международной классификации ферментов, относится к третьему классу ферментов – классу гидролаз, подклассу амидаз, подподклассу карбамидаз (К.Ф. 3.5.1.5) катализирует реакции гидролитического расщепления мочевины на аммиак и диоксид углерода. В величине ферментативной активности почвы активность уреазы является одним из информативных показателей, характеризует азотный обмен в почве. Она выше в более плодородных почвах и повышается во всех почвах в периоды наибольшей биологической активности – в июле - августе.

В приложении 13,14 представлены результаты, определения уреазной активности.

Динамика уреазной активности под посевами ярового ячменя в зависимости от способов обработки почвы, вида пара, слоя почвы и сроков отбора проб за вегетацию 2005 года представлена на рисунке 16.

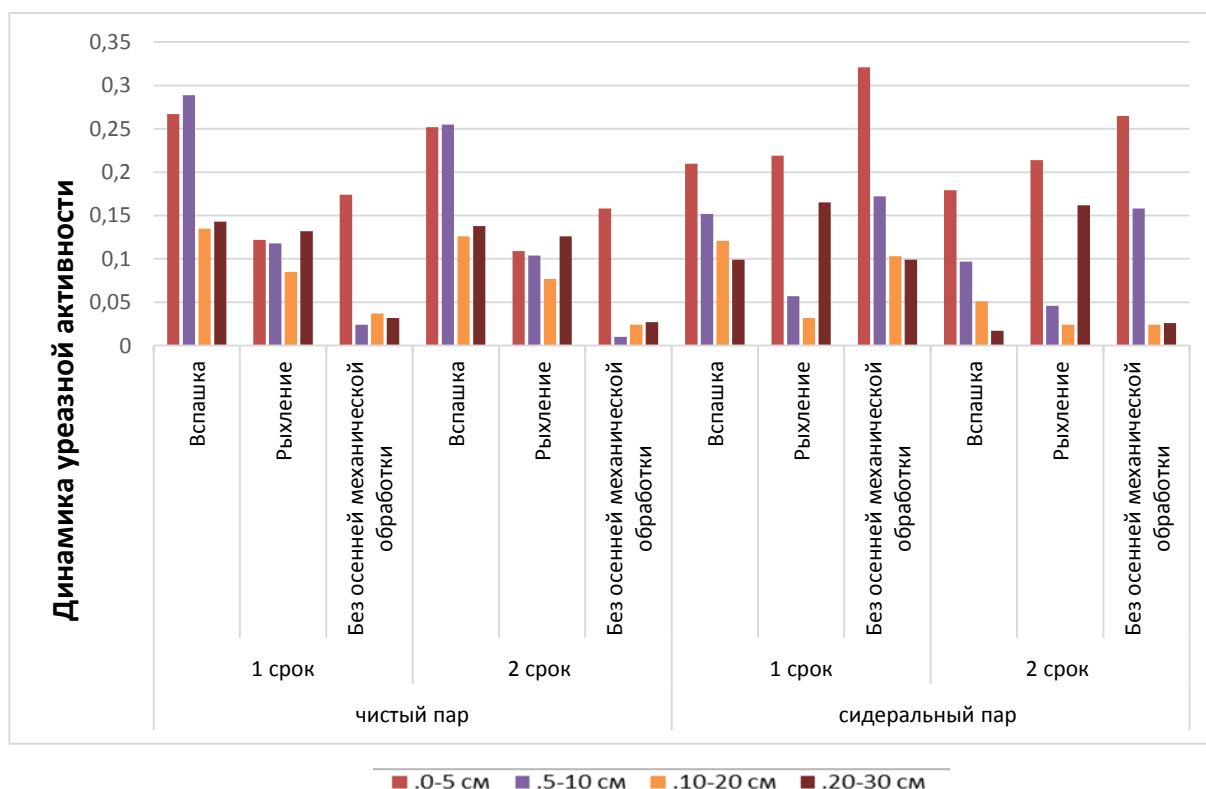


Рисунок 16. Динамика уреазной активности под посевами ярового ячменя в зависимости от способов обработки почвы, вида пара, слоя почвы и сроков отбора проб за вегетацию 2005 г., мкмоль  $\text{NH}_4^+$ /мин/1 г а.с. почвы

В 2005 году в севообороте с чистым паром на активность уреазы после уборки культуры благоприятно повлияла вспашка, однако сидеральный пар способствовал снижению активности в данном варианте. Наиболее активным оказался верхний слой 0-5 см по всем вариантам опыта. Во второй срок определения выявлено снижение уреазной активности.

В севообороте с чистым паром в 2005 году активность уреазы в фазе всходов была наиболее высокой в варианте со вспашкой в слое 0-5 и 5-10 см (0,267 и 0,289 мкмоль  $\text{NH}_4^+$ /мин/1 г а.с. почвы соответственно). После уборки (2 срок) активность в слоях 0-5 и 5-10 см выравнивается. По мере уменьшения нагрузки на почву активность снижается. Наименьший результат показал вариант без осенней механической обработки.

Однако в севообороте с сидеральным паром наиболее благоприятные условия сложились в варианте без осенней механической обработки. Активность уреазы составила в среднем за год 0,146 мкмоль  $\text{NH}_4^+$ /мин/1 г а.с.

почвы, что на 21 % выше, чем в варианте со вспашкой и рыхлением. В варианте со вспашкой и рыхлением активность была на одном уровне 0,115 мкмоль  $\text{NH}_4^+$ /мин/1 г а.с. почвы.

В 1 срок определения активность уреазы была выше по всем вариантам опыта более чем в 1,5 раза.

Таким образом, наиболее благоприятные условия уреазной активности в севообороте с чистым паром складывались в варианте со вспашкой. Согласно литературным источникам, конечные продукты деятельности уреазы – углекислота и аммонийный азот – являются полезными для растений, но снижение уреазной активности к моменту уборки растений способствует накоплению гидролизуемого и органического азота в почве [Щербакова, 1983]. Без осенняя механическая обработка оказала положительное влияние на уреазную активность почвы в севообороте с сидеральным паром.

Динамика уреазной активности в 2007 году под посевами ярового ячменя в зависимости от способов обработки почвы, вида пара, слоя почвы и сроков отбора проб за вегетацию представлена на рисунке 17.

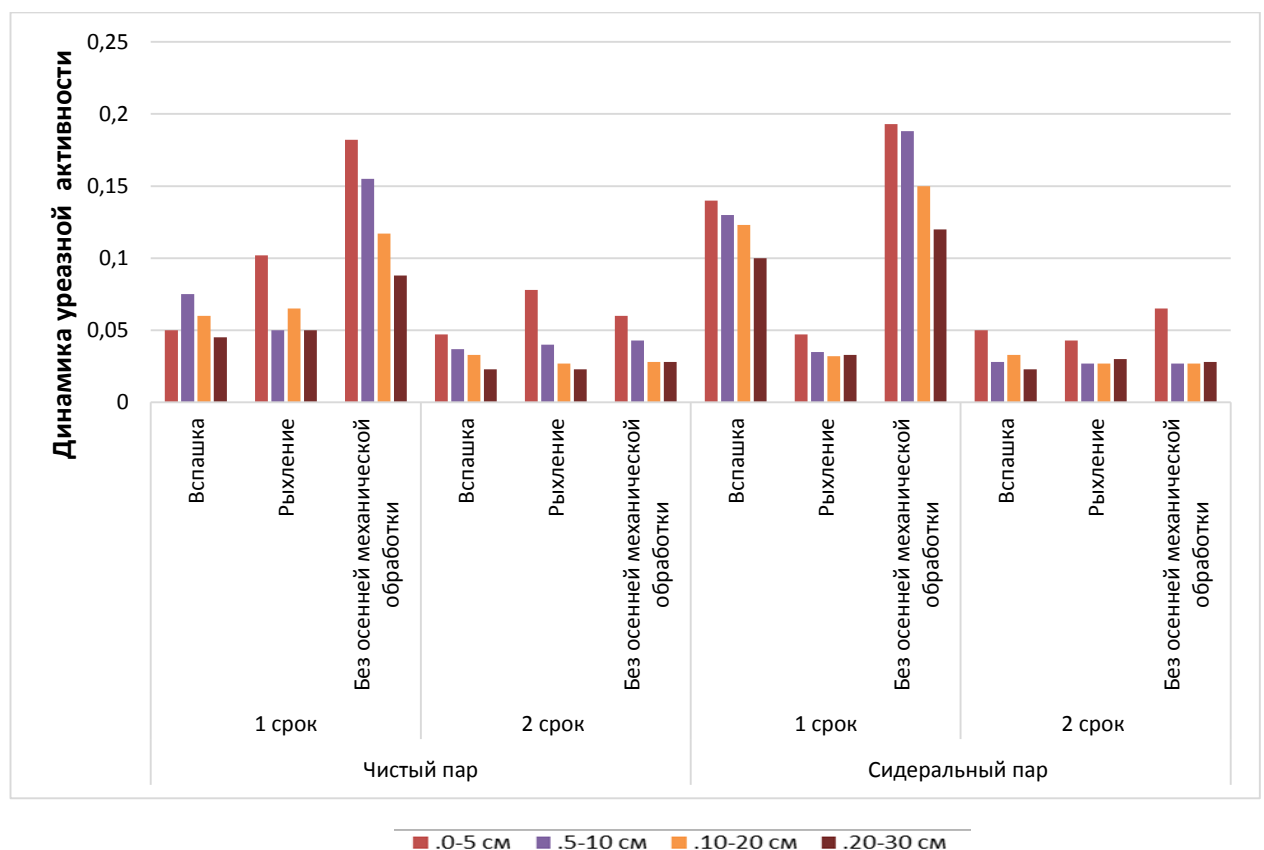




Рисунок 17. Динамика уреазной активности под посевами ярового ячменя в зависимости от способов обработки почвы, вида пара, слоя почвы и сроков отбора проб за вегетацию 2007 г., мкмоль  $\text{NH}_4^+$ /мин/г а.с. почвы

В 2007 году также наблюдается летняя депрессия активности уреазы. Как в севообороте с чистым, так и в севообороте с сидеральным паром наблюдается неравномерное распределение активности по слоям. В более глубоких слоях (20-30 см) отмечается наименьший уровень активности по всем вариантам опыта.

В обоих видах севооборота в 1 срок активность фермента была выше в варианте без осенней механической обработки.

Уреазная активность почвы под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, слоя почвы, сроков отбора проб и вида пара, в среднем за вегетацию 2005, 2007 гг. представлена в таблице 9.

Таблица 9

Уреазная активность под посевами ярового ячменя в севообороте с чистым и сидеральным паром, в зависимости от способов обработки почвы, слоя почвы и сроков отбора проб, мкМ/час 1г а.с. почвы, в среднем за вегетацию 2005, 2007 гг

Обработка почвы	Слой почвы, см	Фаза - всходы	После уборки ячменя	В среднем, за вегетацию
В севообороте с чистым паром				
Вспашка	0-5	0,159	0,150	0,154
	5-10	0,182	0,146	0,164
	10-20	0,098	0,080	0,089
	20-30	0,094	0,081	0,087
	<b>0-30</b>	<b>0,134</b>	<b>0,114</b>	<b>0,123</b>
Рыхление	0-5	0,112	0,094	0,103
	5-10	0,084	0,072	0,078
	10-20	0,075	0,052	0,064
	20-30	0,069	0,075	0,072
	<b>0-30</b>	<b>0,085</b>	<b>0,073</b>	<b>0,079</b>
Без осенней механической обработки	0-5	0,178	0,109	0,144
	5-10	0,090	0,027	0,058
	10-20	0,077	0,026	0,052
	20-30	0,060	0,028	0,044
	<b>0-30</b>	<b>0,102</b>	<b>0,048</b>	<b>0,074</b>
<b>В среднем по пару</b>		<b>0,107</b>	<b>0,078</b>	<b>0,092</b>

В севообороте с сидеральным паром				
Вспашка	0-5	0,175	0,115	0,145
	5-10	0,141	0,063	0,102
	10-20	0,122	0,042	0,082
	20-30	0,100	0,020	0,060
	<b>0-30</b>	<b>0,135</b>	<b>0,060</b>	<b>0,097</b>
Рыхление	0-5	0,133	0,129	0,131
	5-10	0,046	0,037	0,041
	10-20	0,032	0,026	0,029
	20-30	0,099	0,096	0,098
	<b>0-30</b>	<b>0,078</b>	<b>0,072</b>	<b>0,074</b>
Без осенней механической обработки	0-5	0,257	0,165	0,211
	5-10	0,180	0,093	0,137
	10-20	0,127	0,026	0,076
	20-30	0,110	0,027	0,068
	<b>0-30</b>	<b>0,169</b>	<b>0,078</b>	<b>0,123</b>
<b>В среднем по пару</b>		<b>0,127</b>	<b>0,070</b>	<b>0,098</b>
В среднем по способу обработки				
<b>В среднем по вспашке</b>		0,135	0,087	0,110
<b>В среднем по рыхлению</b>		0,082	0,073	0,077
<b>В среднем по без осенней механической обработке</b>		0,136	0,063	0,099

В среднем за годы исследования выявлено неравномерное распределение фермента слоям почвы. Активность уреазы была выше в верхних аэрируемых слоях почвы (0-5 и 5-10 см), что свидетельствует о высоком уровне обмена азотистых веществ. По мере углубления активность снижается, в среднем до 0,088. Активность уреазы в среднем по слою 0-30 см составляет 0,124 мкМоль  $\text{NH}_4^+$ /мин / г а.с. почвы.

Активность уреазы имела высокие значения в варианте вспашка на 36-40% по чистому пару, в варианте без осенней механической обработки на 21-40% по сидеральному пару по сравнению с другими вариантами. При снижении механической обработки почвы (от вспашки к без осенней механической обработки) происходит снижение активности фермента в слое 0-30 см.

В целом, сидеральный пар даже в посевах последней культуры севооборота способствовал незначительному увеличению активности

фермента уреазы, по сравнению с чистым паром на 6%, что может свидетельствовать о накоплении легкогидролизуемого азота в почве.

**Инвертаза** или  $\beta$ -фруктофуранозидфруктогидролаза (КФ 3.2.1.26) катализирует реакции гидролитического расщепления сахарозы на эквимолярные количества глюкозы и фруктозы, воздействует также на другие углеводы с образованием молекул фруктозы – энергетического продукта для жизни микроорганизмов, катализирует фруктозотрансферазные реакции. Инвертаза относится к группе гидролаз. Активность инвертазы лучше других ферментов отражает уровень плодородия и биологической активности почв. Наличие данного фермента в почве свидетельствует о наличии легкогидролизуемого органического вещества [Хазиев, 2005].

Результаты изучения фермента инвертазы представлены в приложении 15, 16.

В органическом веществе почвы достаточно большое количество углеводов – более 60% биомассы всех растительных остатков. Они входят в состав микробной клетки, в состав растительных остатков. Фермент способен к преобразованию углеводов растительных остатков, обладает иммобилизирующей способностью микробиоценоза почвы [Селявкин, 2015]. Исследования ряда авторов указывают на то, что активность инвертазы лучше других ферментов характеризует уровень почвенного плодородия и биологической активности почв.

Определение инвертазной активности в 2005 году под посевами ярового ячменя в зависимости от способов обработки почвы, вида пара, слоя почвы и сроков отбора проб представлено на рисунке 18.

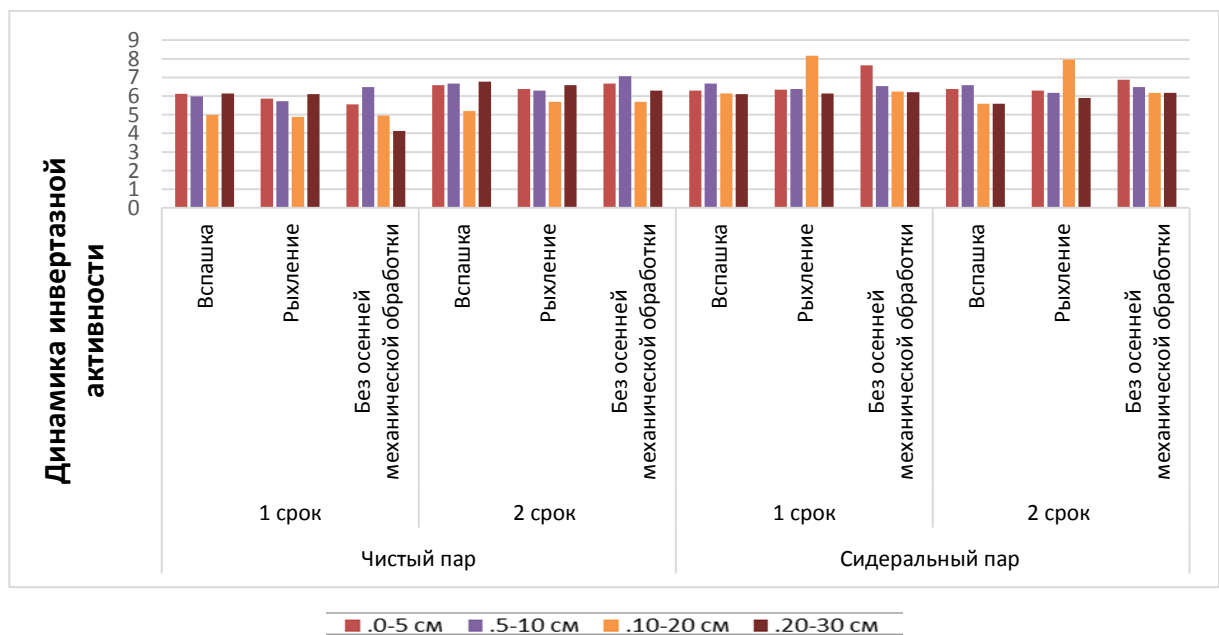


Рисунок 18. Динамика инвертазной активности под посевами ярового ячменя в зависимости от способов обработки почвы, вида пара, слоя почвы и сроков отбора проб в течение вегетации, 2005 г., мкмоль глюкозы/мин/г а.с. почвы.

Как в севообороте с чистым, так и в севообороте с сидеральным паром было отмечено равномерное распределение фермента по слоям по всем вариантам опыта в течение всего вегетационного периода. Способ основной обработки почвы, вид пара, срок определения на активность инвертазы не оказали влияния. Активность инвертазы находилась в пределах 3,75-6,46 мкмоль глюкозы/мин/г а.с. почвы.

В 2007 году отмечается неравномерное распределения фермента по слоям почвы, что связано с условиями увлажнения года. В варианте с без осенней механической обработкой после уборки культуры отмечают преимущества минимизации в слое 20-30 см, активность фермента увеличилась с 2,07 до 5,37 мкмоль глюкозы/мин/г а.с. почвы (в 3,5 раза). Севооборот с чистым паром способствовал незначительному увеличению активности (5,4 %) (рисунок 19).

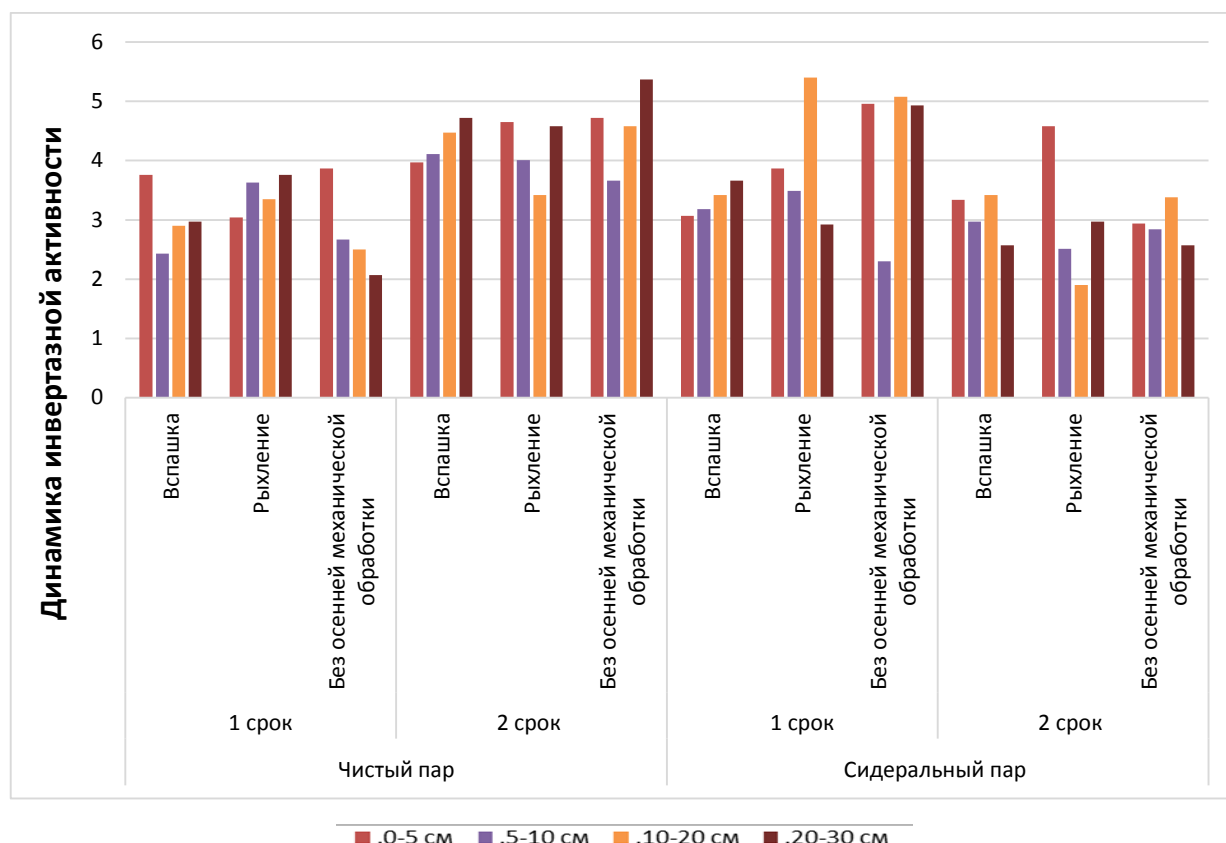


Рисунок 19. Динамика инвертазной активности под посевами ярового ячменя в зависимости от способов обработки почвы, вида пара, слоя почвы и сроков отбора проб в течение вегетации, 2007 г.,  $\mu\text{кмоль глюкозы/мин/г почвы}$

В севообороте с сидеральным паром наиболее активным был слой 10-20 см в варианте с рыхлением, однако после уборки культуры произошло сильное снижение активности в 2,8 раза, но возросла активность в верхнем слое 0-5 см (4,58  $\mu\text{кмоль глюкозы/мин/г а.с. почвы}$ ).

В целом, результаты исследований показывают, что в севообороте с чистым паром происходит более равномерное распределение фермента в слое 0-30 см. Наивысшая активность отмечается в варианте со вспашкой и рыхлением – в слое 20-30 см, в варианте без осенней механической обработки – в слое 0-5 см.

Активность инвертазы под посевами ячменя в зависимости от способов обработки, вида пара, слоя почвы и сроков отбора проб, в среднем за вегетацию 2005, 2007 г.г. представлена в таблице 10.

Таблица 10

Инвертазная активность под посевами ярового ячменя в севообороте с чистым и сидеральным паром, в зависимости от способов обработки, слоя почвы и сроков отбора проб, в мг образовавшейся глюкозы 1 г а.с. почвы/час, в среднем за вегетацию 2005, 2007 гг.

Обработка почвы	Слой почвы, см	Фаза - всходы	После уборки ячменя	В среднем
В севообороте с чистым паром				
Вспашка	0-5	4,94	5,28	5,11
	5-10	4,21	5,39	4,80
	10-20	3,95	4,83	4,39
	20-30	4,56	5,75	5,15
	<b>0-30</b>	<b>4,42</b>	<b>5,31</b>	<b>4,86</b>
Рыхление	0-5	4,46	5,52	4,98
	5-10	4,68	5,15	4,91
	10-20	4,12	4,56	4,33
	20-30	4,93	5,58	5,26
	<b>0-30</b>	<b>4,55</b>	<b>5,20</b>	<b>4,87</b>
Без осенней механической обработки	0-5	4,71	5,70	5,20
	5-10	4,58	5,36	4,97
	10-20	3,73	5,14	4,43
	20-30	3,10	5,83	4,46
	<b>0-30</b>	<b>4,03</b>	<b>5,51</b>	<b>4,77</b>
<b>В среднем по пару</b>		<b>4,33</b>	<b>5,34</b>	<b>4,83</b>
В севообороте с сидеральным паром				
Вспашка	0-5	4,68	4,86	4,77
	5-10	4,93	4,78	4,85
	10-20	4,78	4,51	4,64
	20-30	4,89	4,30	4,59
	<b>0-30</b>	<b>4,82</b>	<b>4,61</b>	<b>4,71</b>
Рыхление	0-5	5,11	5,44	5,27
	5-10	4,93	4,35	4,64
	10-20	6,78	4,93	5,85
	20-30	4,53	4,43	4,47
	<b>0-30</b>	<b>5,34</b>	<b>4,79</b>	<b>5,06</b>
Без осенней механической обработки	0-5	6,31	4,91	5,60
	5-10	4,42	4,66	4,54
	10-20	5,66	4,78	5,22
	20-30	5,57	4,38	4,97
	<b>0-30</b>	<b>5,49</b>	<b>4,68</b>	<b>5,09</b>
<b>В среднем по пару</b>		<b>5,21</b>	<b>4,69</b>	<b>4,95</b>
В среднем по способу обработки				
<b>В среднем по вспашке</b>		4,62	4,96	4,79
<b>В среднем по рыхлению</b>		4,95	5,00	4,97
<b>В среднем по без осенней механической обработке</b>		4,76	5,10	4,93

В варианте без осенней механической обработки происходит снижение активности в более глубоких слоях 10-30 см в севообороте с чистым паром. Это свидетельствует о низком содержании легкогидролизуемого органического углерода.

В севообороте с сидеральным паром происходит увеличение активности инвертазы в варианте с рыхлением и без осенней механической обработке в слое 0-5см по сравнению со вспашкой на 7-8%, что является свидетельством длительного эффекта сидерального пара.

Исходя из всего выше сказанного, можно сделать выводы, способ обработки почвы не оказал значительного влияния на активность ферментов, но повлиял на распределение уреазы по слоям почвы. Увеличение активности ферментов наблюдается в верхнем слое 0-10 см и снижение активности в более глубоких. Сидеральный пар даже в конце ротации севооборота способствовал увеличению активности почвенных ферментов.

#### 4.4 Накопление и разложение растительных остатков

Органическое вещество почвы – это общеизвестный показатель плодородия почвы [Сдобников, 1994; Возняковская, 1990]. Органика в почве является важнейшим источником питания для растений.

Органическое вещество включает частично и полностью трансформированные растительные и животные остатки, микробную массу, экскреции, гумусовые вещества. Время существования их составляет от нескольких часов до нескольких тысячелетий [Семенов, Когут, 2015].

Изучение процессов трансформации органического вещества имеет большое значение в связи с изменением климата и возрастанием уровня антропогенного воздействия на природные экосистемы. Даже знание количественных характеристик круговорота элементов необходимо для изучения механизмов их устойчивости и продуктивности, обоснования

прогноза эволюции в связи с изменением экологической обстановки. Происходит постоянный обмен минеральными элементами между растениями и почвой в экосистемах. Темпы разложения растительных остатков и высвобождения из них элементов питания зависят от индивидуальных особенностей химического состава растений и условий, в которых эти процессы протекают [Косых, 2009].

Для почвенного плодородия необходимо постоянное непрерывное поступление растительных остатков в почву. Снижение количества поступающих в почву растительных остатков наряду с их интенсивной минерализацией неизбежно приводит к снижению плодородия черноземных почв [Королев, 1998]

В процессе разложения растительных остатков может происходить как минерализация азота, так и его иммобилизация (накопление). Процессы деструкции органического вещества растений являются неотъемлемой частью биологического круговорота.

Компоненты органики по степени устойчивости разделяют на группы: минерализуемую и устойчивую. Минерализуемая группа обуславливает динамику процессов, протекающих в почве. Устойчивая группа характеризует генетическую принадлежность [Когут, Семенов, 2012].

Оценка компонентов органического вещества дает возможность описания структурно-функциональной организации почв, а также их реакции на агрогенные воздействия. Сложная по составу минерализуемая часть органики почвы представляет собой ближайший резерв для микробиологической трансформации, формирования потока CO<sub>2</sub> в атмосферу, синтеза гумусовых веществ и вовлечения биогенных элементов в круговорот. Поэтому может использоваться в качестве критерия для оценки режимов и плодородия почв, а также мониторинга агрогенной трансформации экосистем [Чупрова, 2017].

В результате проведенных исследований Г.И. Казаков [1997] отметил, что при вспашке и рыхлении создается более рыхлый пахотный слой. В



результате, в более аэрируемых слоях интенсивность микробиологических процессов происходит быстрее, что способствует наибольшему разложению органического вещества. При без осенней механической обработки, по его мнению, происходит уплотнение почвы и уменьшение биологической активности.

В приложениях 17 - 22 отражены результаты по накоплению и разложению растительных остатков за вегетационный период ярового ячменя в 2007-2008 гг. в севообороте с чистым и сидеральным паром.

По итогам 2007 года количество поступивших растительных остатков под посевами ярового ячменя в севообороте с чистым паром находилось в пределах 1,55...1,87 т/га, в севообороте с сидеральным паром 1,43...1,77 т/га. В севообороте с чистым паром больше всего растительных остатков поступило в варианте без осенней механической обработки 1,87 т/га, а вспашка и рыхление находились на одном уровне в пределах 1,55...1,59 т/га. В севообороте с сидеральным паром растительных остатков поступило в вариантах рыхление и без осенней механической обработки приблизительно одинаковое количество – 1,73...1,77 т/га, меньше – 1,43 т/га в варианте вспашка (рисунок 20).

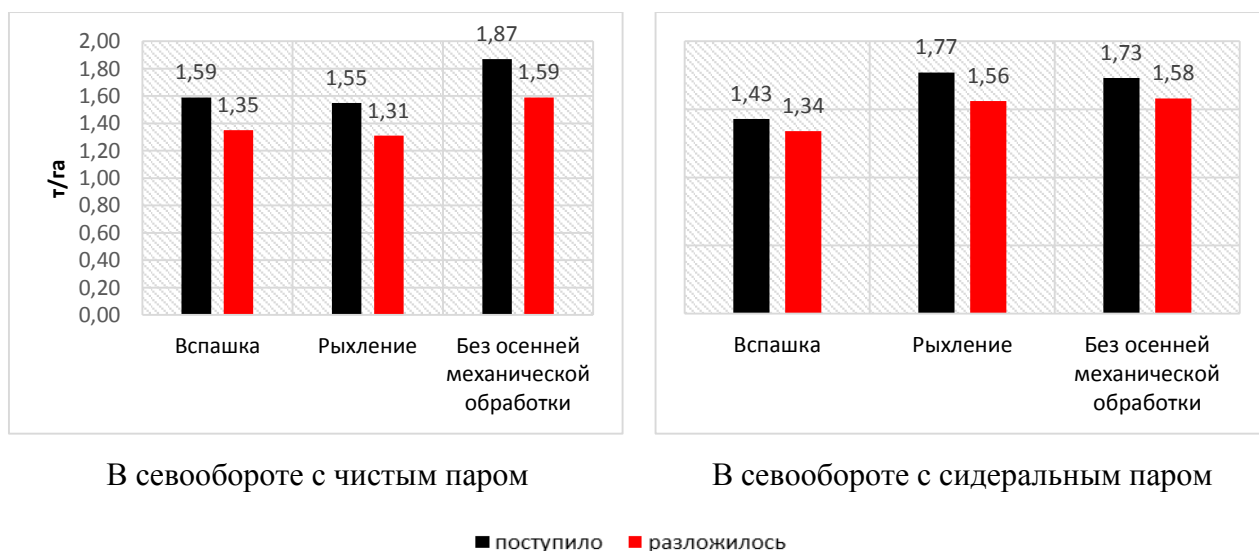


Рисунок 20. Поступление и разложение растительных остатков в зависимости от способов обработки почвы и вида пара под посевами ярового ячменя за 2007 г. в слое 0-40 см, т/га.

В севообороте с сидеральным паром вариант рыхление и без осенняя механическая обработка оказались на одном уровне как поступивших 1,77...1,73 т/га, так и разложившихся растительных остатков 1,56...1,58 т/га, соответственно.

Разложение растительных остатков в севообороте с чистым паром во всех вариантах находилась на уровне 85%. В севообороте с сидеральным паром степень разложения была выше, и составила в варианте со вспашкой – 94,3%, с рыхлением– 88,3% и без осенней механической обработки – 91,2 %. (рисунок 20, приложение 17, 18).

По итогам 2008 года отмечается более интенсивное поступление растительных остатков в почву за счет осадков, полученных в 2007 году, что привело к интенсивному развитию корневой системы как сорной растительности, так и самой культуры ярового ячменя. Именно 2007 год в Самарской области был наиболее увлажненным, ГТК составил 1,02 при среднемноголетнем значении 0,83. В этом году наибольшее количество растительных остатков как поступивших, так и разложившихся отмечается варианте без осенней механической обработки как в севообороте с чистым, так и в севообороте с сидеральным паром. Наименьшее поступление растительных остатков отмечается в варианте со вспашкой: 1,79 т/га в севообороте с чистым паром, 1,54 т/га в севообороте с чистым паром (рисунок 21).

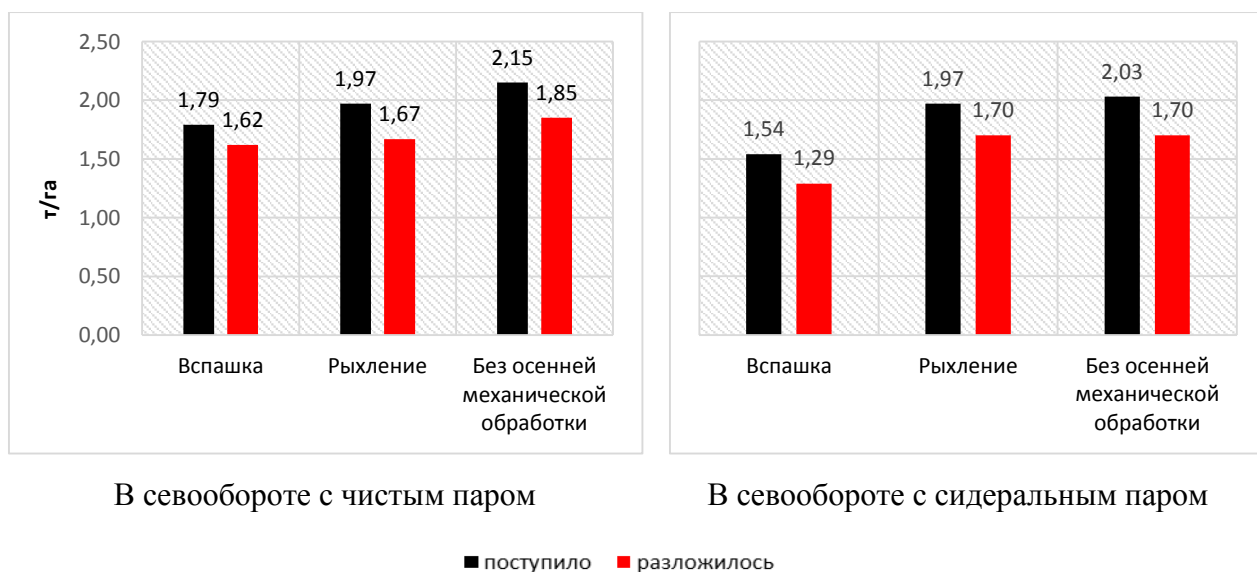


Рисунок 21. Поступление и разложение растительных остатков в зависимости от способов обработки почвы и вида пара под посевами ярового ячменя за 2008 г. в слое 0-40 см, т/га.

Как в севообороте с чистым, так и в севообороте с сидеральным паром минимальное количество поступившей органики было по вспашке 1,54-1,79 т/га, увеличивалось в варианте рыхление 1,97 т/га, а максимальное количество отмечалось в варианте без осенней механической обработки, что составило 2,03-2,15 т/га. В варианте без осенней механической обработки при всех паровых предшественниках произошло увеличение поступления органических веществ по сравнению со вспашкой и рыхлением на 20 и 14 %, соответственно.

Количество разложившихся веществ в севооборотах с чистым и сидеральным паром было меньше по сравнению с их поступлением, в варианте вспашка разложение составило 90,5...83,8 %, в варианте рыхление – 84,8...86,3% и без осенней механической обработки – 86,0...83,7%, соответственно. (рисунок 21, приложение 19, 20).

Результаты изучения накопления, разложения и интенсивности разложения растительных остатков под посевами ярового ячменя в слое 0-40 см почвы (т/га) в зависимости от способов основной обработки почвы и вида пара, за период 2007, 2008 гг. представлены в таблице 11.

Таблица 11

Накопление и разложение растительных остатков под посевами ярового ячменя в слое 0-40 см почвы в зависимости от способов основной обработки почвы, в среднем за 2007, 2008 гг.

Варианты опыта	Накопление растительных остатков, т/га					Разложи-лось, т/га	Интенсивность разложе-ния, %
	Весна	Осень					
	Растите-льные остатки	Пожнив-ные остатки	Корне-вые остат-ки	Остатки прошлых лет	Всего		
<b>В севообороте с чистым паром</b>							
Вспашка	1,69	2,01	0,54	0,21	2,76	1,49	87,6
Рыхление	1,76	2,06	0,83	0,27	3,16	1,50	84,9
Без осенней механической обработки	2,01	2,22	0,62	0,29	3,12	1,72	85,6

<b>В среднем по чистому пару</b>	<b>1,82</b>	<b>2,10</b>	<b>0,66</b>	<b>0,26</b>	<b>3,01</b>	<b>1,57</b>	<b>86,0</b>
<b>В севообороте с сидеральным паром</b>							
Вспашка	1,49	2,46	0,96	0,17	3,58	1,32	89,0
Рыхление	1,88	1,40	0,64	0,24	2,29	1,64	87,3
Без осенней механической обработки	1,89	1,80	0,86	0,24	2,90	1,64	87,4
<b>В среднем по сидеральному пару</b>	<b>1,75</b>	<b>1,89</b>	<b>0,82</b>	<b>0,22</b>	<b>2,91</b>	<b>1,53</b>	<b>87,4</b>
<b>В среднем по способам обработки почвы</b>							
<b>В среднем по вспашке</b>	<b>1,59</b>	<b>2,24</b>	<b>0,75</b>	<b>0,19</b>	<b>3,17</b>	<b>1,41</b>	<b>88,3</b>
<b>В среднем по рыхлению</b>	<b>1,82</b>	<b>1,73</b>	<b>0,74</b>	<b>0,26</b>	<b>2,73</b>	<b>1,57</b>	<b>86,1</b>
<b>В среднем по без осенней механической обработки</b>	<b>1,95</b>	<b>2,01</b>	<b>0,74</b>	<b>0,27</b>	<b>3,01</b>	<b>1,68</b>	<b>86,5</b>

При анализе данных в среднем за 2007-2008 гг. наибольшие результаты поступивших весенних растительных остатков отмечается в севообороте с чистым паром, в варианте без осенней механической обработки почвы - 2,01 т/га, что связано с большей засоренностью посевов.

При использовании сидеральных культур, поступление дополнительных порций «свежего» растительного материала с соломой и сидератами способствует увеличению минерализации органики и, обуславливая «затравочный эффект», повышает интенсивность его разложения и высвобождения питательных элементов. В.В. Чупровой установлено [1997; 2001], что интенсивность минерализации определяется в первую очередь запасом растительного вещества в почве, а затем уже гидротермическими условиями.

Даже при дефиците почвенной влаги разложение растительных остатков протекает с большой интенсивностью, стимулированное непрерывным в течение лета поступлением в почву свежего растительного материала.

При детальном рассмотрении деструкции растительных остатков по годам видно, что в 2007 году как в севообороте с чистым, так и в севообороте с сидеральным паром интенсивность этого процесса была выше в варианте со вспашкой.

Наименьшее весеннее количество неразложившейся органики как в севообороте с чистым, так и в севообороте с сидеральным паром наблюдается в варианте со вспашкой 1,69 т/га и 1,49 т/га, соответственно (таблица 12). В более аэрируемых слоях интенсивность микробиологических процессов происходит быстрее, что способствует наибольшему разложению органического вещества.

В вариантах с минимализацией (рыхление и без осенняя механическая обработка почвы), поступления органики находятся на одном уровне, что связано с большим количеством пожнивных, корневых остатков и остатков прошлых лет. Вид парового предшественника не повлиял на процесс разложения растительных остатков, но повлиял на способ обработки почвы. В варианте вспашка процесс разложения растительных остатков протекал более интенсивно.

В обоих видах парового предшественника подтверждается прямое влияние общей биогенности и способа обработки почвы на процесс разложения органического вещества (таблица 12).

Таблица 12

Разложение растительных остатков под посевами ячменя (%) в зависимости от общей биогенности почвы (млн. КОЕ / 1 г а.с.п.) за 2007-2008 гг. в пахотном слое почвы

Варианты опыта	2007		2008		В среднем	
	Общая биогенность	Разложение	Общая биогенность	Разложение	Общая биогенность	Разложение
В севообороте с чистым паром						
Вспашка	10,16	84,9	9,62	90,2	9,89	87,6
Рыхление	8,11	85,0	8,09	84,8	8,10	84,9
Без осенней механической обработки	8,86	85,0	10,34	86,1	9,60	85,6
В среднем по пару	9,04	84,97	9,35	87,03	9,20	86,03

В севообороте с сидеральным паром						
Вспашка	14,74	94,3	8,24	83,7	11,49	89,0
Рыхление	10,75	88,3	8,53	86,3	9,64	87,3
Без осенней механической обработки	11,43	91,2	8,55	83,7	9,99	87,4
В среднем по пару	12,31	91,27	8,44	84,57	10,37	87,90
В среднем по способам обработки почвы						
В среднем по вспашке	12,45	89,60	8,93	86,95	10,69	88,30
В среднем по рыхлению	9,43	86,65	8,31	85,55	8,87	86,10
В среднем по без осенней механической обработки	10,15	88,10	9,45	84,90	9,80	86,50

Как в 2007 г., так и в 2008 г. отмечается достаточное увлажнение почвы (ГТК 1,02 и 0,89 соответственно), что привело к интенсивным процессам разложения растительных остатков. Выявлена зависимость общей биогенности почвы и интенсивности разложения растительных остатков. Вид парового предшественника практически не повлиял на процесс разложения растительных остатков, но повлиял на способ обработки почвы. В варианте вспашка интенсивность разложения растительных остатков протекала более интенсивно и составила 88,30%. В варианте рыхление и без осенней механической обработки находилось на одном уровне 86,10...86,50%.

#### 4.5 Урожайность ярового ячменя в севообороте с чистым и сидеральным паром

Итоговым показателем при оценке различных систем основной обработки почвы является величина и качество урожая, который отражает действие на растение всех условий возделывания, изменяемых с помощью климатических особенностей, а также изменяемых агротехнических условий.

В технологиях возделывания ярового ячменя обработка почвы является важнейшим агротехническим приемом, способствующим созданию благоприятных почвенных фитосанитарных условий и формированию высокой урожайности [Шикула, 1987].

Давно известный факт, что обработка почвы влияет на урожай, но вопрос о том, какая она должна быть под определенную культуру, еще во многом спорен. Один и тот же прием может по-разному проявить себя в разных агроклиматических условиях.

Положительное влияние плоскорезных, минимальных и безотвальных обработок на продуктивность сельскохозяйственных культур выявлено во многих научных учреждениях. При этом при минимализации обработки почвы на урожайность сельскохозяйственных культур не только не снижается, но, в ряде случаев, даже увеличивается при общем уменьшении энергозатрат на возделывание [Гулидова, 1998; Тарчоков, 1998; Сираев, 1999].

В то же время ряд исследователей отмечают снижение урожайности ячменя при минимализации основной обработки почвы [Вислобокова, 2012; Морозов, 2000; Анисимов, 2011].

Г.В. Божанова [2015] свои исследования проводила на выщелоченном, среднемошном, тяжелосуглинистом черноземе Кемеровской области. При нулевой системе зяблевой обработки почвы урожайность ячменя при посеве в чистом виде составила 2,73 т / га, что является наиболее высоким показателем в целом по опыту.

В условиях Западной Сибири при оптимальных условиях различия между вспашкой и без осенней механической обработки были немного выше по технологии без осенней механической обработки на 2,8 т/га. Если учесть затраты на обработку почвы (примерно 25% от общих затрат), экономический эффект данной технологии очевиден [Власенко, 2015].

Таким образом, разноречивость мнений о способах, приемах и систем обработки почвы по их влиянию на урожайность ярового ячменя дают основание для проведения дальнейших исследований в этой области.

Определение урожайности зерна ярового ячменя сорта Поволжский 65 проводили в 2005-2008 годах. Данные по влиянию способов основной обработки почвы, вида пара по различным годам представлены в таблице 13.

Таблица 13

Урожайность ярового ячменя сорта Поволжский 65 в зависимости от способов обработки почвы и вида пара, за 2005, 2006, 2007, 2008 гг., т/га

Варианты опыта	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	В среднем
В севообороте с чистым паром					
Вспашка	1,37	2,74	2,04	2,58	2,18
Рыхление	1,56	2,96	1,58	2,51	2,15
Без осенней механической обработки	1,39	3,11	1,87	2,54	2,23
В севообороте с сидеральным паром					
Вспашка	1,59	2,19	1,30	2,49	1,89
Рыхление	1,54	2,29	1,92	2,61	2,09
Без осенней механической обработки	1,39	2,56	2,07	2,53	2,18

\* Фактор А – вид пара, фактор В – способ обработки почвы, НСР 0.5

2005	НСР 05 об	0,25
	А	0,15
	В	0,18
2006	НСР 05 об	0,34
	А	0,20
	В	0,24
2007	НСР 05 об	0,41
	А	0,24
	В	0,29
2008	НСР 05 об	0,50
	А	0,29
	В	0,35

Проведенные исследования в засушливом 2005 г. (ГТК 0,55) показали положительное последствие сидерального пара на урожайность зерна ярового ячменя лишь в варианте со вспашкой, она была выше чем в севообороте с чистым паром на 16% (таблица 17). Это связано с тем, что при вспашке растительные остатки в том, числе сидеральной культуры заделываются в более глубокие слои почвы и минерализуются медленней, чем при минимализации обработки почвы и оказывают положительное влияние на культуру более продолжительный срок.



В вариантах с рыхлением и без осенней механической обработки влияние вида парового предшественника не отмечено, так остатки сидеральной культуры заделанные поверхности в аэробных условиях разлагаются очень быстро. В севообороте с чистым и сидеральным паром наибольшая урожайность зерна ярового ячменя была получена в варианте с рыхлением, на 12 % выше, чем при вспашке и без осенней механической обработки. Отсутствие обработки почвы в условиях острой засухи привело к снижению урожайности ячменя на 13 %.

В 2006 г. в более благоприятном по условиям увлажнения (ГТК 1,09.) средняя урожайность зерна ярового ячменя по всем вариантам опыта составила 2,64 т/га, что на 64% выше, чем в 2005 г. Отмечено преимущество чистого пара, средняя урожайность ячменя в севообороте с чистым паром составила 2,93 т/га, а с сидеральным паром 2,34 т/га. Анализ влияния способа обработки почвы показал, что в год с достаточным увлажнением почвы наиболее эффективным является вариант с без осенней механической обработки как в севообороте в чистым, так в севообороте с сидеральным паром. Различия в урожайности в вариантах во вспашкой и рыхлением были незначительны.

В 2007 г. (ГТК 1,02) количество осадков превысило среднемноголетние на 197 мм, однако в целом погодные условия оказались неблагоприятными для развития ячменя. Апрель отличался повышенным (в 2 раза) количеством осадков по сравнению с многолетней нормой, в мае отмечался резкий дефицит осадков. В течение всего весеннего периода средняя месячная температура воздуха была выше многолетней нормы.

Жаркие условия в третьей декаде мая при отсутствии осадков сопровождались низкой влажностью воздуха. Погода 18 мая классифицируется как суховей. Перечисленные факторы ухудшили условия роста и развития растений ярового ячменя. В первой половине июня отмечалось резкое похолодание. Пониженный температурный режим в течение продолжительного времени (почти двух недель), а также

значительные амплитуды суточных колебаний температур способствовали замедленному развитию сельскохозяйственных культур в этот период.

Температурный режим второй половины июня и июля был в целом умеренный при наличии значительного количества осадков (358 % от нормы). С середины июля и до конца августа 2007 г. отмечалась жаркая погода при отсутствии эффективных осадков. К концу августа влажность почвы понизилась до 1820 % от а.с. почвы. Условия указанного периода характеризуются как опасное агрометеорологическое явление – атмосферная засуха. Результатом действия всех этих факторов является снижение урожайности ячменя (таблица 13) до уровня 2005 г., который характеризуется как острозасушливый.

Различия в урожайности в среднем по севообороту с чистым и с сидеральным паром были незначительны. Влияние способа обработки почвы было достаточно выражено: преимущество без осенней механической обработки над вспашкой: в севообороте с чистым паром способствовало увеличению урожайности на 30 %, с сидеральным - на 16 %.

В 2008 г. получена максимальная урожайность ячменя за 4 года исследований. Весну 2008 г. можно характеризовать существенно более ранними сроками наступления и обычными темпами нарастания температур.

В апреле и мае отмечено выпадение достаточного количества осадков и повышенная влажность воздуха. Вторая декада июня была теплой, осадков при этом выпало 29,2 мм, что примерно в 1,5 раза больше среднегодового значения. Все это создавало благоприятные условия для кущения растений, их роста и формирования хорошего фотосинтетического аппарата.

Температурный режим третьей декады июня и начала июля соответствовал норме при наличии значительного количества осадков (почти 200 % от нормы).

Во второй и третьей декадах июля осадков выпало 58,9 мм, т.е. 184 % от нормы. Все это способствовало получению высокой урожайности зерна ячменя на уровне 2,12 т/га.

Таким образом, полученные данные и результаты их статистической обработки свидетельствуют, о том, что определяющим фактором получения урожая ярового ячменя в условиях Среднего Поволжья является количество осадков в весенне-летний период.

Изучаемые варианты основной обработки почвы (в т. ч. и вариант без осенней механической обработки) в целом не оказывали стабильного по годам достоверного влияния на существенные изменения физических и биологических свойств почвы и урожайность ярового ячменя. Эти результаты подтверждаются и другими исследователями Самарского региона [Горянин, Шевченко, 2018].

Можно отметить некоторую тенденцию к увеличению объемной массы пахотного слоя почвы при обработках с минимализацией (рыхление и без осенняя механическая обработка), но во всех вариантах она оставалась, в целом, в оптимальных для зерновых культур пределах. В связи с этим возникает необходимость определения экономической целесообразности минимализации обработки почвы в условиях Самарского Заволжья.

## 5. АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Для научного обоснования способов восстановления и повышения продуктивности полевых агрофитоценозов на этапе экспериментальной разработки эффективных приемов и технологий обработки почвы необходимо оценить накопление валовой энергии в агроэкосистеме и распределение ее по составляющим элементам.

Методика оценки производства валовой энергии в агроэкосистемах позволяет раскрыть взаимодействие антропогенных источников энергии и фотосинтеза фитоценозов. Применение международной системы Си позволяет дать оценку агротехническим приемам на изменение плодородия почвы в единых показателях: килоджоулях (кДж), принятых в настоящее время в научных исследованиях других стран [Васин, Толпекин и др., 2005].

Наибольший показатель затрат совокупной энергии установлен в варианте со вспашкой 13,17 ГДж/га как в севообороте с чистым, так и в севообороте с сидеральным паром (таблица 14).

Таблица 14

### Агроэнергетическая эффективность возделывания ярового ячменя

Вариант обработки почвы	Затрачено энергии, ГДж/га	Урожайность, т/га	Получено энергии с основной и побочной продукции, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
<b>В севообороте с чистым паром</b>					
Вспашка	13,17	2,18	23,27	10,10	1,77
Рыхление	11,30	2,15	25,87	14,57	2,29
Без осенней механической обработки	11,13	2,23	25,09	13,96	2,25
<b>В севообороте с сидеральным паром</b>					
Вспашка	13,17	1,89	25,87	12,70	1,89
Рыхление	11,30	2,09	26,52	15,22	2,09
Без осенней механической обработки	11,13	2,18	26,00	14,87	2,18

В среднем по способу обработки почвы					
Вспашка	13,17	2,04	24,57	11,40	1,83
Рыхление	11,30	2,12	21,19	14,89	2,19
Без осенней механической обработки	11,13	2,20	25,55	14,41	2,22

Вариант с рыхлением и без осенней механической обработки почвы находились на одном уровне – 11,30 ГДж/га и 11,13 ГДж/га соответственно.

Чистый энергетический доход увеличивался в вариантах с минимализацией. Максимальный чистый доход отмечается в варианте с рыхлением. В севообороте с чистым паром этот показатель составил 14,57 ГДж/га, в севообороте с сидеральным паром 15,22 ГДж/га.

Значение коэффициента энергетической эффективности находился в пределах 1,77...2,25 в севообороте с чистым паром и 1,89...2,18 в севообороте с сидеральным паром. Максимальные значения были в варианте с рыхлением и без осенней механической обработки (2,19...2,22). В варианте со вспашкой данный показатель составил – 1,83.

В современном мире перед аграриями стоят ряд важнейших проблем: снизить затраты на производство продукции, повысить урожайность, качество продукции, соответственно, повысить прибыль. Проблема эффективности возникает естественным путем в связи с потребностью товаропроизводителя максимально экономить ресурсы при выпуске продукции. В условиях рыночной экономики, когда предпринимательская деятельность осуществляется на свой страх и риск, она приобретает первостепенное значение. Поэтому заключительным этапом комплексной оценки внедряемых технологий является экономическая оценка.

Для определения экономической эффективности различных способов обработки почвы при посеве ярового ячменя как в севообороте с чистым, так и в севообороте с сидеральным паром были рассчитаны затраты с помощью технологических карт.

Экономическая оценка была проведена по следующим группам показателей: расходной части (затраты материальных и денежных средств), приходной части (выход продукции в стоимостной форме) и показателей экономической эффективности (уровень рентабельности, окупаемости) (таблица 15).

Таблица 15

Экономическая эффективность возделывания ярового ячменя при различных способах основной обработки почвы и вида парового предшественника

Показатели экономической эффективности	Единица измерения	Способ основной обработки почвы		
		Вспашка	Рыхление	Без осенней механической обработки
В севообороте с чистым паром				
Урожайность	т/га	2,18	2,15	2,23
Цена реализации	руб./т	8700	8700	8700
Стоимость произведенной продукции	руб./га	18966	18705	19401
Производственные затраты	руб./га	11295,39	8733,89	8997,52
Себестоимость	руб./га	5309,16	3488,39	3412,18
Прибыль	руб./га	7670,61	9971,11	10403,48
Уровень рентабельности	%	67,91	114,17	115,63
В севообороте с сидеральным паром				
Урожайность	ц/га	1,89	2,09	2,18
Цена реализации	руб./т	8700	8700	8700
Стоимость произведенной продукции	руб./га	16443,00	18183,00	18966,00
Производственные затраты	руб./га	11295,39	8733,89	8997,52
Себестоимость	руб./га	4775,57	3402,89	3292,75
Прибыль	руб./га	5147,61	9449,11	9968,48
Уровень рентабельности	%	45,57	108,19	110,79
*— Цена на зерно ячменя взята из расчёта 8700 рублей за 1 т (по средним данным за 2018-2019 гг.)				

Обеспечивая одинаковую продуктивность зерна, ресурсосберегающие технологии способствовали большей эффективности изучаемых севооборотов

по сравнению с традиционной технологией. Аналогичные результаты были получены и в Самарском НИИСХ [2018]. Максимальный условно чистый доход при возделывании ярового ячменя за годы исследований в 2005-2008 гг. получен в технологиях, основанных на рыхлении и на без осенней механической обработке и составил в севообороте с чистым паром 9971,11 и 10403,48 рублей соответственно, против вспашки – 7670,61 рублей. В севообороте с сидеральным паром прибыль на вспашке была наименьшей и составила 5147,61 рублей, на рыхлении и на без осенней механической обработке этот показатель был выше на 45 % и 48 % соответственно.

Наименьшие производственные затраты были в технологиях возделывания ячменя, основанных на рыхлении и без осенней механической обработке. Наиболее энергозатратной была, как и следовало ожидать, отвальная система обработки почвы: в этом варианте отмечен самый высокий расход дизельного топлива: производственные затраты составили 11295,39 руб./га. Самыми низкими эти показатели были, в варианте с рыхлением и без механической обработки почвы. Аналогичные результаты были получены и в севообороте с сидеральным паром.

Важным экономическим показателем в любом производстве является уровень рентабельности. Наиболее высокий уровень рентабельности производства зерна ярового ячменя отмечен в технологии возделывания, основанной на без осеней механической обработке, что составило 115,63 % в севообороте с чистым паром. В севообороте с сидеральным паром этот показатель составил 110,79 %. По вспашке как в севообороте с чистым паром, так и в севообороте с сидеральным паром уровень рентабельности был существенно ниже.

Таким образом, наиболее экономически выгодными являются варианты без осенней механической обработки и рыхление почвы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Плотность сложения почвы выявил незначительные изменения данного показателя и находился на оптимальном уровне для возделывания ярового ячменя (1,10-1,15 г/см<sup>3</sup>). Это является свидетельством высокой пластичности черноземов Среднего Поволжья. Варианты рыхление и без осенняя механическая обработка способствовали увеличению влаги в среднем за вегетацию, по сравнению со вспашкой на 1,8...5,9 %, соответственно, в обоих видах парового предшественника. В целом сидеральный пар способствовал увеличению влажности на 7,7% по сравнению с чистым.

2. Почвы Среднего Поволжья характеризуются значительными сезонными колебаниями численности основных групп почвенных микроорганизмов и менее существенными изменениями этого показателя в зависимости от способа обработки почвы.

3. Основной группой почвенных микроорганизмов являются бактерии, их доля в общей биогенности почвы составляет 58-60%. Наибольшая заселенность пахотного горизонта бактериальной микрофлорой (до 7,74 млн. КОЕ/1г а.с. почвы) отмечается в послеуборочный период, тогда как актиномицетами (до 3,51 млн. КОЕ/1 г а.с. почвы) и микромицетами (до 87,54 тыс. КОЕ/1 г а.с.п.) в середине вегетации ярового ячменя.

4. Выявлена положительная корреляция показателей общей биогенности почвы и гидротермического коэффициента (ГТК). При недостаточном увлажнении происходит угнетение почвенной микрофлоры в севообороте с чистым паром на 70%, в севообороте с сидеральным – на 81% по сравнению с влажными годами.

5. В севообороте с сидеральным паром, по сравнению с чистым паром, под посевами ярового ячменя отмечается увеличение количества почвенных микроорганизмов в среднем на 10 % при использовании вспашки, на 10,8 % при использовании рыхления, при без осенней механической обработке влияние парового предшественника было несущественным.

6. Минимализация обработки почвы не приводит к значительным



изменениям в составе и соотношении основных групп почвенных микроорганизмов под посевами ярового ячменя по сравнению со вспашкой, а приводит к перераспределению их по почвенному профилю в пахотном слое.

7. Способ обработки почвы не оказал влияния на активность ферментов каталазы, уреазы и инвертазы, но повлиял на распределение уреазы по слоям почвы. Увеличение активности наблюдается в верхнем слое 0-10 см и снижение активности в более глубоких. Сидеральный пар даже в конце ротации севооборота способствовал увеличению активности почвенных ферментов.

8. Выявлена зависимость общей биогенности почвы и интенсивности разложения растительных остатков. В варианте вспашка интенсивность разложения растительных остатков протекала более интенсивно и составила 88,30%. В варианте рыхление и без осенней механической обработки находилось на одном уровне 86,10-86,50%

9. Коэффициент энергетической эффективности максимален в вариантах с рыхлением 2,19 и без осенней механической обработкой 2,22, в варианте со вспашкой данный показатель составил – 1,83 и независим от вида парового предшественника.

10. Экономическая оценка различных технологий возделывания ярового ячменя показывает, что наиболее экономически выгодными являются варианты без осенней механической обработки почвы и рыхление.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях лесостепи Среднего Поволжья с целью сохранения плодородия почвы с оптимальными биологическими свойствами в осенний период рекомендуется:

– поверхностное рыхление на 6-8 см и повторно на 10-12 см при помощи дисковой бороны Catros. Весенний посев ярового ячменя проводить сеялкой АУП-18 на глубину 5-6 см.

– при недостатке осадков осенне-зимнего периода весной проводить прямой посев ячменя сеялкой DMS-601 (Primera) на глубину 5-6 см.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Куйбышевской области. – Гидрометеиздат, 1968. – 208с.
2. Агromетeоролoгичeскoе oбeспeчeниe нaучнoгo иcслeдoвaниe и изучeниe влияния пoгoднoгo уcлoвиe нa фoрмирoвaниe урoжaeв сeльскoхoзяйствeннoгo култур / Отчeт o НИР. – Кинeль: РИЦ СГСХА, 2005.
3. Агromетeоролoгичeскoе oбeспeчeниe нaучнoгo иcслeдoвaниe и изучeниe влияния пoгoднoгo уcлoвиe нa фoрмирoвaниe урoжaeв сeльскoхoзяйствeннoгo култур / Отчeт o НИР. – Кинeль: РИЦ СГСХА, 2006.
4. Агromетeоролoгичeскoе oбeспeчeниe нaучнoгo иcслeдoвaниe и изучeниe влияния пoгoднoгo уcлoвиe нa фoрмирoвaниe урoжaeв сeльскoхoзяйствeннoгo култур / Отчeт o НИР. – Кинeль: РИЦ СГСХА, 2007.
5. Агromетeоролoгичeскoе oбeспeчeниe нaучнoгo иcслeдoвaниe и изучeниe влияния пoгoднoгo уcлoвиe нa фoрмирoвaниe урoжaeв сeльскoхoзяйствeннoгo култур / Отчeт o НИР. – Кинeль: РИЦ СГСХА, 2008.
6. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. -Л.: - Наука, 1980. – 187 с.
7. Ананичев, Д.В. Влияние способов основной обработки и мульчирования на обеспеченность влагой посевов кукурузы // Вестник РУДН. Серия: агрономия и иживотноводство. - №3. – 2008. – С. 44-51.
8. Анисимов А. В., Ратнович С. А. Транспорт воды в растениях: исследование импульсным методом ЯМР. М: Наука, 1992. - 144 с.
9. Анисимов, Ю.Б. Оптимизация агротехнологии возделывания ярового ячменя в условиях северного лесостепного агроландшафта Южного

- Урала: автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.01 / Анисимов Юрий Борисович. - Оренбург, 2011. - 23 с.
10. Аристовская Т.В. Микробиология процессов почвообразования. -Л.: - Наука, 1980. – 187 с.
  11. Багаутдинов, Ф.Я. Влияние минимализации обработки почвы и удобрений на показатели плодородия чернозема выщелоченного и урожайность зерновых культур / Ф.Я. Багаутдинов, И.Ф.Хайруллина // Вестник Башкирского ГАУ. - №4. – 2011. – С. 19-21.
  12. Баздырев Г.И., Лошаков В.Г., Пупонин А. И. Земледелие. М.: Колос, 2000. С. 197 – 200.
  13. Бакиров, Ф.Г. Влияние ресурсосберегающих систем обработки почвы на агрофизические и почвозащитные свойства чернозема южного и урожайность зерновых культур / Ф.Г. Бакиров // Известия Оренбургского ГАУ. – 2005. - №1. – С. 43-46.
  14. Бараев, А.И. О научных основах земледелия в степных районах. – «Вестник сельскохозяйственной науки». – 1976, №4. – с.22-35.
  15. Беленков, А.И. Сравнительная эффективность технологий возделывания зерновых культур в полевом опыте ЦТЗ / А.И. Беленков, В.Д. Полин, О.О. Белошапкина, В.В. Гриценко // Земледелие. – 2012, №4, С.8-12.
  16. Белоусов С. В., Трубилин Е. И. Методы и направления основной обработки почвы. Сборник научных трудов: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Краснодар – 2017, с 478-479.
  17. Беляев В.И., Вольнов В.В. Концепция формирования ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур в Алтайском крае. Вестник АГАУ. – 2011. – №11(85). – С. 92-98.
  18. Божанова, Г.В. Урожайность ярового ячменя в зависимости от системы обработки почвы / Г.В. Божанова, А.Л. Пакуль // Наука и мир. - №4. Т.3. – 2015. – С. 92-95.

19. Борис, Н.Е., Малиенко А.М. Влияние способов основной обработки почвы и погодных условий на урожайность ячменя ярового в условиях Лесостепи // Земледелие и защита растений. 20016. №3 (106). с.14-18.
20. Боинчан Б.П. Практическое руководства по экологическому земледелию (полевые культуры). Есо-TIRAS. Кишинев 2016. – С.112.
21. Булавин Л.А. Обработка почвы в ресурсосберегающем природоохранном земледелии: аналитический обзор / Л.А. Булавин. – Жодино, 2009. – 30 с.
22. Бутяйкин В.В. Влияние системы основной обработки почвы и минеральных удобрений на формирование урожая сахарной свеклы // Известия Самарской ГСХА. 2014 - №4. С.23-27.
23. Васильева Д.И., Баранова М.Н. Природные ресурсы Самарской области. — Самара: Самарский муниципальный институт управления, 2007. — С. 9. — 40 с.
24. Васин, В.Г. Энергетическая эффективность полевых агрофитоценозов в Среднем Поволжье /В.Г.Васин, А.А. Толпекин, С.Н. Зудилин, А.В. Зорин, О.П. Кожевникова //Учебное пособие. – Самара, – 2005. – 124 с.
25. Васюков П.П., Цыганков В.И. Новая система земледелия. Краснодар: изд-во «ЭДВИ», 2012. 155 с.
26. Вахрушев, Н.А., Рудакова, Л.В., Многолетние травы в адаптивно-ландшафтном земледелии и их влияние на агрофизические свойства обыкновенного мицеллярно-карбонатного чернозема // Технология, агрономия и защита сельскохозяйственных культур: межвузовский сборник научных трудов. Зерноград, 2005. С.182-187.
27. Вербин, А.А. Земледелие / А.А. Вербин, В.В. Квасников, А.Н. Клечетов, М.Г. Чижевский // Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Сельхозгиз, 1958. – 431.
28. Верхулст Н., Франсуа И., Говаэртс Б. Как улучшить качество почв и создать устойчивые системы сельскохозяйственного производства. / Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие: теория и методика исследований, Анкара 2016, с. 3-34.

29. Вислобокова Л.Н., Скорочкин Ю.П., Воронцов В.А. Эффективность ресурсосберегающих приемов основной обработки черноземных почв // Сохранение и воспроизводство плодородных почв в адаптивно-ландшафтном земледелии: сб. докладов всероссийской научно-практической конференции. Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2011. с. 62-65.
30. Вислобокова, Л.Н. Урожайность ярового ячменя в зависимости от основной обработки почвы, доз минеральных удобрений, средств защиты растений // Л.Н. Вислобокова, В.А.Воронцов, Ю.П.Скорочкин // Зерновое хозяйство России. - № 1. – 2012. – С. 77-89.
31. Власенко А.Н., Власенко Н.Г. Возможности экологизации технологий в земледелии Сибири //Достижения науки и техники АПК. 2015 Т.29 №9. С.21-24.
32. Власова, О.И., Дорожко, Г.Р., Передериева, В.М. Основы адаптивно-дифференцированной системы обработки почвы / О.И. Власова, Г.Р. Дорожко, В.М. Передериева // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. - №2. – С. 45-52.
33. Возняковская,Ю.М. Микробиологические основы экологической системы земледелия / Ю.М. Возняковская // Агрехимия. – 1995. - №5. – С. 115-124.
34. Возняковская Ю.М. Микробиологические основы экологической системы земледелия // Агрехимия. – 1995. - №5. – с.115-124.
35. Возняковская, Ю.М. Характеристика микробиологических показателей, используемых при определения уровня эффективного плодородия почвы /Ю.М. Возняковская, Ж.П. Попова, Н.М. Воробьев // Сельскохозяйственная биология. 1994 №5, С. 84-90.
36. Возняковская Ю.М., Попов Ж.П., Новиков М.Н., Ружилин В.М., Тамонов А.М. Сидераты как фактор биологизации земледелия // Земледелие. – 1999. - №1. – с.44.
37. Волков А.И. Внедрение ресурсо- и энергосберегающих технологий возделывания зерновых в Чувашии // Зерновое хозяйство. – 2008. - №1-2. – с. 19-20.

38. Вольтерс, И. А. Влияние предшественников озимой пшеницы на агрофизические факторы плодородия и урожайность в условиях умеренно влажной зоны / И. А. Вольтерс, О. И. Власова, Л. В. Трубачева // Агрехимический вестник. – 2001. - № 4. – С. 16.
39. Воронин В. В., Гавриленкова В. А. География Самарской области // ГОУ СИПКРО. — 2008. — С. 266.
40. Воронцов В.А. Системы основной обработки чернозема в Тамбовской области / В.А. Воронцов, Л.Н. Вислобокова, Ю.П. Скорочкин // Земледелие. – 2012. – №7. – С. 19-21.
41. Вылчу, М.К. Динамика органического вещества серой лесной почвы в зависимости от способов основной обработки почвы и факторов биологизации / М.К. Вылчу, Р.З. Набиуллин, М.Р. Ахметзянов // Агрехимический вестник. – 2007. - №4. – с.3-4.)
42. Гамаюрова В. С. Ферменты / Лабораторный практикум: учебное пособие/ В. С. Гамаюрова, М. Е. Зиновьева. — Спб.: Проспект Науки, 2011. — 256 с.
43. Гармашов В.М. Минимализация обработки почвы в Центрально-Черноземной зоне / В.М. Гармашов, А.Л. Канин // Земледелие. – 2007. - №6. – с.8-10.
44. Гирфанова В. К. Изменение почв в процессе их окультуривания: Сборник статей, Уфа — 1974.
45. Гораш, А.С. взаимосвязь элементов производительности ячменя с начальными этапами развития / А.С. Гораш // Вестник аграрной науки. – 2012. - № 11. – С.22-24.
46. Гордеев А.В., Романенко Г.А. Проблема деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России. М.: Росинформагротех, 2008. 67 с.
47. Горянин, О.И. Агротехнологические основы повышения эффективности возделывания полевых культур на чернозёме обыкновенном Среднего

- Заволжья: дис. ... д-ра сельскохозяйственных наук: 06.01.01 / О.И. Горянин. – Саратов, 2016. – 477 с.
48. Горянин, О.И. Основы технологий возделывания ранних яровых зерновых в Самарской области / Корчагин В.А., Чичкин А.П., Джангабаев Б.Ж., Щербинина Е.В., ФГБНУ «Самарский НИИСХ» // Самарский земледелец. -№2. – 2015. – С. 4-6.
49. Горянин, О.И. Технологические комплексы нового поколения возделывания зерновых культур в черноземной степи Среднего Заволжья / О.И.Горянин, В.А.Корчагин, А.А. Цунин // Достижения науки и техники АПК. - №5. – 2012. – С. 47-49.
50. Горянин, О.И. Эффективность технологий прямого посева зерновых культур в Среднем Поволжье / Горянин О.И., Шевченко С.Н. // Известия Оренбургского ГАУ. - №4 (72). – 2018. – С.36-39.
51. ГОСТ Р 7.0.11-2011 Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления.
52. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в РБ: ФГУП «ФКЦ «Земля», 2011.
53. Гридчин В.Т. Новые технологии – первый шаг к биологическому земледелию. Белгород: Крестьянское дело, 2012. 246 с.
54. Гузнеров А.А. Техника Жерарди в действии // Усное земледелие, 2014 №4. с.30-33.
55. Гулидова, В.А. Минимальная обработка почвы под озимую пшеницу // Земледелие. – 1998. – № 5. – С. 21.
56. Гуреев, И.И. Минимализация обработки почвы и уровень ее допустимости // Земледелие. – 2007. - №4. – С.25-28.
57. Дедов А.В., Несмеянова М.А., Хрюкин Н.Н. Приемы биологизации и воспроизводства плодородия черноземов. 2012. №6. с.4-7.
58. Денисов Е.П., Солодовников А. П., Четвериков Ф. П., Тарбаев Ю. А. Влияние приемов минимизации обработки почвы и применения



- гербицидов на продуктивность ячменя в Поволжье. // Нива Поволжья. – 2013. - № 1. – с.7-11.
59. Джанаев З.Г. Агрохимия и биология почв юга России. – М., 2008. – с. 526.
60. Довбан К.И. Зелёное удобрение. М.: Агропромиздат, 1990 - 208 с.
61. Долотин, И.И. Проблемы системы обработки почвы в Татарстане / И.И. Долотин. – Казань: Изд-во «МатбугатЙорты», 2001. – 172 с.
62. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1989. – 335 с.
63. Дрёпа, Е.Б. Физические свойства почвы при применении технологии No-Till / Е.Б. Дрёпа, А.С.Голубь // Вестник АПК Ставрополя. – 2014. - №4. – С.181-185.
64. Ежов, Г.И. Руководство к практическим занятиям по сельскохозяйственной микробиологии : [Для высш. с.-х. учеб. заведений по агр. спец.] / Г. И. Ежов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высш. школа, 1981. - 271 с.
65. Епифанов, В. С. Ресурсосберегающая технология возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье / В. С. Епифанов // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 2. – С. 25-28.
66. Ещенко В.Е., Калиевский М.В., Карнаух А.Б., Костогриз П.В., Денисюк В.Н. Минимализация основной обработки почвы и засоренность посевов возделываемых культур //Земледелие и защита растений. 2014 - №4 (95). С.24-26.
67. Ещенко, В.А. Формирование весенних запасов доступной влаги и ее использование яровыми культурами в зависимости от природных и антропогенных факторов / В.А. Ещенко, М.В, Калиевский, Ю.И. Наклюка // Сб. науч. раб. Уманского НУС. – Умань, 2011. – Вып. 75. – Ч.1. – С. 9-15.
68. Заболотских В.В. Влияние обработки почвы на урожайность гороха в условиях засушливой степи Северного Казахстана / В.В Заболотских, Н.Г. Власенко // Земледелие. – 2012. – №6.– С.31-33.

69. Завалин А.А., Пасынков А.В., Пономарёв М.И. Роль бобовых культур в земледелии Кировской области // *Агрохимия*. 2002 № 6 С. 66–71.
70. Замятин С.Н., Измestьев В.М., Замятина Т.Г. Почвенная влага и продуктивность полевых севооборотов // *Аграрная наука Евро-северо-востока*. – 2010. - № 4. – С. 34-38.
71. Звягинцев, Д.Г. Экология актиномицетов / Д.Г. Звягинцев, Г.М. Зенова. – М.: ГЕОС, 2001. – 256 с.
72. Зеленский В.А. Обработка почвы и плодородие / В.А. Зеленский, Я.У. Яроцкий. – Минск: Изд-во Беларусь. – 2003. – 539 с.
73. Зеленский В.А. Проблема сохранения плодородия почв и пути ее решения в Южном федеральном округе // *АгроСнаб-Форум*. 2012. №2 (96). с. 66-67.
74. Зеленский Н.А., Зеленская Г.М., Мокриков Г.В. и др. Плодородие почвы: Настоящее и будущее нашего земледелия // *Земледелие*. 2018. № 5. С.4-7.
75. Зенова Г.М. Разнообразие актиномицетов в наземных экосистемах / Г.М. Зенова, Д.Г. Звягинцев. – М.: Из-во МГУ, 2002. – 132 с.
76. Зинченко, М.К. Ферментативная активность аграрных почв Верхневолжья / М.К. Зинченко, С.И. Зинченко, А.А. Борин, О.П. Камнева // *Современные проблемы науки и образования*. – 2017. - №3. – С.143.
77. Зубков, А.С. Эффективность минимальных способов основной обработки почвы под ячмень в условиях Центрального Черноземья: автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.01 / Зубков Алексей Сергеевич. - Курск, 2011. - 19 с.
78. Иванов А.Л., Кирюшин В.И., Молчанов Э.Н. и др. / Анализ земельной реформы и агропромышленного производства за четверть века. Почвенно-экологические, технологические институциональные и инфраструктурные аспекты модернизации. Земельная служба (доклад) / М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 2016. 93 с.

79. Инновационное земледелие – приоритетное направление развития отрасли / Д.И. Файзрахманов, Р.Ф. Байбеко, Е.И. Залтан и др. / Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т.10 №1. С.11-14.
80. Инструкции по методикам отбора проб и анализов почвы и растений. – Ч. 1–2. – Безенчук, 1971. – 32 с.
81. Казаков Г.И. Биологизация земледелия в лесостепи Поволжья. // Тезисы докладов 44 научной конференции профессорско-преподавательского состава, сотрудников и аспирантов. – Самарская ГСХА, 1997. – с.160.
82. Казаков Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье // Проблемы повышения продуктивности полевых культур: Сб. науч. тр. – Самара, 1998. – с.64-65.
83. Казаков, Г.И. Обработка почвы в среднем Поволжье / Г.И. Казаков. – Самара, 1997. –196 с.
84. Казаков, Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков, Р.В. Авраменко, А.А. Марковский, О.И. Подскочая, В.Г. Кутилкин– М.: Колос, 2008. – 308 с.
85. Казаков Г.И. Обработка почвы в Лесостепи Заволжья / Г.И. Казаков, А.А. Марковский // Земледелие. 2011. № 8. С. 28-29.
86. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Микрофлора почв предгорий Северо-Западного Кавказа // Микробиология почв и земледелие: Тез. докл. – С.-П., 1998. - с–64.
87. Кант Г. Земледелие без плуга. – М.: Колос, 1980. – 10 с.
88. Касмынин Г. Г. Влияние способов и приёмов обработки почвы на её плотность и водопрочность, а также урожайность подсолнечника в условиях Ставропольского края // Young Science. 2014. № 1.
89. Каштанов Н.А., Листопадов И.Н., Шапошникова И.М. Технология подготовки чистых паров. М.: РАСХН, 2001. 42 с.
90. Керимов, Я.Г. Эффективность основной и предпосевной обработок почвы при возделывании озимой пшеницы // Земледелие. – 2011. – №7.– С.28-30.

91. Кирюшин В.И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. с. 3-8.
92. Кирюшин В.И. Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации природопользования // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. №3.с.19-25.
93. Кирюшин В.И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия / В.И. Кирюшин // Главный агроном. – 2007. - № 6. – с. 16-20.
94. Кирюшин В.И. Точные агротехнологии как высшая форма интенсификации адаптивно - ландшафтного земледелия // Земледелие. – 2004. – №6. – С.16-21.
95. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. – М., 2000. – 413 с.
96. Кирюшин, В. И. Технологическая модернизация земледелия – путь к обеспечению продовольственной независимости России // Земледелие. – 2010. – №3. – С. 16-18.
97. Кирясова, Н. А. Влияние основной обработки почвы на её биологическую активность в зернопаровом звене севооборота: автореферат дис. кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.01 / Кирясова Наталья Александровна. - Кинель, 2007. - 24 с.
98. Коваленко, М.В. Биологические свойства почвы при разных уровнях биологизации земледелия в лесостепи Заволжья: автореферат дис. кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.01 / Самарская гос. с.-х. акад. - Кинель, 2001. – 23.
99. Когут Б.М. Антропогенная трансформация гумусного состояния русского чернозема // Модели и технологии оптимизации земледелия: сб. докладов международной научно-практической конференции. Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2003 с.145-148.
100. Когут Б.М., Семенов В.М. Трансформируемый пул органического вещества типичного чернозема и его экспериментальная оценка //

Почвоведение в России: вызовы современности, основные направления развития: Материалы Всерос. научно-пр. конф. с междунар. участием к 85-летию Почвенного института им. В.В. Докучаева. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2012. С. 332–336.

101. Козина Г.Н. Микробиологическая активность как один из факторов регулирования урожайности ячменя // Аграрный вестник Урала. 2008. № 2. С. 64—66.
102. Копосов, Г.Ф. Уплотнение почвы и проблемы интенсификации земледелия // Земледелие. – 2007. - №6. – С.16-18.
103. Коржов С.И., Маслов В.А., Орехова Е.С. / Изменение микробиологической активности почвы при различных способах ее обработки // Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки АГРО, 2009, № 1–3.
104. Кормилицин В.Ф. Развивать сидерацию в Поволжье // Земледелие. – 1999. - №1. – с. 28.
105. Королев, Н.Н. Изменение содержания гумуса в длительных стационарных опытах / Н.Н. Королев, А.П. Пичугин / Высшая школа и проблемы научного обеспечения агропромышленного комплекса: мат. науч. конф. – МГСХА, 1998. – С. 108–109.
106. Корчагин, В.А. Почвозащитные и влагосберегающие технологические комплексы возделывания зерновых культур в сухостепных районах Среднего Заволжья / В.А. Корчагин, В.Г. Новиков // Достижения науки и техники АПК. – 2009. - № 8. – С. 12-14.
107. Корчагин, В.А. Научно-практическое обоснование системы мер по воспроизводству почвенного плодородия с использованием средств биологизации техногенных факторов / Корчагин В.А., Чичкин А.П., Обущенко С.В. // Самарский земледелец. № 1. – 2015. – С.9-13.
108. Косулина Л. Г., Луценко Э. К., Аксенова В. А. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 2009. - 236 с.

109. Косых Н.П., Миронычева-Токарева Н.П., Паршина Е.К. Фитомасса, продукция и разложение растительных остатков в олиготрофных болотах средней тайги Западной Сибири // Вестник Томского государственного педагогического университета, 2009. № 3(81).- С. 63–69.
110. Кроветто К. Нулевая обработка почвы // Ресурсосберегающее земледелие. 2009. № 1. с. 7-11.
111. Кузьменко, Н.Н. Оценка плодородия дерново-подзолистой почвы при применении разных систем удобрений в севообороте // Вестник Рязанского ГАУ им. Костычева, 2019. - № 1(41). – С.38-44.
112. Кушаева Е.А., Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М. Классификация орошаемых земель в зависимости от уклона / Символ науки. – 2015.– № 9-1.– С. 90-92.
113. Лаукарт Ф.Ф. Эффективность минимализации осенней обработки почвы и борьбы с сорняками / Ф.Ф. Лаукарт // Земледелие. – 1984. - № 9. – с. 13-14.
114. Лобков В.Т. Интенсификация биологических факторов воспроизводства плодородия почвы в земледелии/ В.Т. Лобков, Н.И. Абакумов, Ю.А. Бобкова, В.В. Наполов. – Орел: Издательство ОрелГАУ, 2016. -160 с.
115. Лошаков В.Г. Пожнивная сидерация и плодородие дерновоподзолистых почв // Земледелие. 2007 № 1 С. 11–13.
116. Лыков А.М. Органическое вещество и плодородие почвы / А.М. Лыков // Актуальные проблемы земледелия. – М.: Колос. – 1984. – С. 34-42.
117. Максютон Н.А., Кремер Г.А., Жданов В.М. Обновление агротехнологий в Оренбуржье //Земледелие. – 1998. - №1. – с.21.
118. Марковская Г.К. Влияние минимализации обработки почвы на ферментативную активность чернозёма обыкновенного в лесостепи Среднего Поволжья. Журнал: Известия Оренбургского государственного аграрного университета. №5, 2017, с. 195-197.
119. Марковская Г.К., Баймишева Е.Х. Биологическая активность почвы при различных системах основной обработки почвы по горох // Тезисы

докладов 46 на научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, сотрудников и аспирантов. – Самара. 1999. – 78 с.)

120. Марковская Г.К., Иванайская Н.С. Биологическая активность почв под посевами ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы и предшественника. Сборник научных трудов «Достижения науки агропромышленному комплексу». Международной межвузовской научно-практической конференции. Самара 2013, с.113-117.
121. Марковская Г.К., Нечаева Е.Х, Мельникова Н.А. Параметры оценки биологической активности почвы. Сборник научных трудов: Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения. Кинель, 2016 – с.154-158.
122. Марковская Г.К., Степанова Ю.В. Влияние погодных условий и способов основной обработки почвы на микробиоту почвы. Сборник научных трудов «Достижения науки агропромышленному комплексу». Международной межвузовской научно-практической конференции. Самара 2013, с.158-163.
123. Микитин С.В. и др. Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2017. Т. 12. № 4. С. 295—304.
124. Миникаев Р.В. Управление факторами плодородия и совершенствование системы обработки почвы в агроландшафтах Среднего Поволжья. // Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук, Казань 2018.
125. Мисюряев В.Ю. Влияние основной обработки светло-каштановой почвы на урожайность ярового ячменя Ергенинский 2 // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2013. Т. 1. № 2-1 (30). С. 72—75.
126. Митрофанов, Ю.И. Ресурсосберегающая обработка почвы под озимую рожь на осушенных землях / Ю. И. Митрофанов // Земледелие. – 2010. – №5. –24с.

127. Мишустин Е.Н. Ценозы почвенных микроорганизмов. В кн.: Почвенные организмы как компоненты биоценоза. – М.: Наука, 1984. – с. 5-24.
128. Мишустин Е.Н., Емцев В.Т. Микробиология. – М.: Агропромиздат, 1987. - 368 с.
129. Морозов И.В. Влияние различных способов основной обработки почвы на урожайность ячменя на типичном черноземе Тамбовской области: диссертация кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.01. / Морозов Игорь Викторович. - Мичуринск, 2000. - 150 с.
130. Мурашкина, А. Б. Биота почвы при биологизации элементов технологии возделывания озимой пшеницы в условиях лесостепи Заволжья: диссертация кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.01. - Кинель, 2000. - 163 с.
131. Муромцев, Н.А., Семенов Н.А., Анисимов, К.Б. Особенности влагопотребления и влагообеспеченности растений различных экологических групп // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2016. - №82. – С. 71-87.
132. Найденов А.С., Терещенко В.В., Бардак Н.И., Макоренко А.А., Иванов М.В. / Минимализация обработки почвы в полевых севооборотах Кубани // Научный журнал КубГАУ. 2015. №52. с.130-134.
133. Несмеянов В.И. Методические указания по экономическому обоснованию квалификационных работ на агрономическом факультете. Кинель, 2008.
134. Нечаев, Л.А. Роль основной обработки почвы в создании оптимальных физических условий и питательного режима для горохп / Нечаев Л.А., Новиков В.М., Коротеев В.И., Анненков В.В. // Достижения науки и техники АПК. – 2009. - №2. – С. 45-47.
135. Никончик П.И. Нарращивание массы урожая и поступающих в почву послеуборочных пожнивных и корневых остатков в севооборотах разных видов при различных уровнях удобрений и окультуренности почвы // Земледелие и защита растений. №6 – 2015, с.5-9.



136. Нурмухаметов, Н.М. Солома и сидераты – важные средства повышения микробиологической активности почвы / Н.М. Нурмухаметов // Земледелие. – 2001. - №6. – с.14-17.
137. Орлова Л.В. Научно-практическое руководство по освоению и применению технологий сберегающего земледелия / Самара: ЗАО Евротехника, 2004, с.12.
138. Орлова Л.В. Ресурсосберегающее земледелие, № 1, 2014. – с.4
139. Основа сохранения плодородия почвы / АгрснабФорум. - 2016. - №5. - С. 56-57. Краснодар, Изд-во: ООО "Профпресса".
140. Петрова, А.Б. Особенности ответных реакций травянистых растений на изменение влажности почвы / А.Б. Петрова // Вестник молодых ученых и специалистов СамГУ. – 2012. - №1. – С.25-30.
141. Постников П.А. Промежуточные культуры // Аграрная наука. 2002 № 10. С. 18–20.
142. Практикум по земледелию / С.А. Воробьев, В.Е. Егоров, А.Н. Киселев и [др.]. – М.: Колос, 1967. – 318 с.
143. Привалов Ф.И., Булавин Л.А., Небышинец С.С., Симченков Д.Г., Сущевич И.А. Зависимость урожая зерна озимой пшеницы от способов основной обработки почвы. // Земледелие и защита растений. 2015. - №3 (100). С.3-5.
144. Пупонин, А.И. Земледелие / А.И. Пупонин, Г.И. Баздырев. – М.: Колос, 2002. – 552 с.
145. Пындак В.И., Новиков А.Е. Агротехническая мелиорация земель в аридных условиях Нижнего Поволжья // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2013. № 4. С. 15—17.
146. Пыхтин И.Г. Обработка почвы: Действительность и мифы // Земледелие. 2017. № 1, с. 36-33.
147. Рабочев, Г.И. Биоэнергетическая оценка технологических процессов в растениеводстве: учеб. пособие / Г.И. Рабочев, В.Г. Кутилкин, А.Л. Рабочев. – Самара, 2005. – 112 с.

148. Растениеводство. Технология выращивания сельскохозяйственных культур / В.В. Лихочвор [и др.]; под ред. В.В. Лихочвора и В.Ф. Петриченко. – 3-е изд., - Львов: НВФ «Украинские технологии», 2010. – 1088 с.
149. Ресурсосберегающие технологии: состояние, перспективы, эффективность: науч. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011 – 156 с.
150. Сафиулин М. Василий Вильямс: «Почва есть производное жизни». Памяти главного агронома России. // Ресурсосберегающее земледелие № 1, 2009, с.59-62.
151. Сдобников, С.С. Пахать или не пахать? – М., 1994. – 288 с.
152. Сеги И., 1983
153. Селявкин, С.Н., Мараева, О.Б., Лукин, А.Л. Оценка биологического состояния почвы по микробиологической и ферментативной активности / С.Н.Селявкин, О.Б.Мараева, А.Л. Лукин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (45). – С.36-39.
154. Семенов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС, 2015. 233 с.
155. Семькин В.А., Картамышев Н.И., Мальцев В.Ф. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России. М.: КолосС, 2012. 472 с.
156. Сенчакова Т.Ю. Спектр биологической активности микромицетов чернозема // Проблемы медицинской микологии. – 2009. - №1. – С. 30-34.
157. Сидоров М.И. Научные агротехнические основы севооборотов // Научные основы современных систем земледелия. М.: Агропромиздат, 1988. С. 70-117.
158. Сидоров М.И. Плодородие и обработка почвы/ Воронеж: Центрально-черноземное кн. изд-во. – 1981. – 96 с.
159. Силиченков Г.В. Совершенствование обработки почвы в Белоруссии // Земледелие. – 1991.- №4. – с. 45-47.

160. Сираев, М.Г. Оптимизация обработки почвы в зернопропашных севооборотах степных агроландшафтов : дис. ... докт. с.-х. наук. – Кинель, 1999. – С. 137.
161. Сорокина М.В., Лобков Т.В., Бобкова Ю.А. Влияние приемов обработки серой лесной почвы на ее биологическую активность и урожайность озимой пшеницы. // Вестник Орловского Государственного аграрного университета. 2016. - №5., с. 47-53.
162. Степанова Ю. В. Влияние способов основной обработки почвы на микробиоту и урожайность озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья: диссертация кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.01 / Степанова Юлия Владимировна. - Кинель, 2012. - 240 с.
163. Судницын, И.И. Влажность почв и влагообеспеченность растений в условиях Южного Крыма / И.И. Судницын // Почвоведение. – 2008. - № 1. – С.75-82.
164. Тарчоков, Х.Ш. Преимущество за мелкой обработкой / Тарчоков Х.Ш., Бжинаев Ф.Х. // Земледелие. – 1998. – № 6. – С. 22.
165. Терещенко, Н.Н. Микробиологические процессы в ризосфере при различных обработках почвы / Терещенко Н.Н., Лапшинов Н.А., Пакуль В.Н., Березин В.Ю. // Достижения науки и техники АПК. – 2011. - № 12. – С. 12-15.
166. Трегубов Б.А., Лобов Г.Г., Холина М.Г. «Бонитировка почв пашни хозяйств Куйбышевской области». – Куйбышевское кн. изд-во. – 1976. – 112с.
167. Трубилин Е. И. Результаты экспериментальных исследований определение степени тягового сопротивления лемешного плуга при обработке тяжелых почв / Е. И. Трубилин, С. В. Белоусов, А. И. Лепшина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 09. – С. 673.
168. Трубилин Е. И. Экономическая эффективность отвальной обработки почвы разработанным комбинированным лемешным плугом / Е. И.

- Трубилин, С. В. Белоусов, А. И. Лепшина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. – № 09. – С. 654.
169. Труды башкирского сельскохозяйственного института. Том XI, часть I, Агрономия. Уфа — 1963.
170. Труды башкирского сельскохозяйственного института. Том XI, часть I, Агрономия. Уфа — 1963.
171. Турусов В. И. Фитосанитарное состояние посевов на различных элементах агроландшафта / В. И. Турусов, И. М. Корнилов, Н. А. Нужная // Земледелие. – 2011. – № 5. – С. 41-42.
172. Филлиппович Ю. Б. Основные термины (генерируются автоматически): фермент, ферментативная активность почв, почва, ферментативная активность, га гумуса / Основы биохимии: Учеб. для студ. хим. и биол. спец. пед. ин-тов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1985. — 503 с.
173. Фролов, Ю.П. Математические методы в биологии: Теоретические основы и практикум / Ю.П. Фролов. – 4-е изд., перераб. и дополн. – Самара: Изд-во СамНЦ РАН, 2012. – 288 с.
174. Хаджметов, Л.П., Фиापшев, А.Г., Шекихачева Л.З. Почвенная влага и пределы регулирования влажности почвы // Научные исследования XXI века: теория и практика: сб. тр. конф. – Прага, 2018. – С 135-138.
175. Черкасов Г.Н. Плодородие чернозема типичного при минимализации основной обработки / Г.Н. Черкасов, Е.В. Дубовик, Д.В. Дубовик и др. // Земледелие. – 2012. – №4. – С. 23-25.).
176. Чуб, М.П. Влияние удобрений и различных способов обработки дерново-подзолистой супесчаной почвы на биологическую активность и накопление гумуса / Чуб М.П., Гюрова Э.С., Потатурина Н.В., Литвинова Н.А., Курдюков Ю.Ф. // Трубы ВНИИСХМ. Микробиологические факторы трансформации органического вещества и плодородие почвы. – 1988. – Т. 58. – с.75-80.

177. Чуданов, И.А. В Среднем Поволжье / Чуданов И.А., Васильев В.П. // Земледелие. – 1988. - №2. – С. 43-46.
178. Чуданов, И.А. Оптимизация режима влажности черноземных почв при ресурсосберегающих технологиях / Чуданов И.А., Лигаева Л.Ф. // Достижения науки и техники АПК. – 2007. - № 8. – С.21-23.
179. Чупрова В.В. Поступление и разложение растительных остатков в агроценозах Средней Сибири // Почвоведение. 2001. №2. С.204–214.
180. Чупрова В.В., Белоусов А.А., Едимеичев Ю.Ф. Влияние агрогенных воздействий на трансформацию легкогидролизуемого органического вещества в черноземе Красноярской лесостепи // Сиб. вестник сельскохозяйственных наук. 2005. № 1. С. 3–8.
181. Чупрова, В.В. Запасы, состав и трансформация органического вещества в пахотных почвах Средней Сибири // Бюллетень Почвенного института им. В.В.Докучаева, 2017. Вып. 90. – С.96-115.
182. Шашкаров, Л.Г., Овчинников А.П. Плотность сложения пахотного слоя почвы в зависимости от приемов основной обработки почвы // Вестник КГАУ. – 2016. - № 1. – С.39-42.
183. Шевченко, С. Н. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы на чернозёмах Среднего Поволжья // Земледелие. 2008. № 3. С. 26–27.
184. Шеин Е.В. Агрофизика / Е.В. Шеин, М.А.Мазиров, С.И.Зинченко, В.М.Гончаров, А.А.Корчагин, А.Б.Умарова, Е.Ю. Милановский. – Владимир: Владимирский НИИСХ. – 2016. – С.30-32.
185. Шерстюков Б. Г., Разуваев В. Н., Ефимов А. И., Булыгина О. Н., Коршунова Н. Н., Апасова Е. Г., Анурова Л. Г., Шуруева Л. В. Климат Самарской области и его характеристики для климатозависимых отраслей экономики // Приволжское УГМС. — 2006. — С. 168.
186. Шикула Н.К. Почвозащитная система земледелия. – Харьков, Прапор, 1987.
187. Шуравилин А.В., Бородычев В.В., Новиков А.Е., Поддубский А.А. Урожайность ярового ячменя на каштановой почве Нижнего Поволжья //

Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2016. № 2. С. 7—14.

188. Щербакова, Т. А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества (в естественных и искусственных фитоценозах) / Т. А. Щербакова. – Минск: Наука и техника, 1983. – 222 с.
189. Blanco-Canqui, H., Lal, R., 2007 Impacts of long-term wheat straw management on soil hydraulic properties under no-tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71, 1166–1173.
190. Govaerts, B., Mezzalama, M., Sayre, K.D., Crossa, J., Nicol, J.M., Deckers, J., 2006 Long-term consequences of tillage, residue management, and crop rotation on maize/wheat root rot and nematode populations in subtropical highlands. *Appl. Soil Ecol.* 32, 305–315.
191. Govaerts, B., Mezzalama, M., Unno, Y., Sayre, K.D., Luna-Guido, M., Vanherck, K., Dendooven, L., Deckers, J., 2007b. Influence of tillage, residue management, and crop rotation on soil microbial biomass and catabolic diversity. *Appl. Soil Ecol.* 37, 18–30.
192. Govaerts, B., Mezzalama, M., Unno, Y., Sayre, K.D., Luna-Guido, M., Vanherck, K., Dendooven, L., Deckers, J., 2007b. Influence of tillage, residue management, and crop rotation on soil microbial biomass and catabolic diversity. *Appl. Soil Ecol.* 37, 18–30.
193. Gregorich, E.G., Drury, C.F., Baldock, J.A., 2001 Changes in soil carbon under long-term maize in monoculture and legume-based rotation. *Can. J. Soil Sci.* 81, 21–31.
194. Hosseini S.M., Mir M., Ganjian N., Pisheh Y.P. Estimation of the water retention curve for unsaturated clay // *Can. J. Soil Sci.* 2011. V. 91. No. 4. P. 543–549.
195. Hubert Schiweck, Margaret Clarke, Günter Pollach «Sugar» in *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry 2007*, Wiley-VCH, Weinheim.

196. Malienko, A. Concept and technology for optimization soil physical parameters of arable layer for field crops / A. Malienko/ // ICA 10th International Conference on Agrophysics, 2013. – P. 53.
197. McGarry, D., Bridge, B.J., Radford, B.J., 2000 Contrasting soil physical properties after zero and traditional tillage of an alluvial soil in the semi-arid subtropics. *Soil Till. Res.* 53, 105–115.
198. Mishustin E.N. Mikroorganizmy i produktivnost zemledeliya [Microorganisms and productivity of agriculture]. Moscow, Nauka, 1972. 344 p. (In Russian)
199. Pertovici T., Marinov A.M. A mathematical generalized approach to estimate soil moisture retention characteristics from texture classes // Univ. Politehn. Bucharest. *Sci. Bull. D.* 2010. V. 72. No. 1. P. 59–66.
200. Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpretz, L., Fitton, L., Saffouri, R., Blair, R., 1995 Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267, 1117–1123.
201. Six, J., Guggenberger, G., Paustian, K., Haumaier, L., Elliott, E.T., Zech, W., 2001 Sources and composition of soil organic matter fractions between and within soil aggregates. *Eur. J. Soil Sci.* 52, 607–618.
202. Verhulst, N., Carrillo-García, A., Moeller, C., Trethowan, R., Sayre, K.D., Govaerts, B., 2011 Conservation agriculture for wheat-based cropping systems under gravity irrigation: increasing resilience through improved soil quality. *Plant Soil* 340, 467–480.
203. Verhulst, N., Kienle, F., Syare, K.D., Deckers, J., Raes, D., Limon-Ortega, A., Tijerina-Chavez, L., Govaerts, B., 2010. Soil quality as affected by tillage-residue management in a wheat-maize irrigated bed planting system. *Plant Soil.* 340, 453–466.

# **ПРИЛОЖЕНИЯ**



## Температура воздуха по месяцам и декадам (°С) в 2005-2008 гг.,

[по данным метеопоста Усть-Кинельский]

Месяцы	Декады	Средняя многолетня я	Средняя температура воздуха			
			2005	2006	2007	2008
Январь		-13,7	-8,9	-16,7	-4,7	-12,8
Февраль		-13,1	-13,3	-13,0	-12,9	-8,2
Март		-7,0	-6,4	-3,3	-4,2	1,4
Апрель	1	0,6	-1,2	3,7	4,4	11,0
	2	4,7	8,6	10,1	6,6	9,1
	3	8,6	12,3	7,9	8,7	10,4
	В среднем	4,7	6,5	7,2	6,5	10,2
Май	1	12,0	14,2	13,9	8,7	12,5
	2	14,1	19,5	14,1	16,8	15,5
	3	15,9	20,9	16,4	23,3	16,4
	В среднем	14,1	18,2	14,8	16,2	14,8
Июнь	1	17,7	19,6	22,5	13,9	12,4
	2	18,7	20,4	20,3	19,9	21,7
	3	19,7	18,2	22,8	19,9	19,9
	В среднем	18,7	19,4	21,9	17,9	18,0
Июль	1	20,4	17,5	16,7	22,2	20,7
	2	20,8	20,9	23,9	21,5	24,0
	3	20,9	23,0	15,6	19,1	21,5
	В среднем	20,7	20,5	18,7	20,9	22,0
Август	1	20,3	22,2	18,0	23,0	17,8
	2	19,1	20,9	20,4	23,6	23,5
	3	17,3	16,3	20,6	22,3	20,5
	В среднем	18,8	19,8	19,7	22,9	20,6
Сентябрь		12,3	14,3	13,2	14,5	11,9
Октябрь		4,3	7,2	5,8	6,4	6,8
Ноябрь		-3,9	-0,2	-2,4	-4,4	2,7
Декабрь		-10,6	-4,9	-2,8	-14,2	-6,7
За год		3,8	6,0	5,3	5,8	6,7

Суммарное месячное и декадное количество осадков (мм)  
в 2005-2008 гг., [по данным метеопоста Усть – Кинельский]

Месяцы	Декады	Средняя многолетняя	Количество осадков			
			2005	2006	2007	2008
Январь		24,0	29,3	14,9	109,5	77,0
Февраль		18,0	27,5	43,2	45,2	49,4
Март		24,0	29,5	36,6	19,1	36,9
Апрель	1	9,0	3,4	28,3	18,9	3,8
	2	9,0	4,9	18,4	11,9	2,6
	3	9,0	12,3	11,8	22,8	18,2
	Всего	27,0	20,6	58,5	53,6	24,6
Май	1	10,0	17,1	0,0	11,0	4,3
	2	11,0	4,8	4,0	10,9	9,6
	3	12,0	8,3	34,1	0,5	17,2
	Всего	33,0	30,2	38,1	22,4	31,1
Июнь	1	13,0	12,4	5,4	16,4	6,3
	2	13,0	11,1	18,4	0	29,2
	3	13,0	14,2	30,5	58,9	46,6
	Всего	39,0	37,8	54,6	75,3	82,1
Июль	1	15,0	0	1,6	80,8	9,3
	2	16,0	14,7	35,8	65,5	24,3
	3	16,0	13,8	32,6	9,6	34,6
	Всего	47,0	28,5	70,0	155,9	68,2
Август	1	15,0	0	57,2	0	6,2
	2	15,0	6,9	0,0	0	0
	3	14,0	0	49,1	8,1	0,9
	Всего	44,0	6,9	106,3	8,1	7,1
Сентябрь		44,0	51,9	23,3	27,6	49,5
Октябрь		41,0	28,1	46,0	5,2	12,2
Ноябрь		38,0	6,8	43,7	56,1	50,2
Декабрь		31,0	45,4	35,0	28,6	6,7
За год		410,0	342,5	570,2	607,1	497,0

## Приложение 3

Численность микромицетов под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в севообороте с чистым паром в 2005, 2007, 2008 гг., тыс. КОЕ/г а. с. почву

Обработка почвы	Слой почвы, см	2005 г.				2007 г.				2008 г.				В среднем за годы исследования
		1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	
Вспашка	0-5	11,94	12,32	10,07	11,44	28,36	22,03	7,98	19,46	42,13	45,73	43,77	43,88	24,93
	5-10	9,09	10,91	10,07	10,02	17,17	28,78	25,52	23,83	56,96	88,91	78,55	74,81	36,22
	10-20	6,59	6,96	5,39	6,31	19,96	26,37	6,18	17,51	44,22	54,12	46,89	48,41	24,08
	20-30	7,92	7,63	4,63	6,73	20,37	19,91	7,59	15,96	12,73	12,00	11,83	12,19	11,63
	<b>0-30</b>	<b>8,87</b>	<b>9,44</b>	<b>7,51</b>	<b>8,61</b>	<b>21,47</b>	<b>24,27</b>	<b>11,82</b>	<b>19,19</b>	<b>39,01</b>	<b>50,19</b>	<b>45,26</b>	<b>44,82</b>	<b>24,21</b>
Рыхление	0-5	12,29	16,83	19,53	16,22	40,40	133,42	66,31	80,04	99,36	124,98	116,36	113,57	69,94
	5-10	15,85	37,07	24,25	25,73	16,57	72,75	18,60	35,97	59,42	67,01	65,63	64,02	41,91
	10-20	18,48	29,41	24,24	24,04	12,96	29,00	34,56	25,50	37,67	58,63	45,35	47,22	32,25
	20-30	7,90	18,16	12,62	12,89	9,98	6,31	20,85	12,38	10,51	20,78	13,94	15,08	13,45
	<b>0-30</b>	<b>13,62</b>	<b>25,27</b>	<b>20,15</b>	<b>19,68</b>	<b>19,98</b>	<b>60,37</b>	<b>35,08</b>	<b>38,48</b>	<b>51,74</b>	<b>67,85</b>	<b>60,32</b>	<b>59,97</b>	<b>39,38</b>
Без осенней механической обработки	0-5	14,59	17,36	14,10	15,35	30,48	42,23	27,61	33,44	93,93	131,96	101,20	109,03	52,61
	5-10	20,80	20,82	11,15	17,59	23,16	28,50	21,97	24,54	53,63	97,95	67,58	73,05	38,40
	10-20	17,38	20,63	9,75	15,92	11,27	20,92	10,41	14,20	43,18	63,18	59,91	55,42	28,51
	20-30	14,55	17,58	8,96	13,70	10,58	13,59	10,53	11,57	27,10	32,55	29,55	29,73	18,33
	<b>0-30</b>	<b>16,84</b>	<b>19,09</b>	<b>10,98</b>	<b>15,64</b>	<b>18,87</b>	<b>26,31</b>	<b>17,63</b>	<b>20,94</b>	<b>54,46</b>	<b>81,41</b>	<b>64,56</b>	<b>66,81</b>	<b>34,46</b>
В среднем		13,11	17,93	12,88	14,64	20,11	36,98	21,51	26,20	48,40	66,48	56,71	57,20	32,68

## Приложение 4

Численность микромицетов под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в севообороте с сидеральным паром в 2005, 2007 – 2008 гг., тыс. КОЕ/г а. с. почвы

Обработка почвы	Слои почвы, см	2005 г.				2007 г.				2008 г.				В среднем за годы исследования
		1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	
Вспашка	0-5	13,25	11,49	10,21	11,65	44,09	48,61	34,32	42,34	118,24	144,12	143,68	135,35	63,11
	5-10	9,53	9,31	7,89	8,91	44,95	39,96	32,53	39,15	87,10	97,43	98,91	94,48	47,51
	10-20	6,12	6,83	5,77	6,24	31,94	38,47	34,96	35,12	26,72	38,68	35,83	33,74	25,04
	20-30	13,46	16,89	11,35	13,9	11,94	14,08	10,23	12,08	17,70	18,33	17,62	17,88	14,62
	<b>0-30</b>	<b>10,59</b>	<b>11,13</b>	<b>8,83</b>	<b>10,18</b>	<b>33,23</b>	<b>35,28</b>	<b>28,01</b>	<b>32,17</b>	<b>62,44</b>	<b>74,64</b>	<b>74,01</b>	<b>70,36</b>	<b>37,57</b>
Рыхление	0-5	14,31	13,28	12,08	13,22	65,52	71,10	24,93	53,85	91,86	121,27	116,78	109,97	59,01
	5-10	5,79	15,31	14,32	11,81	35,04	42,79	18,38	32,07	114,48	123,21	120,68	119,46	54,45
	10-20	12,94	11,93	8,93	11,27	28,79	34,42	16,27	26,49	41,08	47,52	45,57	44,72	27,50
	20-30	6,46	8,83	6,58	7,29	14,01	19,97	9,58	14,52	26,26	31,04	30,93	29,41	17,07
	<b>0-30</b>	<b>9,87</b>	<b>12,34</b>	<b>10,46</b>	<b>10,89</b>	<b>35,84</b>	<b>42,07</b>	<b>17,29</b>	<b>31,73</b>	<b>68,42</b>	<b>80,76</b>	<b>78,49</b>	<b>75,89</b>	<b>39,50</b>
Без осенней механической обработки	0-5	17,99	10,54	20,57	16,37	51,91	68,57	4,7	41,73	119,21	136,65	127,50	127,79	61,96
	5-10	6,8	10,86	5,94	7,87	39,98	54,95	9,77	34,9	101,31	126,50	121,20	116,34	53,04
	10-20	8,16	19,71	6,53	11,47	15,13	34,85	11,95	20,65	73,61	97,86	87,12	86,20	39,44
	20-30	6,8	15,26	5,39	9,15	17,27	31,87	14,97	21,37	57,43	59,51	56,06	57,67	29,40
	<b>0-30</b>	<b>9,94</b>	<b>14,09</b>	<b>9,04</b>	<b>11,03</b>	<b>31,07</b>	<b>47,56</b>	<b>10,35</b>	<b>29,66</b>	<b>87,49</b>	<b>105,13</b>	<b>97,97</b>	<b>96,87</b>	<b>45,85</b>
В среднем		10,13	12,52	9,44	10,70	33,38	41,64	18,55	31,19	72,78	86,84	83,49	81,04	40,97

## Приложение 5

Численность бактерий под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в севообороте с чистым паром в 2005, 2007 – 2008 гг., млн. КОЕ/Г а. с. почвы

Обработка почвы	Слои почвы, см	2005 г.				2007 г.				2008 г.				В среднем за годы исследования
		1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	
Вспашка	0-5	2,05	1,79	1,86	1,94	7,73	3,61	3,92	5,09	6,54	1,52	9,21	5,76	4,26
	5-10	1,31	1,24	1,08	1,21	25,87	9,68	11,75	15,77	5,96	4,19	8,53	6,23	7,74
	10-20	1,32	0,81	0,97	1,03	1,76	6,14	6,17	4,69	2,56	5,90	4,04	4,17	3,30
	20-30	0,61	0,36	0,43	0,47	4,48	3,61	5,68	4,59	2,32	4,92	9,70	5,65	3,57
	<b>0-30</b>	<b>1,32</b>	<b>1,05</b>	<b>1,08</b>	<b>1,15</b>	<b>9,96</b>	<b>5,76</b>	<b>6,88</b>	<b>7,53</b>	<b>4,34</b>	<b>4,13</b>	<b>7,87</b>	<b>5,45</b>	<b>4,71</b>
Рыхление	0-5	0,94	0,65	1,59	1,06	5,45	4,34	5,52	5,10	6,03	4,98	5,13	5,38	3,85
	5-10	1,67	1,29	1,94	1,63	4,41	3,36	4,05	3,94	5,05	4,75	4,93	4,91	3,49
	10-20	1,35	0,95	1,75	1,35	4,43	3,39	3,94	3,92	4,45	1,55	1,59	2,53	2,60
	20-30	0,60	0,19	1,32	0,70	3,79	3,51	3,81	3,70	3,11	1,44	1,51	2,02	2,14
	<b>0-30</b>	<b>1,14</b>	<b>0,77</b>	<b>1,65</b>	<b>1,19</b>	<b>4,52</b>	<b>3,65</b>	<b>4,33</b>	<b>4,15</b>	<b>4,66</b>	<b>3,18</b>	<b>3,29</b>	<b>3,71</b>	<b>3,02</b>
Без осенней механической обработки	0-5	2,24	1,62	1,93	1,93	8,31	5,51	6,92	6,91	4,32	2,99	14,06	7,12	5,32
	5-10	0,74	2,89	0,78	1,47	6,25	4,31	5,86	5,47	10,29	11,26	6,78	9,44	5,46
	10-20	7,60	2,83	1,62	4,02	5,84	3,99	4,48	4,77	6,71	3,01	2,97	4,23	4,34
	20-30	0,30	1,22	0,34	0,62	6,92	3,43	4,58	4,98	4,40	3,81	2,26	3,50	3,03
	<b>0-30</b>	<b>2,76</b>	<b>2,14</b>	<b>1,17</b>	<b>2,02</b>	<b>6,83</b>	<b>4,31</b>	<b>5,46</b>	<b>5,53</b>	<b>6,43</b>	<b>5,27</b>	<b>6,52</b>	<b>6,07</b>	<b>4,54</b>
В среднем		1,74	1,32	1,30	1,45	7,10	4,57	5,56	5,74	5,14	4,19	5,89	5,08	4,09

## Приложение 6

Численность бактерий под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в севообороте с сидеральным паром в 2005, 2007 – 2008 гг., млн. КОЕ/г а. с. почвы

Обработка почвы	Слои почвы, см	2005 г.				2007 г.				2008 г.				В среднем за годы исследования
		1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	
Вспашка	0-5	1,16	1,15	1,10	1,13	17,76	15,06	16,26	16,36	5,99	4,48	5,12	5,20	7,56
	5-10	1,12	1,07	0,98	1,06	15,25	10,49	10,87	12,20	5,25	4,81	4,85	4,97	6,08
	10-20	0,37	0,48	0,43	0,43	13,75	9,33	10,25	11,11	4,78	3,88	4,02	4,23	5,26
	20-30	0,61	0,51	0,34	0,49	9,76	5,48	6,70	7,31	2,22	1,19	1,17	1,53	3,11
	<b>0-30</b>	<b>0,82</b>	<b>0,80</b>	<b>0,70</b>	<b>0,77</b>	<b>14,13</b>	<b>10,09</b>	<b>11,02</b>	<b>11,75</b>	<b>4,56</b>	<b>3,59</b>	<b>3,79</b>	<b>3,98</b>	<b>5,50</b>
Рыхление	0-5	0,72	0,68	0,60	0,67	13,60	14,28	8,59	12,16	9,60	3,94	8,78	7,44	6,76
	5-10	0,85	0,44	0,77	0,69	9,59	5,04	6,37	7,00	3,48	2,07	2,80	2,78	3,49
	10-20	0,27	0,71	0,24	0,41	7,07	5,94	3,18	5,40	2,53	1,93	3,41	2,62	2,81
	20-30	0,58	0,34	0,44	0,45	4,26	3,31	2,62	3,40	8,39	6,01	2,37	5,59	3,15
	<b>0-30</b>	<b>0,60</b>	<b>0,55</b>	<b>0,51</b>	<b>0,55</b>	<b>8,63</b>	<b>7,14</b>	<b>5,19</b>	<b>6,99</b>	<b>6,00</b>	<b>3,49</b>	<b>4,34</b>	<b>4,61</b>	<b>4,05</b>
Без осенней механической обработки	0-5	2,04	3,12	2,42	2,53	10,24	7,52	12,24	10,00	9,73	7,36	9,27	8,79	7,11
	5-10	1,15	1,26	1,23	1,21	9,66	6,14	8,87	8,22	4,24	4,93	2,48	3,88	4,44
	10-20	1,80	0,48	0,45	0,91	6,38	5,32	7,92	6,54	6,36	4,08	4,67	5,04	4,16
	20-30	1,97	0,54	0,29	0,93	5,52	4,78	5,17	5,16	1,71	4,23	3,61	3,18	3,09
	<b>0-30</b>	<b>1,74</b>	<b>1,35</b>	<b>1,02</b>	<b>1,37</b>	<b>7,95</b>	<b>5,94</b>	<b>8,55</b>	<b>7,48</b>	<b>5,51</b>	<b>5,15</b>	<b>5,01</b>	<b>5,22</b>	<b>4,69</b>
<b>В среднем</b>		<b>1,05</b>	<b>0,90</b>	<b>0,74</b>	<b>0,90</b>	<b>10,24</b>	<b>7,72</b>	<b>8,25</b>	<b>8,74</b>	<b>5,36</b>	<b>4,08</b>	<b>4,38</b>	<b>4,60</b>	<b>4,75</b>

## Приложение 7

Численность актиномицетов под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в севообороте с чистым паром в 2005, 2007-2008 гг., млн. КОЕ/г а. с. почвы

Обработка почвы	Слой почвы, см	2005 г.				2007 г.				2008 г.				В среднем за годы исследования
		1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	
Вспашка	0-5	0,84	1,25	1,07	1,05	3,12	2,56	2,35	2,68	2,68	5,95	6,71	5,12	2,95
	5-10	1,30	1,31	1,14	1,25	1,84	4,15	3,53	3,17	4,42	5,08	3,50	4,33	2,92
	10-20	2,10	2,10	1,88	2,03	0,97	1,99	1,07	1,34	4,54	4,11	2,84	3,83	2,40
	20-30	1,09	1,11	0,93	1,04	2,32	4,19	3,22	3,24	2,16	4,80	2,77	3,25	2,51
	<b>0-30</b>	<b>1,33</b>	<b>1,44</b>	<b>1,26</b>	<b>1,34</b>	<b>2,06</b>	<b>3,22</b>	<b>2,54</b>	<b>2,61</b>	<b>3,45</b>	<b>4,99</b>	<b>3,96</b>	<b>4,13</b>	<b>2,69</b>
Рыхление	0-5	1,53	1,62	1,51	1,55	4,53	3,17	5,65	4,45	5,51	3,64	5,28	4,81	3,60
	5-10	1,08	1,49	1,39	1,32	2,54	3,19	9,50	5,08	4,01	6,87	3,81	4,90	3,76
	10-20	0,88	0,89	0,85	0,87	1,16	4,37	5,95	3,82	3,49	5,84	5,72	5,02	3,24
	20-30	0,51	1,00	0,91	0,81	0,32	4,16	2,52	2,34	2,35	3,16	2,12	2,54	1,90
	<b>0-30</b>	<b>1,00</b>	<b>1,25</b>	<b>1,17</b>	<b>1,14</b>	<b>2,14</b>	<b>3,73</b>	<b>5,90</b>	<b>3,92</b>	<b>3,84</b>	<b>4,88</b>	<b>4,23</b>	<b>4,32</b>	<b>3,13</b>
Без осенней механической обработки	0-5	1,50	1,49	1,40	1,46	1,93	5,33	2,80	3,35	3,19	2,51	4,97	3,56	2,79
	5-10	0,92	1,50	1,38	1,27	1,71	3,28	4,78	3,26	4,33	6,46	6,09	5,63	3,38
	10-20	1,64	1,14	1,05	1,28	4,33	3,40	4,52	4,08	2,79	6,03	2,64	3,82	3,06
	20-30	1,59	1,31	1,20	1,37	1,68	2,84	3,18	2,56	2,12	6,80	2,43	3,79	2,57
	<b>0-30</b>	<b>1,41</b>	<b>1,36</b>	<b>1,26</b>	<b>1,34</b>	<b>2,41</b>	<b>3,71</b>	<b>3,82</b>	<b>3,31</b>	<b>3,11</b>	<b>5,45</b>	<b>4,03</b>	<b>4,20</b>	<b>2,95</b>
<b>В среднем</b>		<b>1,25</b>	<b>1,35</b>	<b>1,23</b>	<b>1,27</b>	<b>2,20</b>	<b>3,55</b>	<b>4,09</b>	<b>3,28</b>	<b>3,47</b>	<b>5,11</b>	<b>4,07</b>	<b>4,22</b>	<b>2,92</b>

## Приложение 8

Численность актиномицетов под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в севообороте с сидеральным паром в 2005, 2007-2008 гг., млн. КОЕ/г а. с. почвы

Обработка почвы	Слои почвы, см	2005 г.				2007 г.				2008 г.				В среднем за годы исследования
		1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	3 срок	В среднем за год	
Вспашка	0-5	1,63	1,50	1,60	1,57	0,65	4,37	1,72	2,25	3,42	5,42	4,71	4,51	2,84
	5-10	0,92	0,89	0,86	0,89	1,68	3,21	1,91	2,26	2,34	6,06	0,45	2,95	1,20
	10-20	0,66	0,64	0,62	0,64	5,49	1,71	4,58	3,93	3,33	5,28	6,02	4,88	3,53
	20-30	1,19	0,99	0,85	1,01	1,50	4,83	3,85	3,39	2,58	5,41	5,26	4,42	3,22
	<b>0-30</b>	<b>1,10</b>	<b>1,00</b>	<b>0,97</b>	<b>1,03</b>	<b>2,33</b>	<b>3,53</b>	<b>3,01</b>	<b>2,96</b>	<b>2,92</b>	<b>5,54</b>	<b>4,11</b>	<b>4,19</b>	<b>2,70</b>
Рыхление	0-5	1,48	0,58	0,55	0,87	2,28	4,17	4,20	3,55	3,29	5,80	4,31	4,47	2,91
	5-10	0,98	1,47	1,38	1,27	1,63	5,27	4,72	3,87	2,97	4,55	3,95	3,83	3,03
	10-20	0,62	1,06	1,00	0,89	3,79	4,25	4,94	4,33	2,72	6,14	2,66	3,84	2,63
	20-30	0,59	1,12	1,01	0,91	1,69	2,24	5,53	3,15	2,17	4,35	3,21	3,24	2,43
	<b>0-30</b>	<b>0,92</b>	<b>1,06</b>	<b>0,98</b>	<b>0,99</b>	<b>2,35</b>	<b>3,98</b>	<b>4,85</b>	<b>3,73</b>	<b>2,79</b>	<b>5,21</b>	<b>3,53</b>	<b>3,84</b>	<b>2,75</b>
Без осенней механической обработки	0-5	1,97	1,20	1,48	1,55	2,06	3,08	2,23	2,46	3,01	6,39	2,32	3,91	2,11
	5-10	1,44	1,19	1,25	1,29	2,82	3,00	2,83	2,88	3,19	4,40	3,79	3,79	2,65
	10-20	1,03	1,17	1,08	1,09	3,41	3,77	7,51	4,90	2,88	3,35	3,96	3,39	3,32
	20-30	1,17	0,88	0,84	0,96	1,78	8,32	6,23	5,45	2,24	2,03	1,17	1,81	2,53
	<b>0-30</b>	<b>1,40</b>	<b>1,11</b>	<b>1,14</b>	<b>1,22</b>	<b>2,52</b>	<b>4,54</b>	<b>4,70</b>	<b>3,92</b>	<b>2,83</b>	<b>4,04</b>	<b>2,81</b>	<b>3,23</b>	<b>2,65</b>
<b>В среднем</b>		1,14	1,06	1,03	1,08	2,40	4,02	4,19	3,54	2,85	4,93	3,48	3,75	2,70



## Приложение 9

Общая численность микроорганизмов под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в севообороте с чистым паром в 2005, 2007-2008 гг., млн. КОЕ/г а.с. почвы

Обработка ПОЧВЫ	Слой почвы, см	2005 г.				2007 г.				2008 г.				Общее количество микроор- ганизмов
		грибы	бактерии	актино- мицеты	Всего	грибы	бактерии	актино- мицеты	Всего	грибы	бактерии	актино- мицеты	Всего	
Вспашка	0-5	0,0114	1,94	1,05	3,00	0,0195	5,09	2,68	7,79	0,0439	5,76	5,12	10,92	7,24
	5-10	0,0100	1,21	1,25	2,47	0,0238	15,77	3,17	18,96	0,0748	6,23	4,33	10,63	10,69
	10-20	0,0063	1,03	2,03	3,07	0,0175	4,69	1,34	6,05	0,0484	4,17	3,83	8,05	5,72
	20-30	0,0067	0,47	1,04	1,52	0,0160	4,59	3,24	7,85	0,0122	5,65	3,25	8,91	6,09
	<b>0-30</b>	<b>0,0086</b>	<b>1,15</b>	<b>1,34</b>	<b>2,50</b>	<b>0,0192</b>	<b>7,53</b>	<b>2,61</b>	<b>10,16</b>	<b>0,0448</b>	<b>5,45</b>	<b>4,13</b>	<b>9,62</b>	<b>6,53</b>
Рыхление	0-5	0,0162	1,06	1,55	2,63	0,0800	5,1	4,45	9,63	0,1136	5,38	4,81	10,30	7,52
	5-10	0,0257	1,63	1,32	2,98	0,0360	3,94	5,08	9,06	0,0640	4,91	4,9	9,87	7,30
	10-20	0,0240	1,35	0,87	2,24	0,0255	3,92	3,82	7,77	0,0472	2,53	5,02	7,60	5,87
	20-30	0,0129	0,70	0,81	1,52	0,0124	3,7	2,34	6,05	0,0151	2,02	2,54	4,58	4,05
	<b>0-30</b>	<b>0,0197</b>	<b>1,19</b>	<b>1,14</b>	<b>2,35</b>	<b>0,0385</b>	<b>4,15</b>	<b>3,92</b>	<b>8,11</b>	<b>0,0600</b>	<b>3,71</b>	<b>4,32</b>	<b>8,09</b>	<b>6,18</b>
Без осенней механи- ческой обработки	0-5	0,0154	1,93	1,46	3,41	0,0334	6,91	3,35	10,29	0,1090	7,12	3,56	10,79	8,16
	5-10	0,0176	1,47	1,27	2,76	0,0245	5,47	3,26	8,75	0,0731	9,44	5,63	15,14	8,89
	10-20	0,0159	4,02	1,28	5,32	0,0142	4,77	4,08	8,86	0,0554	4,23	3,82	8,11	7,43
	20-30	0,0137	0,62	1,37	2,00	0,0116	4,98	2,56	7,55	0,0297	3,5	3,79	7,32	5,63
	<b>0-30</b>	<b>0,0156</b>	<b>2,02</b>	<b>1,34</b>	<b>3,38</b>	<b>0,0209</b>	<b>5,53</b>	<b>3,31</b>	<b>8,86</b>	<b>0,0668</b>	<b>6,07</b>	<b>4,2</b>	<b>10,34</b>	<b>7,53</b>
<b>В среднем</b>		0,01	1,45	1,27	2,74	0,03	5,74	3,28	9,04	0,06	5,08	4,22	9,35	7,04

## Приложение 10

Общая численность микроорганизмов под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в севообороте с сидеральным паром в 2005, 2007-2008 гг., млн. КОЕ/г а.с. почвы

Обработка ПОЧВЫ	Слои почвы, см	2005 г.				2007 г.				2008 г.				Общее количество микроор- ганизмов
		грибы	бактерии	актино- мицеты	Всего	грибы	бактерии	актино- мицеты	Всего	грибы	бактерии	актино- мицеты	Всего	
Вспашка	0-5	0,0117	1,13	1,57	2,71	0,0423	16,36	2,25	18,65	0,1354	5,20	4,51	9,85	10,40
	5-10	0,0089	1,06	0,89	1,96	0,0392	12,20	2,26	14,50	0,0945	4,97	2,95	8,01	8,16
	10-20	0,0062	0,43	0,64	1,08	0,0351	11,11	3,93	15,08	0,0337	4,23	4,88	9,14	8,43
	20-30	0,0139	0,49	1,01	1,51	0,0121	7,31	3,39	10,71	0,0179	1,53	4,42	5,97	6,06
	<b>0-30</b>	<b>0,0102</b>	<b>0,77</b>	<b>1,03</b>	<b>1,81</b>	<b>0,0322</b>	<b>11,75</b>	<b>2,96</b>	<b>14,74</b>	<b>0,0704</b>	<b>3,98</b>	<b>4,19</b>	<b>8,24</b>	<b>8,26</b>
Рыхление	0-5	0,0132	0,67	0,87	1,55	0,0539	12,16	3,55	15,76	0,1100	7,44	4,47	12,02	9,78
	5-10	0,0118	0,69	1,27	1,97	0,0321	7,00	3,87	10,90	0,1195	2,78	3,83	6,73	6,53
	10-20	0,0113	0,41	0,89	1,31	0,0265	5,40	4,33	9,76	0,0447	2,62	3,84	6,50	5,86
	20-30	0,0073	0,45	0,91	1,37	0,0145	3,40	3,15	6,56	0,0294	5,59	3,24	8,86	5,60
	<b>0-30</b>	<b>0,0109</b>	<b>0,55</b>	<b>0,99</b>	<b>1,55</b>	<b>0,0317</b>	<b>6,99</b>	<b>3,73</b>	<b>10,75</b>	<b>0,0759</b>	<b>4,61</b>	<b>3,84</b>	<b>8,53</b>	<b>6,94</b>
Без осенней механи- ческой обработки	0-5	0,0164	2,53	1,55	4,10	0,0417	10,00	2,46	12,50	0,1278	8,79	3,91	12,83	9,81
	5-10	0,0079	1,21	1,29	2,51	0,0349	8,22	2,88	11,13	0,1163	3,88	3,79	7,79	7,14
	10-20	0,0115	0,91	1,09	2,01	0,0207	6,54	4,90	11,46	0,0862	5,04	3,39	8,52	7,33
	20-30	0,0092	0,93	0,96	1,90	0,0214	5,16	5,45	10,63	0,0577	3,18	1,81	5,05	5,86
	<b>0-30</b>	<b>0,0110</b>	<b>1,37</b>	<b>1,22</b>	<b>2,60</b>	<b>0,0297</b>	<b>7,48</b>	<b>3,92</b>	<b>11,43</b>	<b>0,0969</b>	<b>5,22</b>	<b>3,23</b>	<b>8,55</b>	<b>7,53</b>
<b>В среднем</b>		0,01	0,90	1,08	1,99	0,03	8,74	3,54	12,31	0,08	4,60	3,75	8,44	7,58

## Приложение 11

Каталазная активность под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в слое 0-30 см в севообороте с чистым паром в 2005, 2007 гг., мкМоль Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub>/ мин / г почвы

Обработка почвы	Слои почвы, см	2005 г.			2007 г.			В среднем за весь период
		1 срок	2 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	В среднем за год	
Вспашка	0-5	36,38	71,98	54,18	16,38	30,20	23,29	38,74
	5-10	35,67	71,77	53,72	17,57	30,37	23,97	38,85
	10-20	37,48	72,45	54,97	18,30	31,68	24,99	39,98
	20-30	31,21	62,43	46,82	19,27	28,50	23,89	35,36
	<b>0-30</b>	<b>35,19</b>	<b>69,66</b>	<b>52,42</b>	<b>17,88</b>	<b>30,19</b>	<b>24,04</b>	<b>38,23</b>
Рыхление	0-5	28,29	56,56	42,43	12,47	46,58	29,52	35,98
	5-10	29,58	58,85	44,22	10,94	47,26	29,10	36,66
	10-20	33,41	65,02	49,22	16,55	45,56	31,05	40,14
	20-30	26,25	51,55	38,90	17,23	45,56	31,39	35,15
	<b>0-30</b>	<b>29,38</b>	<b>58,00</b>	<b>43,69</b>	<b>14,30</b>	<b>46,24</b>	<b>30,27</b>	<b>36,98</b>
Без осенней механической обработки	0-5	32,08	66,09	49,09	9,69	39,72	24,71	36,90
	5-10	35,22	69,84	52,53	13,60	41,08	27,34	39,94
	10-20	32,48	65,87	49,18	9,12	44,09	26,61	37,90
	20-30	27,15	57,16	42,16	12,07	46,35	29,21	35,69
	<b>0-30</b>	<b>31,73</b>	<b>64,74</b>	<b>48,24</b>	<b>11,12</b>	<b>42,81</b>	<b>26,97</b>	<b>37,61</b>
<b>В среднем</b>		<b>32,10</b>	<b>64,13</b>	<b>48,12</b>	<b>14,43</b>	<b>39,75</b>	<b>27,09</b>	<b>37,61</b>

## Приложение 12

Каталазная активность под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в слое 0-30 см в севообороте с сидеральным паром в 2005, 2007 гг., мкМоль Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub>/ мин / г почвы

Обработка почвы	Слои почвы, см	2005 г.			2007 г.			В среднем за весь период.
		1 срок	2 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	В среднем за год	
Вспашка	0-5	33,27	65,17	49,22	21,02	24,25	22,64	35,93
	5-10	38,57	74,96	56,77	21,53	23,01	22,27	39,52
	10-20	36,84	71,96	54,40	22,95	17,45	20,20	37,30
	20-30	38,18	77,86	58,02	21,48	19,21	20,34	39,18
	<b>0-30</b>	<b>36,72</b>	<b>72,49</b>	<b>54,60</b>	<b>21,75</b>	<b>20,98</b>	<b>21,36</b>	<b>37,98</b>
Рыхление	0-5	37,42	75,43	56,43	20,46	23,57	22,02	39,23
	5-10	36,84	75,05	55,95	22,10	29,01	25,56	40,76
	10-20	28,15	57,57	42,86	24,65	27,54	26,10	34,48
	20-30	34,13	66,72	50,43	24,88	28,56	26,72	38,58
	<b>0-30</b>	<b>34,14</b>	<b>68,69</b>	<b>51,41</b>	<b>23,02</b>	<b>27,17</b>	<b>25,10</b>	<b>38,26</b>
Без осенней механической обработки	0-5	43,24	87,37	65,31	8,33	31,00	19,66	42,49
	5-10	44,84	89,04	66,94	7,37	33,21	20,29	43,62
	10-20	41,12	83,13	62,13	7,65	26,63	17,14	39,64
	20-30	36,33	71,44	53,89	7,59	27,60	17,60	35,75
	<b>0-30</b>	<b>41,38</b>	<b>82,75</b>	<b>62,06</b>	<b>7,74</b>	<b>29,61</b>	<b>18,67</b>	<b>40,37</b>
<b>В среднем</b>		<b>37,41</b>	<b>74,64</b>	<b>56,02</b>	<b>17,50</b>	<b>25,92</b>	<b>21,71</b>	<b>38,87</b>

## Приложение 13

Уреазная активность под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в слое 0-30 см в севообороте с чистым паром за 2005, 2007 гг., мкМ/час 1г а.с. почвы

Обработка почвы	Слои почвы, см	2005 г.			2007 г.			В среднем за весь период
		1 срок	2 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	В среднем за год	
Вспашка	0-5	0,267	0,252	0,260	0,050	0,047	0,048	0,154
	5-10	0,289	0,255	0,272	0,075	0,037	0,056	0,164
	10-20	0,135	0,126	0,131	0,060	0,033	0,047	0,089
	20-30	0,143	0,138	0,141	0,045	0,023	0,034	0,087
	<b>0-30</b>	<b>0,209</b>	<b>0,193</b>	<b>0,201</b>	<b>0,058</b>	<b>0,035</b>	<b>0,046</b>	<b>0,123</b>
Рыхление	0-5	0,122	0,109	0,116	0,102	0,078	0,090	0,103
	5-10	0,118	0,104	0,111	0,050	0,040	0,045	0,078
	10-20	0,085	0,077	0,081	0,065	0,027	0,046	0,064
	20-30	0,132	0,126	0,129	0,005	0,023	0,014	0,072
	<b>0-30</b>	<b>0,114</b>	<b>0,104</b>	<b>0,109</b>	<b>0,056</b>	<b>0,042</b>	<b>0,049</b>	<b>0,079</b>
Без осенней механической обработки	0-5	0,174	0,158	0,166	0,182	0,060	0,121	0,144
	5-10	0,024	0,010	0,017	0,155	0,043	0,099	0,058
	10-20	0,037	0,024	0,031	0,117	0,028	0,073	0,052
	20-30	0,032	0,027	0,030	0,088	0,028	0,058	0,044
	<b>0-30</b>	<b>0,067</b>	<b>0,055</b>	<b>0,061</b>	<b>0,136</b>	<b>0,040</b>	<b>0,088</b>	<b>0,074</b>
<b>В среднем</b>		<b>0,13</b>	<b>0,117</b>	<b>0,124</b>	<b>0,080</b>	<b>0,039</b>	<b>0,060</b>	<b>0,092</b>

## Приложение 14

Уреазная активность под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в слое 0-30 см в севообороте с сидеральным паром за 2005, 2007 гг., мкМ/час 1г а.с. почвы

Обработка почвы	Слои почвы, см	2005 г.			2007 г.			В среднем за весь период
		1 срок	2 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	В среднем за год	
Вспашка	0-5	0,210	0,179	0,195	0,140	0,050	0,095	0,145
	5-10	0,152	0,097	0,125	0,130	0,028	0,079	0,102
	10-20	0,121	0,051	0,086	0,123	0,033	0,078	0,082
	20-30	0,099	0,017	0,058	0,100	0,023	0,062	0,060
	<b>0-30</b>	<b>0,146</b>	<b>0,086</b>	<b>0,116</b>	<b>0,123</b>	<b>0,034</b>	<b>0,079</b>	<b>0,097</b>
Рыхление	0-5	0,219	0,214	0,217	0,047	0,043	0,045	0,131
	5-10	0,057	0,046	0,052	0,035	0,027	0,031	0,041
	10-20	0,032	0,024	0,028	0,032	0,027	0,029	0,029
	20-30	0,165	0,162	0,164	0,033	0,030	0,032	0,098
	<b>0-30</b>	<b>0,118</b>	<b>0,112</b>	<b>0,115</b>	<b>0,037</b>	<b>0,032</b>	<b>0,034</b>	<b>0,074</b>
Без осенней механической обработки	0-5	0,321	0,265	0,293	0,193	0,065	0,129	0,211
	5-10	0,172	0,158	0,165	0,188	0,027	0,108	0,137
	10-20	0,103	0,024	0,064	0,150	0,027	0,088	0,076
	20-30	0,099	0,026	0,063	0,120	0,028	0,074	0,068
	<b>0-30</b>	<b>0,174</b>	<b>0,118</b>	<b>0,146</b>	<b>0,163</b>	<b>0,037</b>	<b>0,100</b>	<b>0,123</b>
<b>В среднем</b>		<b>0,146</b>	<b>0,105</b>	<b>0,126</b>	<b>0,108</b>	<b>0,034</b>	<b>0,071</b>	<b>0,098</b>

## Приложение 15

Инвертазная активность под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в слое 0-30 см в севообороте с чистым паром за 2005, 2007 гг., в мг образовавшейся глюкозы 1 г а.с. почвы/час

Обработка почвы	Слои почвы, см	2005 г.			2007 г.			В среднем за весь период
		1 срок	2 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	В среднем за год	
Вспашка	0-5	6,12	6,58	6,35	3,76	3,97	3,87	5,11
	5-10	5,99	6,67	6,33	2,43	4,11	3,27	4,80
	10-20	4,99	5,19	5,09	2,90	4,47	3,69	4,39
	20-30	6,14	6,77	6,46	2,97	4,72	3,84	5,15
	<b>0-30</b>	<b>5,81</b>	<b>6,30</b>	<b>6,06</b>	<b>3,02</b>	<b>4,32</b>	<b>3,67</b>	<b>4,86</b>
Рыхление	0-5	5,87	6,38	6,13	3,04	4,65	3,84	4,98
	5-10	5,73	6,29	6,01	3,63	4,01	3,82	4,91
	10-20	4,89	5,69	5,29	3,35	3,42	3,38	4,33
	20-30	6,10	6,58	6,34	3,76	4,58	4,17	5,26
	<b>0-30</b>	<b>5,65</b>	<b>6,23</b>	<b>5,94</b>	<b>3,45</b>	<b>4,17</b>	<b>3,80</b>	<b>4,87</b>
Без осенней механической обработки	0-5	5,55	6,67	6,11	3,87	4,72	4,29	5,20
	5-10	6,48	7,06	6,77	2,67	3,66	3,16	4,97
	10-20	4,95	5,69	5,32	2,50	4,58	3,54	4,43
	20-30	4,13	6,29	5,21	2,07	5,37	3,72	4,46
	<b>0-30</b>	<b>5,28</b>	<b>6,43</b>	<b>5,85</b>	<b>2,78</b>	<b>4,58</b>	<b>3,68</b>	<b>4,77</b>
<b>В среднем</b>		<b>5,58</b>	<b>6,32</b>	<b>5,95</b>	<b>3,08</b>	<b>4,36</b>	<b>3,71</b>	<b>4,83</b>

Инвертазная активность под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в слое 0-30 см в севообороте с сидеральным паром за 2005, 2007 гг.,

в мг образовавшейся глюкозы 1 г а.с. почвы/час

Обработка почвы	Слои почвы, см	2005 г.			2007 г.			В среднем за весь период
		1 срок	2 срок	В среднем за год	1 срок	2 срок	В среднем за год	
Вспашка	0-5	6,29	6,38	6,33	3,07	3,34	3,21	4,77
	5-10	6,67	6,58	6,63	3,18	2,97	3,07	4,85
	10-20	6,13	5,59	5,86	3,42	3,42	3,42	4,64
	20-30	6,11	5,59	5,85	3,66	3,00	3,33	4,59
	<b>0-30</b>	<b>6,30</b>	<b>6,04</b>	<b>6,17</b>	<b>3,33</b>	<b>3,18</b>	<b>3,26</b>	<b>4,71</b>
Рыхление	0-5	6,34	6,29	6,32	3,87	4,58	4,22	5,27
	5-10	6,37	6,18	6,28	3,49	2,51	3,00	4,64
	10-20	8,16	7,95	8,06	5,40	1,90	3,65	5,85
	20-30	6,13	5,89	6,01	2,92	2,97	2,94	4,47
	<b>0-30</b>	<b>6,75</b>	<b>6,58</b>	<b>6,66</b>	<b>3,92</b>	<b>2,99</b>	<b>3,45</b>	<b>5,06</b>
Без осенней механической обработки	0-5	7,65	6,87	7,26	4,96	2,94	3,95	5,60
	5-10	6,54	6,48	6,51	2,30	2,84	2,57	4,54
	10-20	6,24	6,18	6,21	5,08	3,38	4,23	5,22
	20-30	6,20	6,18	6,19	4,93	2,57	3,75	4,97
	<b>0-30</b>	<b>6,66</b>	<b>6,43</b>	<b>6,54</b>	<b>4,32</b>	<b>2,93</b>	<b>3,63</b>	<b>5,09</b>
<b>В среднем</b>		<b>6,57</b>	<b>6,35</b>	<b>6,46</b>	<b>3,86</b>	<b>3,03</b>	<b>3,45</b>	<b>4,95</b>



Накопление и разложение растительных остатков под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы в севообороте с чистым паром за 2007 г., т/га, %

Варианты опыта	Весна 2007г		Осень 2007г				Разложилось т/га	Разложилось %
	Слой почвы, см	Растительные остатки, т/га	Пожнивные остатки, т/га	Корневые остатки, т/га	Остатки прошлых лет, т/га	Всего, т/га		
Вспашка	0-10	0,7065	1,2065	0,1515	0,1600	1,5180	0,5464	77,3
	10-20	0,5848	0,3516	0,0366	0,0815	0,4696	0,5033	86,1
	20-30	0,1625	0,1002	0,0868	0,0000	0,1870	0,1625	100,0
	30-40	0,1405	0,0408	0,0000	0,0000	0,0408	0,1405	100,0
	<b>0 -40</b>	<b>1,5942</b>	<b>1,6991</b>	<b>0,2749</b>	<b>0,2415</b>	<b>2,2155</b>	<b>1,3528</b>	<b>84,9</b>
Рыхление	0-10	0,6320	0,7955	0,1222	0,1287	1,0463	0,5033	79,6
	10-20	0,5273	0,4038	0,0499	0,0410	0,4948	0,4863	92,2
	20-30	0,3086	0,4052	0,0546	0,0402	0,5000	0,2684	87,0
	30-40	0,0786	0,0439	0,0419	0,0217	0,1075	0,0569	72,4
	<b>0-40</b>	<b>1,5465</b>	<b>1,6484</b>	<b>0,2686</b>	<b>0,2316</b>	<b>2,1486</b>	<b>1,3148</b>	<b>85,0</b>
Без осенней механической обработки	0-10	0,8969	1,0157	0,2104	0,2388	1,4649	0,6581	73,4
	10-20	0,6401	0,7508	0,0607	0,0224	0,8340	0,6177	96,5
	20-30	0,1852	0,1200	0,0310	0,0157	0,1666	0,1695	91,5
	30-40	0,1442	0,1029	0,0220	0,0027	0,1277	0,1414	98,1
	<b>0-40</b>	<b>1,8663</b>	<b>1,9894</b>	<b>0,3241</b>	<b>0,2796</b>	<b>2,5931</b>	<b>1,5867</b>	<b>85,0</b>
<b>В среднем</b>		<b>1,67</b>	<b>1,78</b>	<b>0,29</b>	<b>0,25</b>	<b>2,32</b>	<b>1,42</b>	<b>85,0</b>

Накопление и разложение растительных остатков под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы в севообороте с сидеральным паром за 2007 г., т/га, %

Варианты опыта	Весна 2007 г.		Осень 2007 г.				Разложилось т/га	Разложилось %
	Слой почвы	Растительные остатки, т/га	Пожнивные остатки, т/га	Корневые остатки, т/га	Остатки прошлых лет, т/га	Всего, т/га		
Вспашка	0-10	0,6656	0,2479	0,0426	0,0219	0,3124	0,6437	96,7
	10-20	0,5950	0,1252	0,0650	0,0532	0,2434	0,5418	91,1
	20-30	0,1151	0,2446	0,0135	0,0041	0,2622	0,1110	96,4
	30-40	0,0513	0,0232	0,0029	0,0029	0,029	0,0484	94,3
	<b>0-40</b>	<b>1,4271</b>	<b>0,6409</b>	<b>0,1240</b>	<b>0,0820</b>	<b>0,8469</b>	<b>1,3451</b>	<b>94,3</b>
Рыхление	0-10	0,9863	0,2090	0,1500	0,0915	0,4505	0,8948	90,7
	10-20	0,3971	0,4170	0,1374	0,0844	0,6388	0,3127	78,7
	20-30	0,2127	0,0288	0,0635	0,0317	0,124	0,1810	85,1
	30-40	0,1778	0,0192	0,0519	0,0000	0,0711	0,1778	100,0
	<b>0-40</b>	<b>1,7738</b>	<b>0,6740</b>	<b>0,4027</b>	<b>0,2076</b>	<b>1,2843</b>	<b>1,5662</b>	<b>88,3</b>
Без осенней механической обработки	0-10	1,0447	0,4718	0,2262	0,0623	0,7603	0,9824	94,0
	10-20	0,4338	0,1393	0,0327	0,0555	0,2275	0,3783	87,2
	20-30	0,1734	0,1500	0,1594	0,0269	0,3363	0,1465	84,5
	30-40	0,0815	0,0956	0,0048	0,0077	0,1081	0,0738	90,6
	<b>0-40</b>	<b>1,7334</b>	<b>0,8566</b>	<b>0,4232</b>	<b>0,1525</b>	<b>1,4323</b>	<b>1,5809</b>	<b>91,2</b>
<b>В среднем</b>		<b>1,64</b>	<b>0,72</b>	<b>0,32</b>	<b>0,15</b>	<b>1,19</b>	<b>1,50</b>	<b>91,3</b>

## Приложение 19

Накопление и разложение растительных остатков под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы в севообороте с чистым паром за 2008 г., т/га, %

Варианты опыта	Весна 2008 г.		Осень 2008 г.				Разложилось т/га	Разложилось %
	Слой почвы, см	Растительные остатки, т/га	Пожнивные остатки, т/га	Корневые остатки, т/га	Остатки прошлых лет, т/га	Всего, т/га		
Вспашка	0-10	0,4894	0,6775	0,2144	0,0535	0,9454	0,4359	89,1
	10-20	0,7299	0,8704	0,2641	0,0653	1,1998	0,6646	91,1
	20-30	0,4544	0,6990	0,2688	0,0441	1,0119	0,4103	90,3
	30-40	0,1220	0,0859	0,0525	0,0121	0,1505	0,1099	90,1
	<b>0-40</b>	<b>1,7958</b>	<b>2,3328</b>	<b>0,7998</b>	<b>0,1751</b>	<b>3,3077</b>	<b>1,6207</b>	<b>90,2</b>
Рыхление	0-10	0,6857	0,9700	0,5348	0,1066	1,6114	0,5791	84,5
	10-20	0,6630	1,0948	0,6298	0,1269	1,8515	0,5361	80,9
	20-30	0,4414	0,3213	0,1765	0,0408	0,5386	0,4006	90,8
	30-40	0,1866	0,0873	0,0508	0,0270	0,1651	0,1596	85,5
	<b>0-40</b>	<b>1,9767</b>	<b>2,4734</b>	<b>1,3919</b>	<b>0,3013</b>	<b>4,1666</b>	<b>1,6754</b>	<b>84,8</b>
Без осенней механической обработки	0-10	0,6965	0,9492	0,3988	0,1167	1,4647	0,5798	83,2
	10-20	0,7136	0,7599	0,3784	0,1064	1,2447	0,6072	85,1
	20-30	0,5123	0,6264	0,1214	0,0505	0,7983	0,4618	90,1
	30-40	0,2354	0,1089	0,0087	0,0258	0,1434	0,2096	89,0
	<b>0-40</b>	<b>2,1578</b>	<b>2,4446</b>	<b>0,9073</b>	<b>0,2994</b>	<b>3,6513</b>	<b>1,8584</b>	<b>86,1</b>
<b>В среднем</b>		<b>1,98</b>	<b>2,42</b>	<b>1,03</b>	<b>0,26</b>	<b>3,71</b>	<b>1,72</b>	<b>87,0</b>

## Приложение 20

Накопление и разложение растительных остатков под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы в севообороте с сидеральным паром за 2008 г., т/га, %

Варианты опыта	Весна 2008г		Осень 2008г				Разложилось, т/га	Разложилось, %
	Слой почвы, см	Растительные остатки, т/га	Пожнивные остатки, т/га	Корневые остатки, т/га	Остатки прошлых лет, т/га	Всего, т/га		
Вспашка	0-10	0,5757	0,8682	0,3304	0,0786	1,2772	0,4971	86,3
	10-20	0,4371	2,4307	0,9828	0,1087	3,5222	0,3284	75,1
	20-30	0,2765	0,6300	0,2505	0,0563	0,9368	0,2202	79,6
	30-40	0,2593	0,3535	0,2245	0,0082	0,5862	0,2511	96,8
	<b>0-40</b>	<b>1,5486</b>	<b>4,2825</b>	<b>1,7881</b>	<b>0,2517</b>	<b>6,3223</b>	<b>1,2969</b>	<b>83,7</b>
Рыхление	0-10	0,6734	0,9260	0,2084	0,1084	1,2428	0,5650	83,9
	10-20	0,6092	0,5925	0,2903	0,0995	0,9823	0,5097	83,7
	20-30	0,5147	0,3217	0,1949	0,0346	0,5512	0,4801	93,3
	30-40	0,1790	0,2913	0,1934	0,0288	0,5135	0,1502	83,9
	<b>0-40</b>	<b>1,9763</b>	<b>2,1315</b>	<b>0,8870</b>	<b>0,2713</b>	<b>3,2898</b>	<b>1,7050</b>	<b>86,3</b>
Без осенней механической обработки	0-10	0,7664	0,8491	0,5366	0,1530	1,5387	0,6134	80,0
	10-20	0,8277	0,8902	0,3339	0,1018	1,3259	0,7259	87,7
	20-30	0,2974	0,7635	0,3110	0,0673	1,1418	0,2301	77,4
	30-40	0,1464	0,2428	0,1088	0,0107	0,3623	0,1357	92,7
	<b>0-40</b>	<b>2,0378</b>	<b>2,7456</b>	<b>1,2903</b>	<b>0,3328</b>	<b>4,3687</b>	<b>1,7050</b>	<b>83,7</b>
<b>В среднем</b>		<b>1,85</b>	<b>3,05</b>	<b>1,32</b>	<b>0,29</b>	<b>4,66</b>	<b>1,57</b>	<b>84,9</b>

## Приложение 21

Накопление и разложение растительных остатков под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы в севообороте с чистым паром за 2007-2008 гг., т/га, %

Варианты опыта	Весна		Осень				Разложилось т/га	Разложилось %
	Слой почвы, см	Растительные остатки, т/га	Пожнивные остатки, т/га	Корневые остатки, т/га	Остатки прошлых лет, т/га	Всего, т/га		
Вспашка	0-10	0,5980	0,9420	0,1830	0,1068	1,2317	0,4912	83,2
	10-20	0,6574	0,6110	0,1504	0,0734	0,8347	0,5840	88,6
	20-30	0,3085	0,3996	0,1778	0,0221	0,5995	0,2864	95,2
	30-40	0,1313	0,0634	0,0263	0,0061	0,0957	0,1252	95,1
	<b>0-40</b>	<b>1,6950</b>	<b>2,0160</b>	<b>0,5374</b>	<b>0,2083</b>	<b>2,7616</b>	<b>1,4868</b>	<b>87,6</b>
Рыхление	0-10	0,6589	0,8828	0,3285	0,1177	1,3289	0,5412	82,1
	10-20	0,5952	0,7493	0,3399	0,0840	1,1732	0,5112	86,6
	20-30	0,3750	0,3633	0,1156	0,0405	0,5193	0,3345	88,9
	30-40	0,1326	0,0656	0,0464	0,0244	0,1363	0,1083	79,0
	<b>0-40</b>	<b>1,7616</b>	<b>2,0609</b>	<b>0,8303</b>	<b>0,2665</b>	<b>3,1576</b>	<b>1,4951</b>	<b>84,9</b>
Без осенней механической обработки	0-10	0,7967	0,9825	0,3046	0,1778	1,4648	0,6190	78,3
	10-20	0,6769	0,7554	0,2196	0,0644	1,0394	0,6125	90,8
	20-30	0,3488	0,3732	0,0762	0,0331	0,4825	0,3157	90,8
	30-40	0,1898	0,1059	0,0154	0,0143	0,1356	0,1755	93,6
	<b>0-40</b>	<b>2,0121</b>	<b>2,2170</b>	<b>0,6157</b>	<b>0,2895</b>	<b>3,1222</b>	<b>1,7226</b>	<b>85,6</b>
<b>В среднем</b>		1,82	2,10	0,66	0,25	3,01	1,57	86,0

Накопление и разложение растительных остатков под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы в севообороте с сидеральным паром за 2007-2008 гг., т/га, %

Варианты опыта	Весна		Осень				Разложилось т/га	Разложилось %
	Слой почвы, см	Растительные остатки, т/га	Пожнивные остатки, т/га	Корневые остатки, т/га	Остатки прошлых лет, т/га	Всего, т/га		
Вспашка	0-10	0,6207	0,5581	0,1865	0,0503	0,7948	0,5704	91,5
	10-20	0,5161	1,2780	0,5239	0,0810	1,8828	0,4351	83,1
	20-30	0,1958	0,4373	0,1320	0,0302	0,5995	0,1656	88,0
	30-40	0,1553	0,1884	0,1137	0,0056	0,3076	0,1498	95,6
	<b>0-40</b>	<b>1,4879</b>	<b>2,4617</b>	<b>0,9561</b>	<b>0,1669</b>	<b>3,5846</b>	<b>1,3210</b>	<b>89,0</b>
Рыхление	0-10	0,8299	0,5675	0,1792	0,1000	0,8467	0,7299	87,3
	10-20	0,5032	0,5048	0,2139	0,0920	0,8106	0,4112	81,2
	20-30	0,3637	0,1753	0,1292	0,0332	0,3376	0,3306	89,2
	30-40	0,1784	0,1553	0,1227	0,0144	0,2923	0,1640	92,0
	<b>0-40</b>	<b>1,8751</b>	<b>1,4028</b>	<b>0,6449</b>	<b>0,2395</b>	<b>2,2871</b>	<b>1,6356</b>	<b>87,3</b>
Без осенней механической обработки	0-10	0,9056	0,6605	0,3814	0,1077	1,1495	0,7979	87,0
	10-20	0,6308	0,5148	0,1833	0,0787	0,7767	0,5521	87,5
	20-30	0,2354	0,4568	0,2352	0,0471	0,7391	0,1883	80,9
	30-40	0,1140	0,1692	0,0568	0,0092	0,2352	0,1048	91,6
	<b>0-40</b>	<b>1,8856</b>	<b>1,8011</b>	<b>0,8568</b>	<b>0,2427</b>	<b>2,9005</b>	<b>1,6430</b>	<b>87,4</b>
<b>В среднем</b>		<b>1,75</b>	<b>1,89</b>	<b>0,82</b>	<b>0,22</b>	<b>2,92</b>	<b>1,53</b>	<b>87,9</b>

Объемная масса почвы под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки, сроков определения и вида пара за 2005 г., г/см<sup>3</sup>

Обработка почвы	Слой почвы, см	Чистый пар		Сидеральный пар	
		Перед посевом	Перед уборкой	Перед посевом	Перед уборкой
Вспашка	0-10	0,91	1,07	1,02	1,16
	10-20	1,13	1,14	1,12	1,27
	20-30	1,18	1,20	1,14	1,25
	<b>0-30</b>	<b>1,07</b>	<b>1,13</b>	<b>1,09</b>	<b>1,23</b>
Рыхление	0-10	0,93	1,05	1,03	1,12
	10-20	1,16	1,15	1,18	1,26
	20-30	1,18	1,18	1,17	1,24
	<b>0-30</b>	<b>1,09</b>	<b>1,13</b>	<b>1,13</b>	<b>1,21</b>
Без осенней механической обработки	0-10	0,95	1,02	1,01	1,14
	10-20	1,25	1,15	1,17	1,28
	20-30	1,23	1,16	1,20	1,25
	<b>0-30</b>	<b>1,15</b>	<b>1,11</b>	<b>1,13</b>	<b>1,22</b>

Объемная масса почвы под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки, сроков определения и вида пара за 2007 г., г/см<sup>3</sup>

Обработка почвы	Слой почвы, см	Чистый пар		Сидеральный пар	
		Перед посевом	Перед уборкой	Перед посевом	Перед уборкой
Вспашка	0-10	0,95	1,15	0,92	1,12
	10-20	1,01	1,18	0,99	1,18
	20-30	1,02	1,17	1,03	1,19
	<b>0-30</b>	<b>0,99</b>	<b>1,17</b>	<b>0,98</b>	<b>1,18</b>
Рыхление	0-10	0,98	1,14	0,96	1,13
	10-20	1,06	1,19	1,04	1,20
	20-30	1,05	1,17	1,04	1,16
	<b>0-30</b>	<b>1,03</b>	<b>1,15</b>	<b>1,01</b>	<b>1,16</b>
Без осенней механической обработки	0-10	0,96	1,15	0,92	1,13
	10-20	1,08	1,21	1,07	1,22
	20-30	1,07	1,20	1,08	1,18
	<b>0-30</b>	<b>1,04</b>	<b>1,19</b>	<b>1,03</b>	<b>1,18</b>



Объемная масса почвы под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки, сроков определения и вида пара за 2008 г., г/см<sup>3</sup>

Обработка почвы	Слой почвы, см	Чистый пар		Сидеральный пар	
		Перед посевом	Перед уборкой	Перед посевом	Перед уборкой
Вспашка	0-10	0,97	1,05	0,96	1,02
	10-20	1,09	1,27	1,07	1,25
	20-30	1,25	1,22	1,26	1,26
	<b>0-30</b>	<b>1,10</b>	<b>1,18</b>	<b>1,09</b>	<b>1,17</b>
Рыхление	0-10	0,95	1,06	0,97	1,05
	10-20	1,25	1,25	1,24	1,24
	20-30	1,26	1,25	1,25	1,24
	<b>0-30</b>	<b>1,15</b>	<b>1,19</b>	<b>1,15</b>	<b>1,18</b>
Без осенней механической обработки	0-10	1,05	1,03	1,04	1,03
	10-20	1,26	1,25	1,25	1,25
	20-30	1,26	1,25	1,26	1,25
	<b>0-30</b>	<b>1,19</b>	<b>1,18</b>	<b>1,18</b>	<b>1,18</b>

## Приложение 26

Объемная масса почвы под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в севообороте с чистым паром за 2005, 2007, 2008 гг., г/см<sup>3</sup>.

Обработка почвы	Слой почвы, см	2005 г.			2007 г.			2008 г.			В среднем		
		Перед посевом	Перед уборкой	В среднем за год	Перед посевом	Перед уборкой	В среднем за год	Перед посевом	Перед уборкой	В среднем за год	Перед посевом	Перед уборкой	В среднем за год
Вспашка	0-10	0,91	1,07	0,99	0,95	1,15	1,05	0,97	1,05	1,01	0,94	1,09	1,02
	10-20	1,13	1,14	1,14	1,01	1,18	1,10	1,09	1,27	1,18	1,08	1,20	1,14
	20-30	1,18	1,2	1,19	1,02	1,17	1,10	1,25	1,22	1,24	1,15	1,20	1,17
	<b>0-30</b>	<b>1,07</b>	<b>1,13</b>	<b>1,10</b>	<b>0,99</b>	<b>1,17</b>	<b>1,08</b>	<b>1,1</b>	<b>1,18</b>	<b>1,14</b>	<b>1,05</b>	<b>1,16</b>	<b>1,11</b>
Рыхление	0-10	0,93	1,05	0,99	0,98	1,14	1,06	0,95	1,06	1,01	0,95	1,08	1,02
	10-20	1,16	1,15	1,16	1,06	1,19	1,13	1,25	1,25	1,25	1,16	1,20	1,18
	20-30	1,18	1,18	1,18	1,05	1,17	1,11	1,26	1,25	1,26	1,16	1,20	1,18
	<b>0-30</b>	<b>1,09</b>	<b>1,13</b>	<b>1,11</b>	<b>1,03</b>	<b>1,15</b>	<b>1,09</b>	<b>1,15</b>	<b>1,19</b>	<b>1,17</b>	<b>1,09</b>	<b>1,16</b>	<b>1,12</b>
Без осенней механической обработки	0-10	0,95	1,02	0,99	0,96	1,15	1,06	1,05	1,03	1,04	0,99	1,07	1,03
	10-20	1,25	1,15	1,20	1,08	1,21	1,15	1,26	1,25	1,26	1,20	1,20	1,20
	20-30	1,23	1,16	1,20	1,07	1,2	1,14	1,26	1,25	1,26	1,19	1,20	1,20
	<b>0-30</b>	<b>1,15</b>	<b>1,11</b>	<b>1,13</b>	<b>1,04</b>	<b>1,19</b>	<b>1,12</b>	<b>1,19</b>	<b>1,18</b>	<b>1,19</b>	<b>1,13</b>	<b>1,16</b>	<b>1,14</b>

## Приложение 27

Объемная масса почвы под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, сроков определения в севообороте с сидеральным паром за 2005, 2007, 2008 гг., г/см<sup>3</sup>

Обработка почвы	Слой почвы, см	2005 год			2007 год			2008 год			В среднем за 3 года		
		Перед посевом	Перед уборкой	В среднем за год	Перед посевом	Перед уборкой	В среднем за год	Перед посевом	Перед уборкой	В среднем за год	Перед посевом	Перед уборкой	В среднем за год
Вспашка	0-10	1,02	1,16	1,09	0,92	1,12	1,02	0,96	1,02	0,99	0,97	1,10	1,03
	10-20	1,12	1,27	1,20	0,99	1,18	1,09	1,07	1,25	1,16	1,06	1,23	1,15
	20-30	1,14	1,25	1,20	1,03	1,19	1,11	1,26	1,26	1,26	1,14	1,23	1,19
	<b>0-30</b>	<b>1,09</b>	<b>1,23</b>	<b>1,16</b>	<b>0,98</b>	<b>1,18</b>	<b>1,08</b>	<b>1,09</b>	<b>1,17</b>	<b>1,13</b>	<b>1,05</b>	<b>1,19</b>	<b>1,12</b>
Рыхление	0-10	1,03	1,12	1,08	0,96	1,13	1,05	0,97	1,05	1,01	0,99	1,10	1,04
	10-20	1,18	1,26	1,22	1,04	1,2	1,12	1,24	1,24	1,24	1,15	1,23	1,19
	20-30	1,17	1,24	1,21	1,04	1,16	1,10	1,25	1,24	1,25	1,15	1,21	1,18
	<b>0-30</b>	<b>1,13</b>	<b>1,21</b>	<b>1,17</b>	<b>1,01</b>	<b>1,16</b>	<b>1,09</b>	<b>1,15</b>	<b>1,18</b>	<b>1,17</b>	<b>1,10</b>	<b>1,18</b>	<b>1,14</b>
Без осенней механической обработки	0-10	1,01	1,14	1,08	0,92	1,13	1,03	1,04	1,03	1,04	0,99	1,10	1,05
	10-20	1,17	1,28	1,23	1,07	1,22	1,15	1,25	1,25	1,25	1,16	1,25	1,21
	20-30	1,2	1,25	1,23	1,08	1,18	1,13	1,26	1,25	1,26	1,18	1,23	1,20
	<b>0-30</b>	<b>1,13</b>	<b>1,22</b>	<b>1,18</b>	<b>1,03</b>	<b>1,18</b>	<b>1,11</b>	<b>1,18</b>	<b>1,18</b>	<b>1,18</b>	<b>1,11</b>	<b>1,19</b>	<b>1,15</b>

## Приложение 28

Влажность почвы под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы,  
вида пара в 2005 г., % а.с. почвы

Обработка почвы	Слой почвы, см	Чистый пар		Сидеральный пар	
		Весна	Осень	Весна	Осень
Вспашка	0-30	28,3	20,6	29,1	25,4
	0-50	27,8	20,8	29,0	25,2
	50-100	23,3	18,8	24,6	24,8
	<b>0-100</b>	<b>25,6</b>	<b>19,8</b>	<b>26,4</b>	<b>25,0</b>
Рыхление	0-30	29,7	25,3	34,6	26,0
	0-50	29,5	23,8	34,6	27,3
	50-100	24,9	21,2	29,3	20,6
	<b>0-100</b>	<b>27,2</b>	<b>22,5</b>	<b>31,9</b>	<b>24,0</b>
Без осенней механической обработки	0-30	29,7	19,8	35,6	30,7
	0-50	28,8	19,0	34,6	31,9
	50-100	26,2	16,0	31,0	26,0
	<b>0-100</b>	<b>27,5</b>	<b>17,6</b>	<b>32,8</b>	<b>29,0</b>

## Приложение 29

Влажность почвы под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы,  
вида пара в 2007 г., % а.с. почвы

Обработка почвы	Слой почвы, см	Чистый пар		Сидеральный пар	
		Весна	Осень	Весна	Осень
Вспашка	0-30	29,5	16,1	27,1	13,6
	0-50	29,6	18,1	26,0	14,8
	50-100	23,6	18,3	19,8	15,9
	<b>0-100</b>	<b>26,6</b>	<b>18,2</b>	<b>22,9</b>	<b>15,3</b>
Рыхление	0-30	26,6	13,2	25,1	15,2
	0-50	24,7	14,3	24,3	16,7
	50-100	16,4	17,8	20,3	16,0
	<b>0-100</b>	<b>20,6</b>	<b>16,1</b>	<b>22,3</b>	<b>16,8</b>
Без осенней механической обработки	0-30	26,9	14,1	21,5	13,5
	0-50	26,0	25,0	21,1	14,4
	50-100	18,3	16,9	18,0	15,5
	<b>0-100</b>	<b>22,2</b>	<b>16,0</b>	<b>19,5</b>	<b>14,9</b>

Влажность почвы под посевами ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы,  
вида пара в 2008 г., % а.с. почвы

Обработка почвы	Слой почвы, см	Чистый пар		Сидеральный пар	
		Весна	Осень	Весна	Осень
Вспашка	0-30	27,3	27,3	29,6	32,0
	0-50	27,0	26,9	29,6	31,8
	50-100	23,2	18,9	26,1	23,5
	<b>0-100</b>	<b>25,1</b>	<b>22,9</b>	<b>27,8</b>	<b>27,4</b>
Рыхление	0-30	29,2	27,8	32,4	33,6
	0-50	29,2	26,1	32,4	32,5
	50-100	25,9	19,8	27,7	23,5
	<b>0-100</b>	<b>27,5</b>	<b>23,0</b>	<b>30,0</b>	<b>28,0</b>
Без осенней механической обработки	0-30	32,5	28,7	35,1	30,3
	0-50	30,7	27,4	34,6	30,1
	50-100	24,1	18,9	26,4	21,8
	<b>0-100</b>	<b>27,4</b>	<b>23,2</b>	<b>31,5</b>	<b>25,9</b>

Урожайность ячменя по повторностям за 2005-2008 гг. в зависимости от вида пара и способов обработки почвы, т/га

Вид обработки	2005				2006				2007				2008			
	1	2	3	ср	1	2	3	ср	1	2	3	ср	1	2	3	ср
Чистый пар																
Вспашка	1,64	1,17	1,31	1,37	2,83	2,75	2,65	2,74	1,30	1,44	1,17	1,30	2,75	2,59	2,73	2,69
Рыхление	1,82	1,43	1,43	1,56	2,89	3,24	2,75	2,96	1,74	1,69	1,54	1,66	2,73	2,93	2,61	2,76
Без осенняя механическая обработка	1,64	1,15	1,38	1,39	2,82	3,19	3,31	3,11	1,89	1,97	1,76	1,87	2,38	2,57	2,68	2,54
Сидеральный пар																
Вспашка	1,61	1,51	1,66	1,59	2,12	2,11	2,33	2,19	1,68	1,85	1,65	1,73	2,63	2,69	2,61	2,64
Рыхление	1,82	1,58	1,22	1,54	2,39	2,24	2,24	2,29	1,88	1,94	1,81	1,88	2,50	2,74	2,83	2,69
Без осенняя механическая обработка	1,66	1,30	1,21	1,39	2,32	2,75	2,62	2,56	2,05	1,74	2,43	2,07	2,48	2,65	2,47	2,53

## Урожайность ярового ячменя за 2005-2008 г в зависимости от способов обработки почвы и вида пара, (т/га)

Обработка почвы	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	В среднем
В севообороте с чистым паром					
Вспашка	1,37	2,74	1,30	2,69	2,03
Рыхление	1,56	2,96	1,66	2,76	2,24
Без осенняя механическая обработка	1,39	3,11	1,87	2,54	2,23
В среднем по пару	1,44	2,94	1,61	2,66	2,17
В севообороте с сидеральным паром					
Вспашка	1,59	2,19	1,73	2,64	2,04
Рыхление	1,54	2,29	1,88	2,69	2,10
Без осенняя механическая обработка	1,39	2,56	2,07	2,53	2,14
В среднем по пару	1,51	2,35	1,89	2,62	2,09