

ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет»

На правах рукописи



Коряковский Артем Владимирович

«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЛАГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ  
ВЫРАЩИВАНИЯ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ  
ЮЖНОГО УРАЛА»

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Диссертация на соискание учёной степени кандидата  
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель  
доктор сельскохозяйственных наук  
Бакиров Фарит Галиуллиевич

Оренбург 20014

## Содержание

Введение.....	3
1 Аналитический обзор состояния вопроса.....	9
Биологические особенности яровой пшеницы.....	9
1.2 Влияние основной обработки почвы на её плодородие и способность аккумулировать влагу.....	13
1.3 Прямой посев. Развитие и распространение.....	17
1.4 Роль растительных остатками при прямом посеве.....	23
Фитотоксичность растительных остатков.....	25
1.5 Способы снижения аллелопатического действия растительных остатков.....	30
2. Условия и методика проведения исследований.....	43
2.1 Почвенно-климатические условия степной зоны Оренбургского Предуралья.....	43
2.2 Погодные условия в годы проведения исследований.....	49
2.3 Методика исследований и агротехника на опытном участке.....	56
3 Результаты исследований.....	60
3.1 Развитие яровой пшеницы в зависимости от технологий посева.....	60
3.2 Эффективность использования ресурсов влаги при различных технологиях выращивания яровой пшеницы.....	64
3.3 Засоренность посевов яровой пшеницы в зависимости от технологий её выращивания.....	72
3.4 Влияние обработки и мульчирования на плотность почвы.....	76
3.5 Влияние мульчирования и препарата Байкал ЭМ-1 на элементы структуры урожайности яровой пшеницы.....	79
3.6 Влияние способов обработки, мульчирования почвы и обработки соломенной мульчи препаратом Байкал ЭМ-1 на урожайность пшеницы.....	85
4 Экономическая и энергетическая оценка эффективности приемов выращивания яровой пшеницы.....	93
Выводы.....	101
Предложения производству.....	102
Список литературы	
Приложения	

## **ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность темы.** Производство растениеводческой продукции является одним из сложнейших производств материальных ценностей на земле. Здесь, как и во всех сферах человеческой деятельности, идет постоянный поиск новых технологий (Якушев В.П., 2008).

Среди них особо выделяется нулевая технология (прямой посев). Сегодня она применяется от Полярного круга, через тропики до 50 °С южной долготы. На высоте до 3000 м над уровнем моря. От территории с повышенной влажностью (2500 мм осадков в год – Бразилия, 3000 мм – Чили) до крайне засушливых зон (250 мм осадков в год – Западная Австралия). Это говорит о высокой адаптивности нулевой технологии к различным условиям.

По данным экспертов ФАО, в 1999 году нулевая технология обработки почвы применялась во всем мире на площади 45 млн. га. В 2003 году этот показатель составлял 72 млн. га, в 2009 – 106 млн. га.

Столь быструю экспансию нулевой обработки почвы в мире многие специалисты объясняют экономическими преимуществами его перед традиционными технологиями обработки почвы, которые заключаются в экономии времени, трудозатрат и топлива. Прямой посев (нулевая обработка) повторяет естественный почвообразовательный процесс. Растительные остатки на поверхности поля, являются материалом обеспечивающим сохранение почвы, источником питательных элементов для растений, повышают эффективность использования ресурсов влаги и повышают урожайность.

Очевидно, что на территории России есть площади под нулевой обработкой почвы, но очень мало. Существенным сдерживающим фактором применения нулевой технологии являются предубеждения в отношении новой системы. Поскольку почва на протяжении тысяч лет подвергалась обработке, это стало привычным для человека. Психологический барьер возникает у земледельцев и из-за недостатка в России исследований в этой

области, а также слабой пропаганды этой системы в нашей стране. Высокая стоимость средств защиты растений и специальной посевной техники, в основном иностранного производства, для прямого посева является не менее важным фактором тормозящим распространение нулевой технологии в России целом, и в Оренбургской области в частности. Снижение урожайности культур, происходящее, как по субъективным причинам, например, отчуждение соломы, т.е. оставление поверхности поля без мульчи, отказ от азотных удобрений, так и по объективным – аллелопатическое влияние растительных остатков. Оставленная на поверхности поля солома впоследствии может отрицательно повлиять на всхожесть и урожайность культур. Снижение всхожести является следствием влияния фенолкарбоновых кислот, выделяющихся из соломы под действием воды, и токсических продуктов (аллелохимикатов) образующихся при ее разложении в почве (Ерофеев Н.С., 1964; Кроветто К., 2010). Снижение урожайности, по мнению некоторых исследователей (Мишустин Е.Н., 1972; Галиакперов А., 2005) происходит из-за дефицита азота в результате иммобилизации его бактериями при разложении органических остатков.

И если для устранения второй причины достаточно внести азотное удобрение, то – первой, предлагаются другие, более сложные и менее эффективные способы. Например, с целью уменьшения отрицательного действия соломы на культурные растения, рекомендуется перемешивать солому с почвой. Причем лучшие результаты дает осенняя заделка соломы на небольшую глубину (8-10 см) дисковым луцильником (Тулин А.С., 1976). Но в этом случае теряются все преимущества, которые обеспечивает соломенная мульча.

Следует отметить, что в настоящее время накоплено значительное количество информации о снижении токсичности соломы при обработке её различными препаратами. Однако обязательным условием в этих рекомендациях также является заделка соломы в почву.

Отсюда следует, что необходим способ, который позволит существенно уменьшить негативное действие органических остатков, но позволит сохранить соломенную мульчу на поверхности поля. Таким способом может быть обработка соломы биологическим препаратом Байкал ЭМ-1. Это созданный по специальной технологии концентрат в виде жидкости. В ней выращено большое количество анабиотических молочнокислых, дрожжевых и других микроорганизмов, обладающих множеством полезных свойств. Среди них основными являются: ускорение роста и созревания растений, преобразование органических остатков в эффективное удобрение, снижение содержания токсичных веществ.

Земледелие в Оренбургской области ведется в жестких температурных условиях и ситуациях большого дефицита влаги. Среднесуточные температуры летних месяцев часто превышают оптимальные значения для большинства культур на 2-3 °С. В год по зонам области выпадает от 260 до 470 мм осадков. При этом на период вегетации растений приходится менее половины от общего количества. Поэтому дополнительное накопление влаги в почве и её эффективное использование остается важным резервом повышения урожайности и стабилизации производства продукции растениеводства в области. Вопрос о накоплении влаги, поступающей в осенне-зимний период, решается давно и предложены достаточно эффективные приемы, такие как глубокая вспашка, глубокое рыхление плоскорезами, стойками СибИМЭ, чизельными плугами и т.д. Однако в большинстве случаев вода, накопленная в осенне-зимний период, используется растениями неэффективно.

Известно, что водопотребление культур в несколько раз превышает коэффициент транспирации. Так у наиболее ценной и наиболее распространенной культуры яровой пшеницы коэффициент транспирации даже в засушливый год составляет 448, а коэффициент водопотребления колеблется от 800 до 2400. Такое различие коэффициентов у одной и той же культуры объясняется испарением большого количества влаги, прежде всего,

весной до закрытия поверхности почвы растениями (более 4,0 мм в сутки). В дальнейшем непроизводительные потери влаги уменьшаются, но сохраняются на довольно высоком уровне. Сокращение этих потерь может значительно улучшить снабжение растений водой. Одним из способов эффективного сокращения потерь на испарение может быть мульчирование.

Исследования последних лет свидетельствуют о том, что при оставлении на поверхности почвы органических остатков в виде мульчи происходит значительно большее накопление влаги почвы в течение всего года (Young H., 1973; Дерпш Р., 2008; Кроветто К., 2010; Фридрих Т., 2010).

Свежие растительные остатки, оставленные на поле, имеют огромное значение для физической защиты поверхности почвы от дождевых капель. Мульча является необходимым элементом защиты поверхности почвы и от солнечного излучения, контроля над сорными растениями и создания благоприятной среды для живущих в почве организмов. При наличии растительных остатков на поверхности значительно сокращаются потери воды, уменьшается амплитуда колебаний ночных и дневных температур пахотного слоя, создаются более благоприятные условия для разуплотнения почвы. Мульча способствует улучшению химических, физических и биологических процессов в почве, что обеспечивает повышение плодородия почвы (Дерпш, 2008 Р.). Таким образом, в системе нулевой обработки почвы растительные остатки являются основным условием её эффективности. Изучение эффективности мульчирования поверхности почвы органическими остатками в зоне Южного Урала не проводилось. Поэтому исследования этого вопроса в условиях Оренбургской области является актуальным.

Исследования велись по государственной координационной программе РАСХН «Разработать ресурсосберегающие технологии возделывания полевых сельскохозяйственных культур с различным уровнем интенсификации и методов воспроизводства почвенного плодородия в адаптивно-ландшафтных системах земледелия», номер государственной регистрации – 01200105541.

Цель и задачи исследований.

*Цель работы* – совершенствование технологии выращивания яровой мягкой пшеницы, обеспечивающей эффективное использование ресурсов влаги степной зоны Южного Урала.

*Задачи исследований:*

- определить эффективность использования ресурсов влаги посевами пшеницы при различных технологиях её выращивания;
- выявить роль мульчирования в регулировании плотности почвы и численности сорного компонента агрофитоценоза;
- изучить влияние осенней обработки соломенной мульчи препаратом Байкал ЭМ-1 на всхожесть, сохранность растений, водопотребление и урожайность яровой пшеницы;
- дать оценку экономической эффективности изучаемых приемов.

**Научная новизна результатов исследований.** Впервые биопрепарат Байкал ЭМ-1 был применен для обработки соломенной мульчи без заделки его в почву и установлена высокая эффективность этого приема в повторных посевах яровой пшеницы.

Были изучены закономерности использования ресурсов почвенной влаги при прямом посеве яровой пшеницы и особенности изменения плотности верхних слоев почвы под действием соломенной мульчи.

Определена динамика засоренности посевов в результате мульчирования почвы и обработки мульчи препаратом Байкал ЭМ-1.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- мульчирование поверхности необработанной почвы соломой позволяет на 37 % улучшить усвоение осенних осадков, и в 1,2 раза повышает эффективность использования водных ресурсов зоны в сравнении с отвальной обработкой почвы;
- покрытие поверхности почвы соломенной мульчей уменьшает засоренность посевов двудольными растениями и при обработке посевов гербицидом избирательного действия в фазу кущения

пшеницы положительно сказывается на урожайности;

- осеннее применение биологического препарата Байкал ЭМ-1, без заделки его в почву уменьшает токсичность соломенной мульчи и на 34 % повышает урожайность яровой пшеницы;
- соломенная мульча усиливает процессы саморазрыхления почвы и в условиях засушливой степи Южного Урала существенно повышает урожайность яровой пшеницы.

### **Практическая значимость и реализация полученных результатов.**

Разработанные приемы способствуют повышению эффективности использования ресурсов влаги, экономии энергетических и трудовых ресурсов. Мульчирование в сочетании с осенней обработкой соломы препаратом Байкал ЭМ-1 позволяет повысить урожайность яровой пшеницы на 34 % в сравнении с традиционной технологией.

Результаты исследований могут быть использованы при разработке ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур в хозяйствах области, учебном процессе в высших учебных заведениях.

Результаты исследований прошли производственную проверку, нашли широкое применение на территории ООО «Сагарчин», ИП Петрова М.В. Акбулакского района Оренбургской области. Экономический эффект составил 1070,5 и 1230,5 руб./га.

**Апробация работы и публикации.** Основные положения работы докладывались на региональных конференциях ученых Урала и Поволжья, расширенных заседаниях кафедры земледелия и ТППР в 2008–2010 гг. По теме диссертации опубликовано пять научных статей, в том числе три в рецензируемых журналах ВАК.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов и предложений производству. Работа изложена на 102 страницах, содержит 20 таблиц в тексте и 12 в приложении, 11 рисунка. Список литературы включает 162 источников, из них 13 иностранных авторов.



## **1 Аналитический обзор состояния вопроса**

### **1.1 Биологические особенности яровой пшеницы**

*Требования к температуре.* Яровая пшеница относится к эвритермной группе организмов. Она способна переносить довольно широкие колебания температур: от кратковременных заморозков - 10 °С (всходы) до + 40 °С (паралич устьиц наступает через 10-17 часов). Однако оптимальной для яровой пшеницы считается температура 20...25 °С. Именно при такой температуре у нее наиболее интенсивно проходят все физико-химические процессы, и происходит почвенное и воздушное питание, за счет которых происходит построение организма, т.е. это способствует увеличению темпов их роста. Здесь биологическим процессам вполне применимо правило Вант-Гоффа. Исходя из этого правила, скорость химических реакций возрастает в 2-3 раза при повышении температуры на каждые 10 °С. При температуре, выше или ниже оптимальных, скорость биохимических реакций в организме снижается или вообще нарушается. И как итог – замедление темпов роста и даже гибель организма. Следует отметить, что яровая пшеница в ходе длительного эволюционного развития приспособилась к периодическим изменениям температурных условий, выработало в себе различную потребность к теплу в разные периоды жизни. Например, прорастание семян растений происходит при более низких температурах, чем последующий их рост. Семена пшеницы начинают прорасти при температуре 1...2 °С, всходы появляются при 4...5 °С (наиболее благоприятна температура 12...15 °С), а для цветения наилучшая температура 16 °С. Нужно учитывать, что указанные температуры – величины не постоянные и зависят от других экологических факторов. Так, например, установлено, что при полном освещении и избытке углекислого газа в воздухе оптимальная температура фотосинтеза 30 °С, а при слабом освещении и недостатке CO<sub>2</sub> он снижается до 10 °С.

Приспособление яровой пшеницы к периодическим изменениям температур, в разные периоды жизни имеет огромное экологическое

значение. Дело в том, что для растений количество тепла, необходимого для развития, определяется суммой эффективных температур или суммой тепла. Сумма эффективных температур для каждого вида растений, как правило, величина постоянная, это притом, если другие условия среды находятся в оптимуме и отсутствуют осложняющие факторы. При отклонении этих условий или при сравнении растений из разных частей ареала результаты могут быть искажены. Для яровой пшеницы сумма эффективных температур колеблется, в зависимости от вида и сорта от 1500 °С до 1750 °С. Однако в том случае если бы пшеница была лишена такого «приспособительного» механизма и прорастание семян начиналось бы при «среднеоптимальной» температуре вегетации (20-25 °С), то в лучшем случае: все критические периоды ее роста и развития совпали бы с наиболее засушливым периодом вегетации, что существенно снизило бы урожай, а в худшем она вообще не закончила бы свое развитие до первых заморозков. Огромно значение температурного фактора при формировании генеративных органов. Из всех факторов среды, обуславливающих дифференцировку конуса нарастания, решающим считается температура. Более длительный период от начала всходов до кущения (обычно связанный с наличием сравнительно невысокой суммы среднесуточной температуры), способствует закладке крупного колоса с большим числом зерен в нем. Повышенная температура этого периода, ускоряя дифференцировку зачаточного колоса и его медленный рост, обуславливает образование мелкого колоса с меньшим числом зерен в нем. Как правило, в годы с прохладной температурой в периоды посев – всходы – кущение, отмечается закладка и формирование более крупного колоса пшеницы.

Велика роль температурного режима и в фазу цветения пшеницы: недостаточная влажность и высокая температура в этот период резко снижают урожай (уменьшается число зерен в колосе). Это связано с тем, что для прорастания пыльцы необходима капельножидкая влага, которая испаряется при высоких температурах воздуха. А при температуре воздуха в этот период – 1...2 °С растения сильно повреждаются и не образуют зерно. В

период созревания зерно может быть повреждено даже слабыми заморозками. Морозобойное зерно имеет низкие посевные качества и технологические свойства. При характеристике температуры необходимо различать температуру воздуха и температуру почвы, разность между ними. Яровая пшеница достигает наилучшего развития, когда температура близ корней равна 10...12 °С, а у надземных частей 22...25 °С. При температуре почвы и воздуха 25 °С состояние растений резко ухудшается, и они не дают цветков. Дальнейшее повышение температуры почвы до 34°С, когда надземные органы остаются при 25 °С, у растений наблюдается отмирание верхушек почек, стеблей, а впоследствии погибает все растение.

При температуре почвы на глубине заделки семян 5 °С всходы появляются на 20-й день, при 8 °С - на 13-й, при 10 °С - на 9-й, при 15 °С - на 7-й день.

Кущение яровой пшеницы лучше проходит при температуре 10-12 °С. Пониженная температура почвы в этот период положительно влияет на образование и развитие узловых корней, а тем самым и на высоту урожая пшеницы. В фазе колошения и молочного состояния зерна наиболее благоприятна температура 16-23 °С. Сорты мягкой пшеницы устойчивее к весенним заморозкам, чем твердой. Наиболее выносливы к высоким температурам сорта мягкой пшеницы, районированные в Средней Азии и на Юго-востоке, а также твердые пшеницы.

*Требования к влаге.* Для прорастания семян мягкой пшеницы требуется 50-60 % воды от массы сухого зерна; семенам твердой пшеницы требуется воды на 5-7 % больше, так как они содержат больше белка. Транспирационный коэффициент мягкой пшеницы равен примерно 415, а твердой - 406.

Потребление воды по фазам развития пшеницы распределяется примерно следующим образом: в период всходов - 5-7 % общего потребления воды за весь вегетационный период, в фазе кущения 15-20, выхода растений в трубку и колошения 50-60, молочного состояния зерна 20-

30 и восковой спелости 3-5 %. Период кушения и выхода растений в трубку критический для яровой пшеницы. Недостаток влаги в почве в этот период увеличивает количество бесплодных колосков. Последующие даже обильные осадки не могут исправить положение. В таких условиях пшеница ускоренно переходит от одной фазы развития к другой, и урожай резко снижается. При ранних сроках посева критический период проходит в более благоприятных погодных условиях, чем при поздних. Наиболее благоприятна для растений влажность почвы в пределах 70-75 % НВ.

*Требования к почве.* Яровая пшеница весьма требовательна к наличию в почве легкодоступных питательных веществ, что объясняется ее сравнительно коротким вегетационным периодом и пониженной усвояющей способностью корневой системы. Ход потребления яровой пшеницей питательных веществ аналогичен потреблению растениями воды.

Наиболее высокие требования к плодородию, чистоте и структурности почвы предъявляет твердая пшеница, которая лучше удается на почвах черноземных и каштановых; для мягкой пшеницы особенно благоприятны все виды черноземов, каштановые. Хорошие урожаи ее можно получить на почвах слабокислых и нейтральных (рН 6,0-7,5).

В первый период жизни корни мягкой пшеницы быстрее распространяются в ширину, а у твердой пшеницы они энергично проникают в глубину. На глубину проникновения корней яровой пшеницы сильно влияет тип почвы. Масса ее корней в фазе восковой спелости в подзолистой почве на глубине 20 см составляла 68 % их общей массы, в темно-каштановой - 52, в южном черноземе – 40 %. При недостатке влаги в глубоких слоях почвы рост корней в глубину приостанавливается.

Из особенностей яровой пшеницы следует отметить не дружность и изреженность ее всходов. Причинами этих явлений в южных и юго-восточных районах могут быть недостаточная влажность верхнего слоя почвы, а в северных - повышенная кислотность почвы и поражение семян фузариозом. Вследствие замедленного развития всходов и слабого кушения,

особенно твердой пшеницы, посевы яровой пшеницы часто угнетаются сорняками. Узловые корни у яровой пшеницы хорошо развиваются только при наличии влаги на глубине узла кущения. В основных районах ее возделывания ранневесенние засухи иссушают верхний слой почвы, вследствие чего могут недостаточно развиваться не только узловые, но и зародышевые корни, что снижает урожай.

Одной из существенных причин изреживания яровой пшеницы могут быть повреждения, причиненные проволочником, блошками, шведской и гессенской мухами и другими вредителями, а также болезнями, преимущественно фузариозом. Вегетационный период пшеницы 75-115 дней.

## **1.2 Влияние основной обработки почвы на её плодородие и способность аккумулировать влагу**

Основная обработка почвы, пройдя длительный путь развития от примитивных до современных интенсивных приемов, осталась самым значимым, самым трудоемким и самым проблематичным элементом систем земледелия (Макаров И.П., 1988).

Народы независимо друг от друга пришли от рыхления примитивными орудиями к обработке почвы плугом. Вспашка с одной стороны, являясь наиболее эффективным способом контроля над сорняками, долгое время обеспечивала высокую урожайность сельскохозяйственных культур. Но в то же время способствовала интенсивному развитию эрозионных процессов и привела к снижению эффективного и потенциального плодородия почв.

Пыльные бури в 30 годах на территории США нанесли громадный ущерб земледелию. Процесс ветровой эрозии там охватил свыше 40 млн. гектаров. Земли, где подверглись особенно сильному разрушению, снизили урожайность в два с лишним раза и обеспечивали выход зерна не более 0,8-0,9 т/га (Скорняков С.М., 1977). Ветровая эрозия почв охватила поля в Канаде и в ряде других стран. Позже пыльные бури прошли на целинных

землях Казахстана, Сибири, в Поволжье, а также в Северном Кавказе.

Эрозия почв, огромные затраты на её обработку и другие причины вызывали, со стороны ученых и практиков, критику обработки почвы плугом. Заставляли людей задумываться о необходимости замены вспашки другими способами. Одним из первых, кто публично и широко заявил о бедах вызываемых отвальной обработкой почвы, был американский ученый Фолкнер. Подвергнув критике вспашку, он предложил систему рыхления на глубину 7-7,5 см. Многим американским фермерам и ученым стало ясно, что западноевропейская система обработки почвы губительна для их почв. В итоге в США и Канаде стали применять почвозащитную обработку. Она заключалась в рыхлении почвы на глубину 12-25 см без оборачивания с оставлением на поверхности стерни и соломенной мульчи.

До Фолкнера отказаться от вспашки и обрабатывать почву на 5 см. предложил И.Е. Овсинский. Он исходил из того, что почва в естественном состоянии пронизывается корнями растений, ходами дождевых червей и т.п., и вполне водо- и воздухопроницаема. Вспашка уничтожает в почве каналы, образованные ими и превращает почву в однородную порошокую массу.

Убедившись в несостоятельности в условиях Зауралья травопольной системы В.Р. Вильямса, в 1950 году против вспашки выступил Т.С. Мальцев (1971). Он стал применять систему безотвальной обработки почвы в 4-х польном севообороте с одной глубокой безотвальной основной обработкой парового поля и в остальных случаях лущение дисками на глубину 7-8 см.

Чуть позже академик А.И. Бараев, интегрировав опыт Канады с опытом Т.С. Мальцева, сформировал концепцию принципиально нового земледелия для районов с сильно развитой ветровой эрозией. Суть её заключалась в замене вспашки безотвальной обработкой с сохранением на поверхности почвы стерни. В северной лесостепи эта система трансформировалась в обработку почвы стойками СибИМЭ, разработанными П.Г. Кулебакиным, более пригодной для склонов и уплотненных почв (Скорняков С.М., 1977).

Но эти системы обработки почвы в полной мере не решили вопрос

сохранения и воспроизводства плодородия почвы. Ведь после проведения осеннего рыхления КПП-250, закрытия влаги БИГами и посева СЗС-2,1 на поверхности почвы остается всего 3,2 % от начального уровня растительных остатков. Поэтому в весенний период наблюдается значительные потери влаги и высокая эрозионная опасность. Применение почвозащитной технологии привели к тому, что за 50 лет после распашки целинных земель потери гумуса составили 30 % (Двуреченский В.Д., 2006).

Дальнейшее развитие способов обработки почвы вылилось в почвозащитную систему, основанную на бесплужной обработке почвы не глубже 12-14 см (Шикула Н.К., Назаренко Г.В., 1990).

Новый толчок к внедрению альтернативных вспашке способов обработки почвы, которые впоследствии стали именоваться энерго- или ресурсосберегающими, дал энергетический кризис, разразившийся в начале 70-х годов. Поиск новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур шёл не только по пути замены вспашки на безотвальную обработку, но и уменьшения глубины обработки и даже полного отказа от неё, которая позже получила название нулевой обработки почвы (Бакиров Ф.Г., 2008).

Существенным доводом, который делает необходимым переход к ресурсосберегающим технологиям, является накопленный практический опыт и исследования в этой области, свидетельствующие о том, что вспашка является причиной падения плодородия и резкой агрофизической деградации почв. Деградация почв является следствием потери ими значительной части органического вещества, гумуса (Медведев В.В., 1988). По данным Почвенного института им. В.В. Докучаева, запасы гумуса русских чернозёмах за 70 лет после распашки уменьшились почти на 250 т/га. Саратовские учёные установили, что чернозёмами ежегодно теряется от 0,01 до 0,03 % гумуса, каштановыми почвами – от 0,01 до 0,02 %. По их мнению за последние 30 лет содержание гумуса в почвах Саратовской области уменьшилось на 0,3-0,5% (Системы земледелия Саратовской области, 1999).

В Оренбургской области содержание гумуса в чернозёмах типичных

тучных снизилось с 12,5 до 9,5 %, обыкновенных – с 7,4 до 5,7 %, южных – с 7,1 до 5,6 %, и тёмно-каштановых – с 4,2 до 3,2 % (Блохин Е.В., 1997).

В опытах Н.А. Максютова (2007), ежегодные потери гумуса при отвальной обработке бессменного пара достигали 3,4 т/га, а безотвальной – 1,7 т/га. За 12 лет пары потеряли 0,8 абсолютных % гумуса, с 4,8 до 4,0 %.

При вспашке происходит излишняя минерализация. О том, что вспашка почвы способствует уменьшению запасов гумуса, отмечают в своих работах В.Г. Безуглов (2002) и В.И. Кирюшин, (2006).

Отказ от вспашки приводит к стабилизации содержания гумуса в почве, что вытекает из результатов 25 летних исследований СибНИИХоз, Курганского НИИСХ, 11-летних опытов С.А. Campelletal., (1996, 1999, 2001) в засушливых прериях шт. Саскачеван (Канада), в 29 летних опытов М. Diaz-Zorita, J.H.Grove (2002) в шт. Кентукки (США), в 13-летних опытов J.L. Hermanzetal., (2002) в сухих районах Испании, 10-летних опытов D.A. Angersetal., (1997) во влажной прохладной зоне восточной Канады, 25-летних опытов W. Deen, P.K. Katakaci(2003) в кукурузном поясе США (цит. по А.А. Данилова, 2007).

По мнению Н.К. Шаркова (2009) наибольшее снижение минерализации почвенного азота происходит в первые пять лет после перехода к минимальным обработкам почвы.

Сторонники отвальной обработки почвы мотивируют необходимость её проведения тем, что в результате вспашки повышается фильтрация. Уменьшаются потери на испарение, существенно увеличивается накопление влаги осенне-зимних осадков и улучшается влагообеспеченность растений (В.В. Квасников, 1955; С.В. Боголепов, 1983; П.К. Иванов, 1976; Я.Н. Мухортов, 1968; Б.Ф. Тимашев, 1982; И.П. Котоврасов, 1984; А.В. Пичугов, 1990; Р.К. Биктеев, 2011; С.В. Усенко, 2011; Г.Н. Черкасов, 2012 и другие).

В тоже время имеются противоположные сообщения. Так, например Н.С. Немцев (1996), В.А. Гулидов (1998), А.И. Шабаев (2000), А.К. Киреев (2000), М.Г. Сираев (2006), В.Г. Кириллов (2008), А.В. Вражнов, 2009, Ю.А.



Кузыченко (2011) сообщают о преимуществе плоскорезных обработок над вспашкой в накопление влаги.

В других исследованиях мелкие и нулевые обработки в годы с небольшим количеством осадков в осенне-зимние периоды не уступали по накоплению влаги в метровом слое почвы глубоким обработкам (Казаков Г.И., 1997; Корчагин В.А., Карандаев И.Г., 1978; Семенов В.П., 1973; Таланов И.П., 1995; Холмов В.Т., 1986).

На основании анализа литературных источников и своих исследований В.Д. Вибе (2006) приходит к выводу о том, что большинство из предлагаемых способов обработки почвы не гарантирует стабильно большее накопление осенне-зимних осадков, независимо от сложившихся погодных условий года.

Исследования последних лет свидетельствуют о том, что при оставлении на поверхности почвы органических остатков в виде мульчи происходит значительно большее накопление влаги почвы в течение всего года (Young Н.М., 1973; Дерпш Р., 2008; Кроветто К., 2010; Фридрих Т., 2010 и др.).

Таким образом, из вышеизложенного материала можно заключить, что ученые единодушны в том, что вспашка способствует деградации почвы. Однако в вопросах влияния способов обработки на накопление влаги в почве у исследователей нет единого мнения. Отсюда, считаем, что изыскания в этом направлении имеют научный интерес и практическую значимость.

### **1.3 Прямой посев. Развитие и распространение**

Термин «прямой посев» используется для обозначения технологии выращивания растений без обработки почвы, с сохранением на её поверхности пожнивных остатков. В англоязычных странах для обозначения данной технологии используется выражение «no-till» (сокращенное от «no-tillage»), которое переводится как «не пахать». В странах Латинской Америки

для обозначения той же технологии используется термин «siembradirekta», переводимый как «прямой посев».

В «Терминах и определениях по земледелию» (ГОСТ 16265-89), в пункте 171 дается следующее определение: прямой посев – посев без предварительной обработки почвы. Однако этот термин не отвечает ситуации, которая сложилась сегодня в земледелии. Дело в том, что у нас посев в стерню (не обработанную почву) сеялкой с сошниками в виде стрельчатых культиваторных лап считается прямым посевом. Поэтому в научной литературе встречаются разные интерпретации этого понятия. Большинство же исследователей под прямым посевом подразумевают такой посев, когда после уборки последней культуры не производится обработка почвы и во время посева в растительные остатки обрабатывается только узкая (2-5 см) семенная бороздка.

Сложности в понимании термина прямой посев возникают, и, в связи с тем, что его используют как синоним термина нулевая обработка. В иностранной литературе действительно No-till и прямой посев это синонимы. У нас, же это несколько разные понятия. Под нулевой обработкой понимается – отказ от механической обработки почвы осенью. По нулевой обработке посев можно проводить с использованием различных технологий и техники. Например, использовать сеялки с сошниками в виде стрельчатых культиваторных лап, такая технология, с нарушением поверхностного слоя на всю ширину сеялки классифицируется как мульчирующий посев. В другом случае может использоваться сеялка с анкерным сошником, в третьем с дисковым сошником, но в обоих случаях рыхлится только узкая семенная бороздка, а технология посева классифицируется как прямой посев. Но, тем не менее, идет разделение основной обработки (нулевой) и посева.

Мы же в литературном обзоре и в исследовательской части работы будем использовать эти понятия (нулевая обработка и прямой посев) как синонимы.

Прямой посев, практически во всех странах, начали использовать для

обновления пастбищ, но, начиная с 50-х годов прошлого столетия, все больше стали пробовать для посева зерновых культур, а в последние годы все чаще для посева пропашных культур, таких как кукуруза, подсолнечник, соя.

Изыскания в области нулевой обработки почвы и прямого посева в Германии начались в 1966 году. Технологии прямого посева изучал доктор Ф. Тебрюгге в университете Юстус-Либиг, Г. Кант и другие.

Однако, по мнению немецкого ученого Г. Канта (1980), непригодная для прямого посева техника в сочетании с применением недостаточно эффективных гербицидов дискредитировали в 1965-1970 годы весь метод прямого посева. В 2007 году нулевая обработка почвы в Германии занимала не более 5 тыс. га.

В 70-80-х годах 20 века первые испытания прямого посева производились в Финляндии. В начале метод прямого посева в основном использовался для обновления пастбищ, а затем озимых зерновых культур. В конце 80-х и начале 90-х годов прямой посев в стерню начал вытеснять вспашку при выращивании яровых зерновых культур. В Финляндии во многих местах почва пришла в настолько плохое состояние, что понадобились средства для предотвращения ее уплотнения, улучшения инфильтрации и улучшения почвенной структуры. Более того, было доказано, что сельское хозяйство является одной из основных причин заболачивания водоемов, также понадобились методы сокращения вымывания питательных веществ из почвы в водоемы. Замена вспашки методами минимальной обработки почвы рассматривалась как одно из решений данных проблем. В заключение можно сказать, что было много биологических, экономических и технических факторов, которые в совокупности определили увеличение использования метода прямого посева в Финляндии (Роухиайнен Т., 2006). Общая площадь прямого посева на сегодняшний день в этой стране составляет 200 000 га в год или 20 % от общей посевной площади зерновых и масличных культур, и использование прямого посева быстро увеличивается.

В Швейцарии исследования начались всего лишь десять лет назад, но добились огромного прогресса с точки зрения изучения, развития и внедрения прямого посева. Исследования показали рост урожайности при применении прямого посева. По данным швейцарских ученых, в 2007 году нулевая обработка применяется на площади в 12,5 тыс. га, что составляет 3,5% общей площади обрабатываемых в стране почв.

Исследования нулевой обработки почвы в Испании начались в 1982 году. С точки зрения экономии затрат энергии и сохранения влаги нулевая обработка показала целый ряд преимуществ, по сравнению как с традиционной обработкой, так и минимальными обработками почвы. По нулевой технологии в Испании возделывают пшеницу, ячмень, реже кукурузу и подсолнечник. Согласно Ассоциации берегающего земледелия Испании (AEAC/SV) нулевая обработка применяется на площади 650 тыс. га, это 10 % от общей площади пашни в стране.

Во Франции сложились все необходимые условия для широкого использования нулевой обработки и прямого посева культур. Исследования в этой области во Франции начались в 1972 году, но к 2007 году прямой посев используется уже на 200 тыс. га.

В США систему прямого посева разрабатывали в Кентукки ученые Филипс и Янг (Young H., 1973). Они впервые провели прямой посев с использованием обычных сеялок для рядового посева в 1962 году. На остальной территории США прямой посев распространялся в основном фермерами при содействии Департамента сельского хозяйства. Уже в 1996-1997 гг. в стране прямой посев использовался на площади в 19,4 млн. га, а к 2004 году – 25,3 млн. га, 2007 году – 26,6 млн. га (Фридрих Т., 2010).

В Канаде применение прямого посева началось в тоже время, что и в США, и к 2007 году площади под прямым посевом достигли 13,4 млн. га (46,1% посевных площадей страны).

В Бразилии толчком к развитию технологии нулевой обработки почвы стала водная эрозия. В штате Парана, который находится на юге Бразилии, в

1970-х годах ситуация с водной эрозией приобрела катастрофический масштаб. В те годы бразильские фермеры обрабатывали землю традиционным способом, основанным на отвальной обработке почвы плугом. В таких условиях потери составляли до 30 тонн почвы с гектара в год. А в системе прямого посева, как было установлено южноамериканскими учеными, теряется менее 0,5 тонны с гектара в год. Эксперименты в области нулевой обработки почвы начались в Бразилии в 1971 году (Mattana H., 2002). Сегодня в Бразилии прямой посев применяется на 25,5 млн. га.

В Парагвае к 2007 году под прямым посевом находилось 2,4 млн. га, в Уругвае – 672 тыс. га, в Чили 180 тыс. га, что составляет 30 % от общей площади пашни.

Первый опыт прямого посева в Аргентине относятся к началу 70-х годов. В настоящее время в Аргентине, примерно 80-85 % посевных площадей, засеваются по системе прямого посева. Вот уже 40 лет как в Аргентине стали использовать и развивать эту систему. И 15 лет как началось ее массовое применение.

По данным экспертов FAO, во всем мире нулевая обработка применяется на площади 106 млн. га. При этом 46,8 % приходится на долю стран Южной Америки, 37,8 % – США и Канады, 11,5 % – Австралии и Новой Зеландии, и всего 3,7% – всех остальных стран включая Европу, Азию и Африку (Фридрих Т., Дерпш Р., 2010).

Таким образом, страны Южной Америки являются лидерами среди стран, применяющих прямой посев. Причем, в этих странах прямой посев применяется на постоянной основе, т.е. начав использовать данную технологию, фермеры больше никогда не обрабатывают почвы. В то время в других странах нулевую обработку (прямой посев) чередуют со вспашкой и мелкими обработками.

В 1999 году нулевая технология обработки почвы применялась во всем мире на площади 45 млн. га. В 2003 году этот показатель составлял 72 млн. га, в 2009 – 106 млн. га.

Столь быструю экспансию прямого посева в мире многие специалисты объясняют экономическими преимуществами его перед традиционными технологиями обработки почвы, которые заключаются в экономии времени, трудозатрат и топлива.

Примечательным является тот факт, что инициатива применения прямого посева в России исходила от производителей сельскохозяйственной продукции и только в последние годы ученые стали проявлять к нему повышенный интерес. Исследования же в области нулевой обработки почвы (Чуданов И.А., Казаков Г.И., Корчагин В.А., Курдюков Ю.Ф., Кислов А.В., Максютков Н.А., Бакиров Ф.Г. и др.) не имели отношение к прямому посеву. Поскольку для посева по необработанной почве, как было отмечено выше, ими использовались сеялки с сошниками стрельчатого типа.

Сегодня нулевая обработка (прямой посев) применяется от Полярного круга (Финляндия), через тропики (Уганда) до 50 °С южной долготы. На высоте до 3000 м над уровнем моря (Боливия). От территории с повышенной влажностью (2500 мм осадков в год – Бразилия, 3000 мм – Чили) до крайне засушливых зон (250 мм осадков в год – Западная Австралия). Это говорит о высокой адаптивности прямого посева к различным условиям.

Очевидно, что на территории России есть площади под нулевой обработкой почвы, но очень мало под прямым посевом. Поскольку, часто перед посевом культур сеялкой прямого посева проводится предпосевная культивация. Делается это по нескольким причинам. Основная из них – это необходимость борьбы с сорняками. Применение гербицидов для этого у нас обходится дороже, чем механический способ – культивация.

Существенным сдерживающим фактором применения прямого посева являются предубеждения в отношении новой системы обработки почвы. Почва на протяжении тысяч лет подвергалась обработке, поэтому это стало привычным для человека. Психологический барьер возникает у земледельцев и из-за недостатка в России исследований в этой области, а также слабой пропаганды этой системы в нашей стране. Высокая стоимость средств

защиты растений и специальной посевной техники, в основном иностранного производства, для прямого посева является не менее важным фактором тормозящим распространение прямого посева в России целом, и в Оренбургской области в частности.

Существенным фактором, сдерживающим распространение прямого посева, является снижение урожайности культур, происходящее, как по субъективным причинам, например, отчуждение соломы, т.е. оставление поверхности поля без мульчи, отказ от азотных удобрений, так и по объективным – аллелопатическое влияние растительных остатков.

#### **1.4 Роль растительных остатками при прямом посеве**

Прямой посев, или No-till – это система земледелия, в рамках которой в севообороте не производится механическая обработка почвы, кроме посева культур, во время которой рыхлится только узкая бороздка. Следовательно, поверхность почвы в этом случае длительное время остается без защиты от потерь влаги, поскольку без обработки не создается мульчирующий слой из почвы. А растительных остатков остающихся после уборки большинства культур, в том числе стерни зерновых, недостаточно для этого. Об этом свидетельствуют многие исследования и наблюдения практиков. Как доказано, прямой посев без растительных остатков на поверхности почвы приводит к снижению урожайности и доходов.

Оставление всей незерновой части урожая на поверхности почвы является решающим условием высокой эффективности прямого посева. Свежие растительные остатки, оставленные на поле, имеют огромное значение для физической защиты поверхности почвы от дождевых капель. Скорость падения капель может достигать 8 м в секунду, разбивая любую почвенную частицу почвы. Это может быть причиной 95 % всей водной эрозии, а только оставшиеся 5 % могут быть вызваны стоком поверхностных вод (Molina J., 1981). Удар дождевых капель приводит к разрушению

структурных отдельностей почвы и забиванию пор мелкими частицами. В результате создается препятствие для проникновения воды в почвенный профиль и ускоряется поверхностный сток. Растительные же остатки, эффективно гася кинетическую энергию дождевых капель, способствует поглощению воды почвой. Это веский аргумент оставления растительных остатков на поверхности почвы в виде мульчи. Любая механическая обработка почвы в той или иной степени смешивает остатки растений с верхним слоем почвы снижая тем самым защитную роль мульчи.

Мульча является необходимым элементом защиты поверхности почвы и от солнечного излучения, контроля над сорными растениями и создания благоприятной среды для живущих в почве организмов. Присутствие растительных остатков на поверхности является условием в естественных экосистемах, что является наиболее важным аспектом в пользу прямого посева. Значительно сокращаются потери воды, уменьшается амплитуда колебаний ночных и дневных температур пахотного слоя, создаются более благоприятные условия для разуплотнения почвы и деятельности микрофлоры.

В России мульчирование поверхности почвы органическими остатками предпринимались еще в 30-х годах прошлого века. Мульчирование было изучено и рекомендовано в засушливых районах Урала и Поволжья (Пшеничный, 1935; Тайчинов, 1939). Прибавки зерна в этих опытах составляли 0,3 – 0,6 тонн с одного гектара. Однако отсутствие необходимой техники в то время не дали возможности закрепить ценному агротехническому мероприятию и выйти в широкое производство.

Положительный результат от мульчирования почвы соломой получен в условиях Казахстана. Прибавка урожая зерна пшеницы от этого приема в разные годы составляла от 0,22 до 0,42 т/га (Канивец И.И., 1980).

Есть сведения о том, что соломенное покрытие защищает почву от излишнего уплотнения, потерь гумуса, уменьшает амплитуду колебаний



ночных и дневных температур пахотного слоя почвы и создает более благоприятные условия для микрофлоры (Галеакперов А., 2005).

Мульча способствует улучшению химических, физических и биологических процессов в почве, что обеспечивает повышение плодородия почвы (Дерпш Р., 2008).

В качестве мульчи в России чаще всего используется солома озимых и яровых зерновых культур. Объясняется это несколькими обстоятельствами. Но главное это то, что измельченная солома зерновых формирует более «плотное» покрытие, чем остатки кукурузы и подсолнечника, а также зернобобовых культур, а также по причине высокого содержания целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина. Содержание лигнина в растительных остатках зерновых культур составляет в среднем 40 %. А, чем выше содержание лигнина, тем стабильнее гумусовые кислоты и гумины в почве. Эти коллоидные органические продукты обладают большим молекулярным весом и сложнее растворяются большинством разлагающих веществ. Отличаются они и повышенным содержанием кремния и золы – 8 и 14 % соответственно (Кроветто К., 2010)

Таким образом, в системе нулевой обработки растительные остатки являются основным условием её эффективности.

Между тем оставленная на поверхности поля солома впоследствии может отрицательно повлиять на продуктивность культур.

### **1.5 Фитотоксичность растительных остатков**

Снижение продуктивности культур при оставлении растительных остатков на поле вызвано многими факторами, но основной среди них аллелопатическое действие растительных остатков.

Под аллелопатией понимают химическое ингибирующее взаимовлияние растений и почвенных микроорганизмов в результате выделения или физиологически активных органических соединений, или появляющихся в почвах при разложении их остатков. Термин «аллелопатия»

состоит из двух греческих слов (allelon – взаимно и pathos – страдание), вместе означающих «взаимное страдание». Таким образом, аллелопатия является важнейшим свойством живой фазы почв и оказывает большое влияние на уровень их плодородия (Ковриго В.П., 2000).

Явление аллелопатии было замечено давно как в естественной природной обстановке в лесных, луговых, степных и других биоценозах, так и в земледельческой практике при возделывании полевых культур.

Аллелопатия – естественное биохимическое взаимодействие, при котором растение или растительные остатки способны влиять на развитие других растений. Эти вещества, называемые аллелохимикатами, могут угнетать как семена, так и молодые растения.

Э. Райе (1978) считает, что все известные ингибиторы аллелопатической природы можно разделить на 15 групп. Они представлены разнообразными простыми и сложными органическими соединениями: водорастворимыми органическими кислотами, спиртами, альдегидами и кетонами, лактонами, антрахинонами, кумаринами, алкалоидами и др. Фенилуксусная и 4-фенил-масляная кислоты, обнаруженные среди токсинов разлагающихся остатков ржи. Ингибиторы аллелопатической природы не только выделяются растениями в среду, но содержатся также в стеблях, листьях, корнях, цветках и соцветиях, в плодах и семенах растений. Попадая в почву, они входят в состав ее органического вещества, а также находятся в адсорбированном состоянии с твердой фазой почв, в почвенных растворах и почвенном воздухе (летучие токсины).

Установлено, что алкалоиды и кумарины сильно подавляют прорастание семян, фенольные токсины – рост проростков, горчичные масла крестоцветных растений – прорастание семян и жизнедеятельность микроорганизмов, танины - мощные ингибиторы нитрификации в почвах и т. д. Ингибиторы могут накапливаться в почвах и разрушаться.

Механизмы действия ингибиторов направлены на угнетение деления клеток, подавление роста, затруднение поглощения организмами макро- и

микроэлементов, на угнетение фотосинтеза, подавление дыхания, степень раскрытия устьичных щелей, на подавление синтеза белка, изменение проницаемости мембран, на ингибирование специфических ферментов (целлюлазы, каталазы, протеазы, инвертазы, пероксидазы, фосфатазы, полифенолоксидазы, уреазы и др.), повышение чувствительности растений к определенным болезням.

Аллелопатия оказывает большое влияние на смену во времени одних биоценозов другими на определенных территориях земной поверхности. Такая смена биоценозов носит название сукцессия. Сукцессии происходят как в результате изменения условий произрастания растений под воздействием жизнедеятельности организмов, входящих в состав биоценозов, так и под воздействием внешних причин, включая земледельческую деятельность человека. Следовательно, аллелопатия, как и другие взаимоотношения растений, лежит в основе возникновения, развития и смены растительных ассоциаций, поэтому неизбежна. Аллелопатия играет важную роль в почвообразовательных процессах.

Земледельческая деятельность человека приводит к смене естественных биоценозов определенными агробиоценозами и изменению направления почвообразования в результате применения комплекса агротехнических приемов. Под агробиоценозами складываются новые аллелопатические взаимоотношения между организмами живой фазы почв, формируются новые комплексы аллелопатических соединений. Показательно в этом отношении значительное уменьшение аллелопатического ингибирования азотобактера и нитрифицирующих бактерий после освоения почв под пашню.

Известное в агрономии явление почвоутомления является ярким примером аллелопатии под монокультурами. Сельскохозяйственные растения, произрастая на одном поле длительное время и выделяя в почву токсины, сами себя уничтожают, даже если в почве имеется достаточный

запас элементов питания, и она не заражена патогенными микроорганизмами и другими вредителями.

Выявлено аллелопатическое влияние разлагающихся пожнивных остатков на культурные растения. Ингибирующее влияние мульчи складывается из действия токсинов, содержащихся в растительном материале мульчи, и токсинов, вырабатываемых микроорганизмами, разлагающими органическую массу мульчи. Н.А. Красильников в своих исследованиях установил, что от 5 до 15 % из 1500 культур актиномицетов подавляли рост высших растений, то же наблюдается у трети из 300 изученных им культур неспорообразующих бактерий, а также у 20 - 30 % спорообразующих бактерий.

Следовательно, нужны мероприятия, снижающие аллелопатическое действие растительных остатков. Среди основных и широко известных можно отметить следующие:

1. Возделывание сельскохозяйственных культур только в севооборотах.
2. Отказ от бесменного возделывания сельскохозяйственной культуры.
3. Борьба с сорной растительностью.
4. Тщательный подбор растений для смешанных посевов и посадок.
5. Внесение в почву адсорбентов, снижающих содержание в почве подвижных токсичных веществ.

Растения, пораженные аллелопатическими веществами в начальной стадии развития, имеют хлорозный бледный цвет, тонкие стебли, неглубокие слабые корни и недостаток энергии. Нередко эти признаки ошибочно связывают недостатком азота – типичным явлением для нулевой обработки. Негативная аллелопатия в основном преобладает в однолетних растениях. В этом случае растительные остатки оказывают косвенное воздействие, поскольку аллелопатическую функцию выполняют вещества выделяемые микроорганизмами, которые питаются растительными остатками во время начальной стадии их разложения (Кроветто К.Л., 2010).

Есть мнение, что аллелохимикаты усиливают свое действие вплоть до четвертой недели, а к восьмой неделе их действие идет на спад. Это явление связано с определенным временем, количеством и типом растительных остатков, находящихся на поверхности почвы. Если объем растительных остатков выше 3 т/га (например, после озимых), время для предотвращения возникновения аллелопатического воздействия увеличивается (Кроветто К., 2010). От уборки до посева следующей культуры должно пройти не менее 6-7 недель. Отсюда наиболее вероятно, что действию аллелохимикатов могут подвергаться только озимые культуры. Но озимые у нас размещают по пару, где эта проблема легко устраняется, если даже это химический пар. Поэтому нас больше интересует вопрос, может ли аллелопатия проявиться на яровых культурах. Практика показывает, что да, причем очень сильное. Растения, посеянные прямым способом, очень часто в начальной стадии развития имеют хлорозный бледный цвет, тонкие стебли, т.е. все признаки поражения аллелопатическими веществами. Это доказывает, что осеннего периода на Южном Урале недостаточно для прохождения первой стадии разложения растительных остатков. Дело в том, что для того чтобы растительные остатки начали разлагаться, необходимы кислород и влага. Кислорода будет достаточно при оставлении остатков на поверхности почвы. Влага, ввиду засушливости климата, чаще всего не достаточно. Поэтому очень часто солома перезимовывает практически в «свежем» виде, и начинает разлагаться весной, нанося ущерб культуре. Но даже при достаточном количестве влаги солома не успевает пройти первую стадию разложения. Об этом свидетельствует хлорозное состояние растений ранних яровых зерновых культур в любой год, особенно при повторном прямом посеве. Значит, есть ещё фактор сдерживающий разложение растительных остатков. Возможно это недостаточное количество микроорганизмов участвующих в разложении остатков.

Рекомендации же по уменьшению отрицательного действия соломы на культурные растения, основанные на перемешивании соломы с почвой

дисковым лушительником на глубину 8-10 см., лишают преимущества, которые обеспечивает соломенная мульча.

Следовательно, необходим способ, который позволит существенно уменьшить негативное действие органических остатков, но позволит сохранить соломенную мульчу на поверхности поля. Таким способом может быть обработка соломы биологическим препаратом Байкал ЭМ-1. Это созданный по специальной технологии концентрат, в которой выращено большое количество анабиотических молочнокислых, дрожжевых и других микроорганизмов, обладающий множеством полезных свойств. Среди множества свойств наибольший интерес представляет способность их преобразовывать органические остатки в эффективное удобрение, а самое главное – снижать содержание токсичных веществ. Поэтому исследования в этой области актуально и востребовано в производстве.

#### **1.6 Способы снижения аллелопатического действия растительных остатков**

Много лет назад плодородие черноземных почв позволяло получать урожаи полевых культур без применения удобрений. Технология была такова, что на поле оставалась небольшая часть пожнивных остатков, так как снопы вывозились с поля и вымолот зерна производился в особом месте. Остатки стерни стравливались или же сжигались, чтобы они не мешали высеву последующих культур. С появлением комбайнов ситуация мало изменилась, солома отчуждалась по-прежнему, и только часть её возвращалась на поле в виде навоза.

Все это, наряду с интенсивной обработкой, привело к падению плодородия почв, которое рассматривалось в основном как снижение запасов гумуса и NPK и не дает полного представления о плодородии почв. Общеизвестна роль органического вещества в формировании почвенного плодородия, снабжении энергией, и питательными веществами почвенной биоты, снижении последствий химического загрязнения почв, повышении

устойчивости земледелия при неблагоприятных погодных условиях. Качественная сторона этой проблемы в общих чертах хорошо известна. Что же касается количественных оценок, то здесь картина менее ясная. Поэтому, как считает ряд исследователей (Орлов Д.С., 1990; Тейт Р.А., 1991; Кирюшин В.И., 1996), наиболее целесообразным подходом к решению этой проблемы будет разделение всех органических соединений почвы на две большие группы: группу консервативных, устойчивых веществ и группу лабильных соединений.

Первая группа объединяет органические вещества, характеризующие типовые признаки почв. Они формируются в течение длительного времени и сохраняются в вековых циклах; с их содержанием и составом связаны многие фундаментальные свойства почвы. Эти вещества участвуют в питании растений в незначительной степени, но создают для этого благоприятную среду. Количественная оценка вклада консервативных гумусовых веществ в формирование урожая весьма проблематична.

Вещества, относимые ко второй группе, принимают непосредственное участие в питании растений, формируют водопрочную структуру, служат энергетическим материалом для микроорганизмов и выполняют защитную функцию в отношении консервативного органического вещества. Их роль в агрономическом отношении проявляется более отчетливо. Так, дефицит лабильных форм органического вещества в почвах определяет состояние так называемой «выпаханности», то есть резкое ухудшение их питательного режима и структурного состояния (Ганжара Н.Ф., 1988; Кирюшин В.И., 1996).

К настоящему времени накоплен большой фактический материал, разносторонне характеризующий консервативную часть органического вещества почвы. Этого нельзя сказать о лабильном органическом веществе. Поэтому оценка количественных параметров, характеризующих лабильные органические компоненты, изучение их состава и свойств, идентификация факторов, влияющих на эти показатели, имеет первостепенное значение для

разработки проблемы по оптимизации режима органического вещества почвы.

Однако, по мнению А. Попова (2010), профессора кафедры почвоведения Санкт-Петербургского государственного университета, этого недостаточно. Его точка зрения отличается от традиционного тем, что плодородие почвы определяется еще и процессами кругооборота питательных веществ, симбиотического взаимоотношения высших растений и микроорганизмов почвы, с вовлечением в кругооборот из нерастворимых минеральных компонентов почвы – частиц песка и глины, содержащих в них фосфора, калия и других элементов, необходимых для питания растений.

Кругооборот этот происходит благодаря действию того компонента почвы, который называют активным, или лабильным гумусом. Точка зрения, что плодородие почвы обеспечивается за счет минерализации органического вещества через интенсивную обработку (вспашку) привела к тому, что живая биомасса почв уменьшилась с 30 т на гектар до 2 - 4 т (Харченко А.Г., 2011). По мнению академика В.В. Волкогона, директора Института сельскохозяйственной микробиологии УАН, потери активной части гумуса известны: даже при достаточном обеспечении минеральным питанием растения не могут сформировать полноценный урожай. Согласно современным представлениям деградацию почв надо рассматривать не только как результат действия суммы факторов, ведущих к снижению содержания гумуса и ухудшению физико-химических показателей, но и как следствие процессов, приводящих к сведению к минимуму а, то и исчезновению необходимых для гармонического развития растений почвенных микроорганизмов. Корни растений, как известно, находятся в окружении микроорганизмов, которые создают – ризосферу, и являются трофическими посредниками между почвой и растением. Именно микроорганизмы превращают трудно усвояемые растениями соединения в мобильные вещества для поглощения и метаболизма. Процессы,



происходящие в ризосфере, являются ключом к доступности питательных веществ и выносу их растениями.

В результате развития агрохимии, глобальной химизации мы имеем почвы, которые не в состоянии обеспечить реализацию потенциала урожайности культур.

Потеря биологической активности почв обратила на себя внимание хозяйственников не только с точки зрения повышения урожайности сельскохозяйственных культур, но и как проблема, связанная с тем, что перестали разлагаться пожнивные остатки. Степень снижения целлюлозолитической активности такова, что в середине семидесятых она снизилась на черноземах в 4 раза. С тех пор прошло более 30 лет, и эти показатели увеличились еще раза в два (Харченко А.Г., 2011). В итоге мы имеем на поле свежую солому прошлого года. Внесение аммиачной селитры для изменения соотношения C : N из расчета 10 кг д.в. на тонну пожнивных остатков для ускорения разложения в последние годы как показывает опыт, практически перестали работать.

Для восстановления целлюлозолитической активности почвы предлагаются деструкторы соломы, которые условно можно разделить на живые и неживые. К последним типам относятся ферментосодержащие препараты, полученные микробиологическим путем. На Российском рынке они представлены американскими препаратами класса Оксидаз: AG-zyme, HC-zyme Регма-zyme и их аналогов производимых в Украине – Дорзин, Агрозин и Оксизин ферменты (энзимы) – специфические белки-вещества, ускоряющие течение химических реакций. Эти препараты разлагают растительные остатки за короткое время, но не восстанавливают микрофлору почвы.

Живые же препараты являются препаратами микробной природы. Основная часть таких препаратов, представленных на рынке России, включает целлюлозолитиков, Глиокладин – российского производства, препарат, в основе которого молочнокислые бактерии – Акрам (Стернивит).

Но эти препараты не находят широкого применения, поскольку имеются сложности в применении. Глиокладин – очень короткого срока применения, всего 10-12 дней, а затем образуются сгустки клеток гриба, которые забивают опрыскиватель. Препарат Акрам хранится чуть дольше, но не более 3 недель.

В настоящее время все больше используют сложные препараты, содержащие несколько групп микроорганизмов. Первый препарат Кюсей был создан в 1988 году японским ученым профессором Терио Хига на основе эффективной, простой в применении, экономичной и экологичной системы, получившая название ЭМ - технология. В основе технологии лежит использование уникальных биопрепаратов, содержащих сбалансированное сообщество полезных микроорганизмов различных физиологических групп: фотосинтезирующие бактерии, молочнокислые бактерии (лактобациллы), дрожжи.

Фотосинтезирующие бактерии – это независимые микроорганизмы. Эти бактерии синтезируют полезные субстанции из выделений корней, органических веществ и (или) вредных газов (например, водород сульфид) путем использования в качестве источников энергии солнечных лучей и тепла, выделяемого почвой. Полезные субстанции состоят из аминокислот, нуклеокилот, биоактивных субстанций и сахара, словом тех веществ, которые способствуют росту и развитию растений. Эти, способствующие обмену вещества, адсорбируются непосредственно в растениях и действуют в качестве основы для повышения количества бактерий. Увеличение количества фотосинтетических бактерий в почве способствует увеличению количества других эффективных микроорганизмов. Фотосинтетическая бактерия поддерживает деятельность других микроорганизмов, с другой стороны она также использует субстанции, производимые другими микроорганизмами в процессе жизнедеятельности.

Бактерии молочнокислые. Эти бактерии производят лактозу из сахара и других углеводов, произведенных фотосинтетической бактерией и дрожжами. На протяжении длительного периода такие продукты питания,

как йогурт и рассолы изготавливались на основе использования молочнокислой бактерии. Кроме всего прочего, молочная кислота – это сильный стерилизатор. Она уничтожает вредные микроорганизмы и обеспечивает быстрое разложение органического вещества. Кроме того, молочнокислая бактерия повышает степень распада таких органических веществ, как лигнин и целлюлоза, а также ферментов этой материи без причинения вреда, наносимого неразложившимся органическим веществом.

Дрожжи. Дрожжи синтезируют антимикробные и полезные субстанции, необходимые для роста растений, из аминокислот и сахарозы (сахаров, выделяемых фотосинтетическими бактериями, органическим веществом и корнями растений). Биоактивные субстанции, такие, как гормоны и ферменты, производятся дрожжами. Их секреция — полезный субстрат для эффективных микроорганизмов таких, как молочнокислые бактерии и актиномицеты.

Изначально препарат Кюсей создавался для разуплотнения почвы в садах, затем для снижения токсичности почвы. Препарат оказался уникальным. Его стали использовать как пробиотик – путем добавления в питье животных, для уничтожения запаха в животноводческих помещениях, для компостирования и, наконец, для разложения пожнивных остатков опрыскиванием с последующей заделкой в почву.

В 1998 г. российский ученый Петр Аюшеевич Шаблин создал препарат "Байкал ЭМ-1", который оказался таким же эффективным как японский. Препарат прошел обязательную государственную регистрацию и получил гигиенический сертификат.

Между российским и японским препаратами много общего. Они состоят из одних и тех же штаммов полезных микроорганизмов, хотя их процентное соотношение имеет отличия. В препарате Теруо Хига основную роль играют фотосинтезирующие штаммы, а в препарате "Байкал ЭМ-1" – молочнокислые. Отсюда и некоторые отличия в результатах применения. Японский препарат лучше влияет на рост растений, а российский быстрее

очищает почву от вредных веществ и патогенных микроорганизмов. Хотя проводить жесткое разграничение между препаратами российским и японским было бы некорректно. Ведь то, какая именно группа штаммов станет лидирующей, во многом зависит от условий, в которых происходит приготовление продуктов ЭМ из концентрата "Байкал ЭМ-1". Препараты очень схожи, удовлетворяют единым мировым стандартам. Абсолютно идентичны их дозировка и методы применения.

Несколько лет назад российские микробиологи создали более сложный, чем Байкал ЭМ-1, препарат, где удалось соединить до 20 видов микроорганизмов.

В настоящее время его производят различные фирмы как микробиологический препарат «Биофит-1».

Препарат содержит консорциум живых высокоактивных штаммов молочнокислых, азотфиксирующих, фотосинтезирующих микробов, аммонификаторов, сахаромисцетов, антагонистов патогенных грибов и бактерий родов *Lactobacillus*. *Trichoderma*. *Azotobacter*. *Azospirillum*. *Bradirhizobium*. *Rhodopseudomonas*. *Pseudomonas*. *Bacillus*. *Saccharomyces*.

Биологические свойства препарата обусловлены не суммой индивидуальных качеств штаммов, а коллективной саморегулируемой работой консорциума микроорганизмов.

Входящие в состав биопрепарата микроорганизмы синтезируют практически весь спектр биологически активных веществ, необходимых для стимуляции реакций метаболизма растений – гетероауксины, гибберелины, цито-кинины, тиамин, пиридоксин, никотиновую кислоту, рибофлавин, биотин, панто-теновую кислоту, фосфобактерин; аминокислоты, нуклеиновые кислоты, молочную кислоту, сахара. При этом биоактивные метаболиты не только поглощаются растениями, но и служат субстратами для микробного сообщества. Например, продуцируемые фотосинтезирующими бактериями аминокислоты и сахара используются *Saccharomyces* для синтеза

антибиотических веществ и регуляторов роста; те же сахара необходимы *Lactobacillus* для синтеза молочной кислоты.

Биохимические свойства микроорганизмов консорциума – фиксация атмосферного азота, мобилизация фосфора из труднодоступных фосфатов, катаболизм белково-азотистых соединений – обуславливают усиление азотного питания растений, увеличение содержания подвижных форм фосфора и калия. Тем самым, создаются необходимые агробиологические предпосылки для преодоления дисбаланса элементов питания растений, вызванного тенденцией к уменьшению запасов подвижного фосфора и обменного калия в почвах регионов интенсивного земледелия.

Главное достоинство препарата заключается в том, что в системах сберегающего земледелия внесение биопрепарата снимает риски отрицательного влияния пожнивных остатков, как веществ с широким соотношением углерода к азоту.

Базовая форма «Биофит-1» содержит не менее 7 высокоактивных штаммов родов *Pseudomonas*, *Bacillus* и *Agrobacter*, обладающих прямым видоспецифическим бактерицидным и фунгицидным действием, что определяет защиту растений от широкого спектра бактериальных и грибных заболеваний ([fermer.ru/sovet/udobreniya/15245](http://fermer.ru/sovet/udobreniya/15245)).

Компания «Панда» предлагает препарат «Биофит-2», который содержит уникальную массу живых культур, вырабатывающих биологически активные вещества, ферменты, ускоряющие ферментацию, созревание и минерализацию растительных остатков с эффектом микробиологического обеззараживания и разрушения целлюлозы.

При применении биопрепарата «Биофит-2» нет необходимости вносить минеральный азот (6 – 10 кг д.в. на 1 т. соломы) для ускорения процесса разложения растительных остатков и снятия рисков их отрицательного влияния, как веществ с широким отношением С (углерода) к N (азоту). Входящие в состав биопрепарата симбиотические микроорганизмы не только усиливают азотное питание растений, но и способствуют увеличению

содержания подвижных форм фосфора и калия, активизируя минерализацию труднодоступных фосфатов и других почвенных минералов.

В рамках одной технологической операции по внесению микробного препарата «Биофит-2» на пожнивные остатки решается целый спектр агротехнических задач. Это: - повышение продуктивности почв;

- улучшение минерального питания растений;
- улучшение фитосанитарного состояния посевов.

Для высокоэффективного использования препарата предлагается следующая технология:

1. Пожнивные остатки (солому) при уборке необходимо измельчить, желательно на фракции 30 – 50 мм, и равномерно распределить по полю.
2. Заделку измельчённой соломы в почву лучше всего проводить сразу же после уборки на глубину 5 - 6 см, но не глубже чем на 10 см.

Проведение пожнивного рыхления почвы сразу после уборки предшественника позволяет:

- использовать послеуборочную спелость почвы для высококачественного мульчирования с минимальными энергетическими затратами;
- сохраняет в почве для будущей культуры продуктивную влагу, не использованную предшественником;
- не позволяет обсемениться сорным растениям, которые развивались под пологом предшественника;
- обеспечивает максимальное использование «эффекта росы», позволяющего накапливать атмосферную влагу при любой, даже очень высокой температуре и при полном отсутствии осадков.

Известно, что даже прогретый до температуры + 50 °С воздух содержит в 1м<sup>3</sup> до 92 граммов воды. Перепад дневной и ночной температур обеспечивает конденсацию 42 - 48 граммов этой воды ниже мульчирующего слоя. Поэтому почва под мульчей всегда имеет влагу, даже в засуху. Мульча, покрывающая почву, повышает её фильтрационную способность, положительно влияет на физическое, химическое и биологическое состояние

почвы, резко уменьшает сток и смыв, не допускает возникновения эрозионных процессов.

В почве, мульчированной пожнивными остатками, усиливается деятельность микроорганизмов, увеличивается численность почвенных насекомых, червей, то есть интенсифицируется деятельность биологического почвенного комплекса по производству питательных элементов для культурных растений.

Не случайно в США, Канаде и других странах этот приём (мульчирование почвы) оценивается очень высоко и считается самым большим достижением агрономической науки после получения гибридных семян кукурузы и создания химических средств борьбы с сорняками.

При всех организационных сложностях, возникающих в ходе уборочной кампании, следует учитывать, что быстрота проведения пожнивного рыхления прямо влияет на урожай последующей культуры. Практика показывает, что разница в урожае при проведении пожнивного рыхления сразу вслед за уборкой и через две недели составляет на зерновых до 0,7 т/га.

Не рекомендуется заделывать пожнивные остатки на глубину ниже 14 сантиметров. Полевые опыты, проведённые микробиологом И.С. Востровым (1989), убедительно доказали, что процесс накопления плодородия в верхнем слое глубиной до 6 см в 24 раза активнее, чем в слое 14 см и ниже.

Запаханные на глубину свыше 14 см пожнивные растительные остатки вызывают процесс брожения с образованием ядовитых веществ, губительных для будущего урожая.

Рекомендуемый расход рабочей жидкости – 200 л/га. Временной интервал между опрыскиванием и заделкой должен быть по возможности минимальным. Идеально если опрыскиватель и дискатор (или дисковая борона) идут «след в след».

Если по каким либо причинам это невозможно, то следует учитывать риск негативного воздействия на микробные препараты прямых солнечных

лучей. В этом случае рекомендуется проводить работу от 18 часов вечера до 10 часов утра. В пасмурные дни временных ограничений для работы нет.

Категорически не рекомендуется заделывать пожнивные остатки с нанесённым на них биопрепаратом в сухую почву, так как для жизнедеятельности микроорганизмов необходима влага (<http://www.mtpkpanda.com/ru>).

Кроме целлюлозолитической активности, они имеют лигнолитическую активность и очень высокую скорость разложения пожнивных остатков, даже в условиях недостаточной влаги, исключая условия полной засухи. В составе препаратов есть прямые антагонисты и микробы-заместители - конкуренты по питанию патогенных бактерий. Кроме того, введены агрономически полезные виды микроорганизмов и задача, которую ставит агроном – не только разложение пожнивных остатков, но и повышение ее плодородия. Эти препараты объединены под торговым знаком СТИМИКС<sup>®</sup>, они будут выведены в этот сезон на украинский рынок и уже знакомы в России. Препараты серии СТИМИКС<sup>®</sup> испытывались в 2010 в ООО «Темижбекское» Ставропольского края, а также в других хозяйствах Ставрополья, Кубани, Ростовской области.

Эффективность биологизированных схем проявляется в виде прибавки урожая в первый же год их применения. Совместное применение химических и биологических препаратов в течение 3-4 лет значительно уменьшает общий инфекционный фон на полях и увеличивает активное плодородие почв. В связи с тем пересматриваются системы защиты растений в сторону уменьшения количества применяемых химических пестицидов и уменьшения количества применяемых химических азотных удобрений. Создан не один, а несколько препаратов для разложения соломы и стерневых остатков, различающихся скоростью действия и получаемым эффектом. Обработка пожнивных остатков микробными составами особенно важна при переходе на энергосберегающие технологии с минимальной и нулевой обработкой почв (Mini-till и No-till), так как в течение 4-5 лет переходного периода



наблюдается потеря более 25 % урожайности, из-за увеличения количества корневых гнилей и общего фона болезней, по причине того, что с растительными остатками передаются и сохраняются в почве 75 % болезней растений, а также из-за процессов уплотнения почвы. Наряду с уменьшением почвенной инфекции наблюдаются процессы биологического разрыхления почв, что приводит к экономии горючего (от 15 % и более) в случае работы на полях в хозяйствах, практикующих применение пахоты с помощью плуга.

Следует обратить внимание еще на группу препаратов, которые можно использовать с целью разложения пожнивных остатков и повышения плодородия почвы. Это так называемые ценотические препараты. Самым известным в настоящее время в мире ценотическим препаратом является биодинамический препарат 500 (пятисотый). Технология его производства и применения была озвучена в лекциях Штайнера по биодинамике, прочитанная в начале 20-х годов XX века в Мюнхене. Сам он принадлежал к так называемой школе Гете. Этот препарат готовится из растительных и животных остатков, помещенных в рог коровы, родившей определенное количество телят и закопанный в землю на несколько месяцев. Затем этот препарат, произведенный столь сказочным способом, вытряхивался, разводился в воде, и этим составом опрыскивалась почва с проблемами, например чрезмерного уплотнения. Свое название 500, он получил от своего титра – 500 миллионов живых микробных клеток на кубический сантиметр. Несмотря на всю свою архаичность, только в Австралии в рамках проекта «Деметра» он применяется на площади 1 миллион гектаров. В настоящее время руководителю этого проекта Алексею Подольяки 86 лет. В прошлом году он приезжал в Украину по приглашению Клуба органического земледелия. В разговоре рассматривался вопрос состояния украинских черноземов, состояние которых соответствует состоянию российских. По его мнению, ситуация настолько запущена, что вначале необходимо делать глубокое чизелевание, затем высевать

сидеральные культуры со стержневой корневой системой, после которых можно использовать 500 препарат.

Особенностью ценотических препаратов является то, что их микробный состав определить крайне трудно, практически невозможно. Это скорее - органическое удобрение. Однако можно создавать отлично работающие функционально разнонаправленные композиции. В линейку препаратов Стимикс<sup>®</sup>, о которых мы упоминали, входят несколько подобных препаратов.

Итак, препараты для разложения пожнивных остатков есть, и они имеют право на жизнь. Их производит несколько фирм и качество, функциональные особенности могут соответствовать и не соответствовать рекламным описаниям продуктов (<http://www.selingener.ru>).

Таким образом, обзор литературы по вопросу снятия рисков отрицательного влияния пожнивных остатков, показывает, что в настоящее время существует множество всевозможных биологических препаратов, содержащих различные группы микроорганизмов, применение которых оказывает разнообразное действие на почву и растительные остатки.

Однако технологии применения предусматривает обязательную заделку в почву после их внесения. Но это практически полностью уничтожает мульчу, лишая почву защиты. Поэтому считаем целесообразным, провести исследования по проверке эффективности препарата в снятии токсичности растительных остатков без заделки его в почву, т.е. без перемешивания с почвой. И для этого использовать препарат Байкал ЭМ-1, так как он более известный и доступный. Кроме того такие испытания на сегодняшний день не проводились.

Мы предполагаем, что обработка соломенной мульчи в конце лета (нет изнуряющей жары), вечером или даже в ночное время (нет прямого воздействия солнечных лучей), позволит микроорганизмам за ночь поселиться под соломой на поверхности почвы и непосредственно на растительных остатках.

## 2 Условия и методика проведения исследований

### 2.1 Почвенно-климатические условия степной зоны Оренбургского Предуралья

Засушливость климата, резкая континентальность, изменчивость погодных условий по годам, неравномерность выпадения осадков в период вегетации – основные черты, характеризующие климатические условия степной зоны Оренбургского Предуралья.

Предуралье представляет собой волнисто-увалистую равнину, приподнятую на 150–400 м над уровнем моря и сильно расчлененную оврагами и долинами рек, что способствует иссушению территории и развитию эрозионных процессов.

Предуралье области характеризуется следующими климатическими показателями:  $K_y$  – коэффициент атмосферного увлажнения (отношение количества осадков к испаряемости за период вегетации) равен 0,55; ГТК – гидротермический коэффициент (отношение суммы осадков за период с температурой выше +10 °С, умноженное на 10, к сумме температур свыше +10 °С) – 0,54-0,60; БКП – биоклиматический потенциал (отношение теплообеспеченности к влагообеспеченности) – 1,91; ПБА – число дней с температурой свыше 10 °С (продолжительность периода наиболее продуктивной микробиологической деятельности в почвах и влажностью почв более 2 % продуктивной влаги) – 150; сумма температур свыше 10 °С находится в интервале 2400–2600 °С; максимальное число дней с пыльными бурями 43, из них со скоростью 15 м/с – 12–20 (Блохин Е.В. , 1997).

Количество осадков за год составляет 370-380 мм, в том числе за вегетацию основных полевых культур – 150-190 мм, а гидротермический коэффициент (ГТК) – 0,54-0,60. Коэффициент использования осадков не превышает 0,38-0,56. Среднегодовое количество и среднее количество осадков по сезонам, месяцам и декадам могут различаться по объему в

несколько раз. Например, среднегодовая сумма осадков по Оренбургу составляет 367 мм, но за последние 43 года число лет с осадками более 400 мм составило 21, а с осадками менее 300 мм – 22 года (В.М. Кононов и др., 2002).

Большая годовая амплитуда температуры воздуха является одним из показателей континентальности климата. Средняя многолетняя температура самого теплого месяца (июль) равна 20,9 °С, а самого холодного (январь) составляет – 14,8 °С, то есть разность между абсолютным минимумом и максимумом достигает 81 °С. Продолжительность периода со средней температурой воздуха выше 0 °С составляет 206 дней, выше 50 °С – 179 дней и выше 100 °С – 145 дней. Переход температуры через 5 °С (начало и конец вегетации растений) наблюдается весной – 17-19 апреля, осенью – 22-25 сентября. Сумма положительных температур выше 5 °С составляет 2600-2800 °С, сумма выше 10 °С – 2400-2600 °С. Безморозный период равняется 137 дням. Устойчивый снежный покров обычно появляется во второй и третьей декаде ноября и держится 140-150 дней.

Запасы продуктивной влаги в почве перед началом вегетации яровых культур обычно составляет 100-120 мм. Их достаточно лишь на начальные фазы развития растений, а в фазу колошения и налива зерна они испытывают острый недостаток влаги при отсутствии осадков в этот период. Засушливые условия зоны в теплый период года усугубляют суховеи. Количество суховейных дней по месяцам в среднем составляет: апрель – 2,1; май – 10,5; июнь – 15,3; июль – 17,9; август – 16,8; сентябрь – 8,4.

В условиях Оренбургского Предуралья поступление ФАР за вегетационный период при среднесуточных температурах выше 5 °С и 10 °С составляет, соответственно 4,0 и 3,5 млрд. ккал/га.

Оренбургская область расположена в центре Европы и Азиатского материка, имеет общую площадь 123,7 тыс. км<sup>2</sup>, в геоморфологическом отношении делится южными предгорьями Урала на Предуралье (западная часть) и Зауралье (восточная часть) и включает лесостепную, засушливую

степную и сухостепную зоны. В области преобладают черноземы южные (39 %) и обыкновенные (32,3 %), на типичные и выщелочные черноземы приходится 11,4 % территории, а на темно-каштановые почвы – 17,1 %.

Характеристика климата по растительным зонам и почвенным подзонам Оренбургской области представлена в таблице 1 (Блохин Е.В., 1997).

Таблица 1 – Характеристика климата по растительным зонам и почвенным подзонам Оренбургской области (Блохин Е.В., 1997).

Почвы	Осадки, мм		Ку	ГТК	БКП	ПБА	Сумма температур выше 10 <sup>0</sup> С
	годовые	за вегетацию					
Южная лесостепь							
Чернозем выщелочный, типичный	420-450	200-220	0,77-0,88	0,80-0,82	2,05-2,19	144	2200
Засушливая степь							
Обыкновенный Южный	380-400	160-190	0,66	0,67-0,70	2,05	170	2200-2400
	370-380	150-190		0,54-0,60			
Сухая степь Предуралья							
Темно-каштановая	290-300	140-150	0,40	0,52	1,61	140	2400-2600
Сухая степь Зауралья							
Чернозем южный	280	150	0,38	0,50	1,26	135	2400-2650

Лимитирующим фактором урожайности в области является влага. Количество осадков уменьшается с севера на юг и с запада на восток, большая часть их приходится на зимний период. Коэффициент увлажнения (Ку), равный отношению годовой суммы осадков к испаряемости с водной поверхности, указывает на непромывной тип водного режима. Как показатель атмосферного увлажнения он характеризует южную лесостепь как полувлажную, засушливую степь на черноземах как полусушливую и

сухую степь как очень засушливую. По величине БКП (отношение обеспеченности теплом к влагообеспеченности) южная лесостепь и засушливая степь относится к средней, а сухая степь – к зоне пониженной продуктивности. По обеспеченности теплом (сумма температур свыше 10<sup>0</sup>С) вся территория области пригодна для выращивания яровой пшеницы, а ПБА – период биологической активности (число дней с температурой свыше 10<sup>0</sup>С и влажностью почв более 2 % продуктивной влаги) скорее ограничен иссушением верхнего слоя почвы после уборки зерновых.

Из-за своего расположения у подножия тысячекилометрового Уральского хребта территория области фактически является сплошным ветровым коридором Урала и по ветровой активности превосходит многие другие регионы России. По метеоданным, число дней с ветром выше 5 м/сек. в Оренбурге в среднем в 3 раза больше, чем, например, в Казани. Повышенная ветровая активность увеличивает испарение влаги и делает водный режим территории еще более напряженным, увеличивает дефляционную опасность (Кононов В.М., Тихонов В.Е., 1999).

Поэтому здесь должно быть уделено особое внимание накоплению, сохранению и экономному расходованию влаги, а также защите почв от ветровой эрозии.

Показатели обеспеченности теплом и особенно приход солнечной радиации менее изменчивы и практически не лимитируют формирование урожая основных сельскохозяйственных культур, возделываемых в области. Особо благоприятны температурные условия для формирования высококачественного зерна яровой твердой и мягкой пшеницы.

На территории Оренбургской области выделяются две почвенные зоны (черноземных и каштановых почв), которые подразделяются на четыре почвенные подзоны – черноземов типичных (11,4 %), черноземов обыкновенных (32,3 %), черноземов южных (39,2 %) и темно-каштановых почв (17,1 %), то есть доминирующими среди других подтипов почв являются черноземы южные и обыкновенные (Блохин Е.В., 1997).

Согласно последнему агрохимическому обследованию почв Оренбургской области, проведенному «ГЦ агрохимической службы «Оренбургский», 50 % площади обследованных почв имеют содержание гумуса 2,1 - 4,0 % и 38,2 % – 4,1 - 6,0 (зона обыкновенных и типичных черноземов); 67 % имеют очень низкое и 30,9 % низкое содержание щелочно-гидролизуемого азота; подвижного фосфора 46,9 % - среднее, 23,4 – низкое 13,1 – очень низкое и лишь 12,1 % - повышенное содержание; подвижного калия – 31,8 % высокое, 28,9 – повышенное и 31,1 % среднее содержание. Таким образом, только по содержанию калия, почвы области благоприятны для возделывания яровой пшеницы, поэтому она повсеместно нуждается в предпосевном внесении азота и фосфора. Об этом свидетельствует и данные последнего 5 тура обследования пахотных земель области по зонам на содержание в пахотном слое гумуса и основных макроэлементов (табл. 2), которые дополняют экологические условия возделывания яровой пшеницы в Оренбургской области.

Таблица 2 – Среднее содержание гумуса и основных макроэлементов в пахотном слое почв по природно-экономическим зонам области (Государственный центр агрохимической службы, Оренбургский 2007 г.).

Зоны	Гумус, %	Щелочно- гидролизуемый азот, мг/100 г почвы	Подвижный фосфор, мг/100 г почвы	Подвижный калий, мг/100 г почвы
Северная	5,35	11,9	2,37	27,4
Западная	4,44	9,26	2,70	29,3
Центральная	3,94	9,86	1,87	32,1
Южная и юго-западная	2,71	8,33	2,16	34,2
Восточная	3,28	8,93	1,25	45,2
В среднем по области	3,9	9,3	1,9	33,4

По данным А.В. Ряховского (1992) обеспеченность почв легкогидролизуемым азотом низкая, азотом нитратов и подвижным фосфором средняя и калия в пахотном слое достаточно.

Территория хозяйства, где проводились исследования, находится в Южном сухостепном природно-сельскохозяйственном районе Оренбургского Предуралья, жарком и слабо увлажнённом. По средним многолетним данным Акбулакской метеостанции среднегодовая температура равна 3,9 °С. Наиболее высокая температура наблюдается в июле, когда она в некоторые годы достигает 41 °С, суточное колебание температур достигает 12-13 °С. Продолжительность вегетационного периода составляет 181 день. Безморозный период длится 135 дней. Сумма положительных температур за период с температурой 10 °С равна 2770 °С. Количество осадков за год составляет 280 мм, в т. ч. за тёплый период года (апрель-октябрь) выпадает 185 мм. Высота снежного покрова не превышает 30 см. Глубина промерзания почвы достигает 100 см. Зимой преобладают ветры восточного и юго-западного направлений. Весна характеризуется наибольшими в году скоростями ветра, иссушающими почву. В целом, климатические условия хозяйства достаточно благоприятны для возделывания многих сельскохозяйственных культур.

Эксперимент проводился на базе КФХ «КосАрал» Акбулакского района Оренбургской области в 2008-2010 годах. Почва участка – чернозем южный с содержанием гумуса в пахотном слое 3,9 %, азота (N-NO<sub>3</sub>) 1,6 мг, фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 2,1 мг и калия (K<sub>2</sub>O) 27,2 мг на 100 г почвы.

Таким образом, территория, выбранная для проведения полевых экспериментов, отличается большей засушливостью, особенно в осенний и летний периоды, чем другие районы Оренбургской области. Отсюда мероприятия по накоплению и повышению эффективности ресурсов влаги здесь более актуальны, чем в других зонах Оренбургской области, а исследования в этой области представляют практический и научный интерес.



## 2.2 Погодные условия в годы проведения исследований

Погодные условия Оренбургского Предуралья и в целом Южно-Уральского региона отличаются большей нестабильностью не только по годам, но и по месяцам и более коротким промежуткам времени. Температурные аномалии, к которым относятся резкие потепления или похолодания, хотя и случаются нередко, почти всегда связаны с приближением соответствующего атмосферного фронта и вполне прогнозируемы. Наибольшей изменчивостью отличаются количества осадков за сезон, месяц, декаду и практически не прогнозируемы. Не были исключением и условия годов проведения полевых опытов (табл. 3).

В 2009 и 2010 годах за год выпало осадков 82 и 78 % от среднемноголетнего значения – 367 мм. В 2008 году количество осадков превысило годовую норму на 7,6 % или 28 мм.

В сентябре-октябре 2007 года выпало половина от среднемноголетней нормы, в ноябре, декабре осадков также было меньше нормы. Однако значительные превышения среднемноголетнего количества осадков в зимние месяцы позволили создать хорошие запасы влаги в почве.

Крайне неблагоприятными по осадкам были осенне-зимние месяцы 2008 года. Только в сентябре выпали осадки превысившие среднемноголетнее значение в 1,6 раза. Однако они не могли создать хорошие запасы влаги в почве.

Сентябрь и ноябрь 2009 года были сухими, когда в первом случае выпало всего 14 мм из 32 мм возможных, во втором – 11 мм при норме 29 мм, но увлажнёнными были октябрь и декабрь с количеством осадков превысивших норму на 43,6 % и 96 % соответственно. В зимние месяцы, также осадков было больше чем выпадает в это время. Это позволило накопить удовлетворительные запасы в почве.

Как видно из данных таблицы 3, и особенно рисунка 1, существенно количество осадков за вегетационный период отличалось от

Таблица 3 – Погодные условия в годы исследований

Годы	Месяцы												Сумма осадков и средне-месячная температура за год
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Осадки, мм													
2007–2008	17	15	19	20	25	46	57	31	58	29	50	28	395
2008–2009	51	21	19	4	23	25	21	26	35	20	14	43	302
2009–2010	14	56	11	51	22	30	34	21	1	1	11	34	286
Среднемноголетние	32	39	29	26	19	18	24	25	41	39	41	34	367
Температура, °С													
2007–2008	15,7	6,4	-5,4	-16,2	-15,6	-10,6	0,8	10,5	15,5	18,8	23,7	22,5	5,5
2008–2009	12,2	6,9	1,5	-14,9	-13,4	-10,9	-4,1	5,3	15,1	22,8	22,3	23,2	5,5
2009–2010	16,0	7,3	-0,9	-10,6	-18,6	-15,1	-5,5	7,4	18,5	24,8	26,3	25,0	6,2
Среднемноголетняя	13,4	4,0	-4,0	-11,2	-14,8	-14,2	-7,4	5,2	15,9	19,7	21,9	20,0	3,9

среднемноголетних значений в первый год исследований (2008 год). Год был не характерным и более увлажнённым, чем обычно. Количество осадков по месяцам май, июнь, июль и август превышали нормативные значения в 1,6; 3,8; 3,7 и 3,3 раза соответственно. При этом среднесуточные температуры по месяцам были ниже нормы: в мае на 3,5 °С, в июне – 0,5 °С; в июле -1,7 и в августе – 1,8 °С (табл. 4 и рис. 2). Особенно холодными были третья декада мая и начало июня, когда пшеница находилась в фазе кущения, что вместе с хорошим увлажнением почвы благоприятно сказалось на её росте и развитии.

Таблица 4 – Среднемесячная температура воздуха и сумма осадков в годы проведения исследований

Показатели	Год	Месяцы				Сумма осадков и среднемесячная температура за период вегетации
		V	VI	VII	VIII	
Осадки, мм.	2008	57,2	31,5	34,4	18,6	141,7
	2009	51,5	2,7	10,7	50,9	115,8
	2010	11,0	0	0	0	11,0
	Средне-многолетние	30,7	8,3	9,3	5,7	54,0
Температура воздуха, °С	2008	13,3	19,3	23,1	22,3	19,5
	2009	16,1	19,6	24,0	24,3	21,0
	2010	20,9	20,5	27,2	25,6	23,3
	Средне-многолетние	16,8	19,8	24,8	24,1	21,4

Известно, что кущение яровой пшеницы лучше проходит при температуре 10-12 °С. Пониженная температура почвы в этот период положительно влияет на образование и развитие узловых корней, а тем самым и на высоту урожая пшеницы. Температура воздуха в фазу колошения и молочной спелости зерна также была благоприятной и составила 23,1 °С, при оптимальной 16-23 °С (в среднем – 19,5 °С). Из вышеизложенного материала можно сделать вывод, что условия 2008 года были самыми благоприятными из трех лет исследований для зерновых культур.

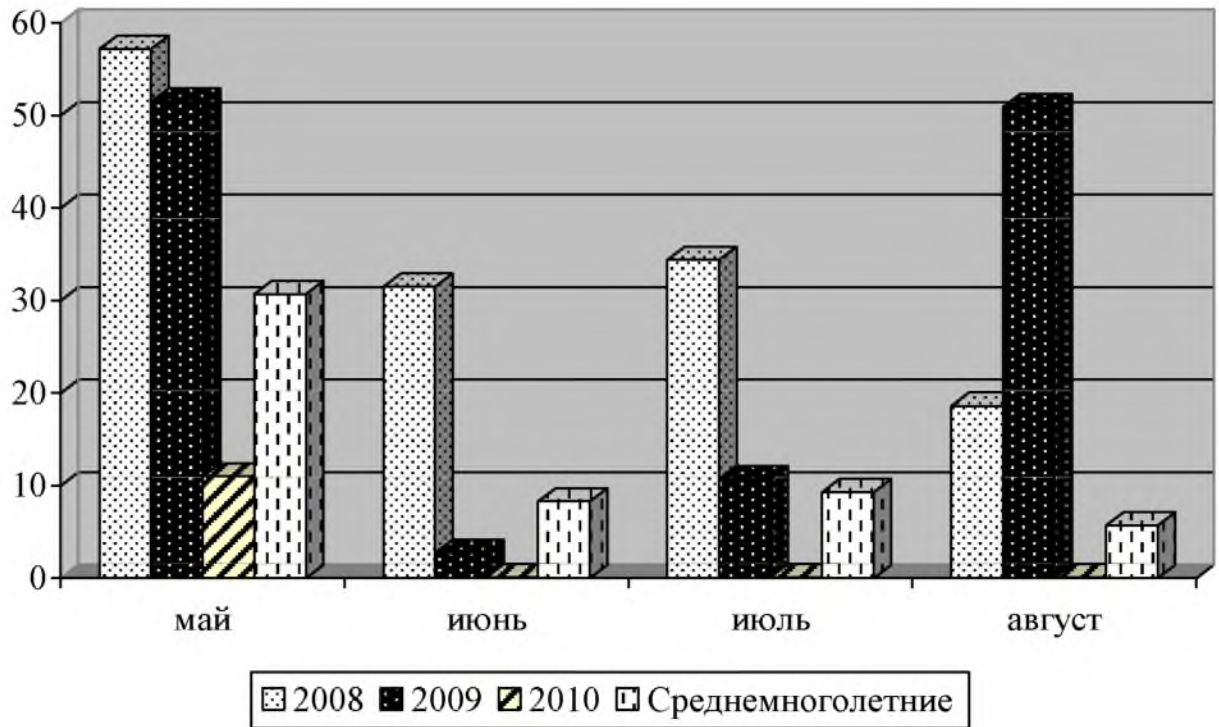


Рис. 1 – Сумма осадков по месяцам вегетационного периода в годы проведения исследований, мм

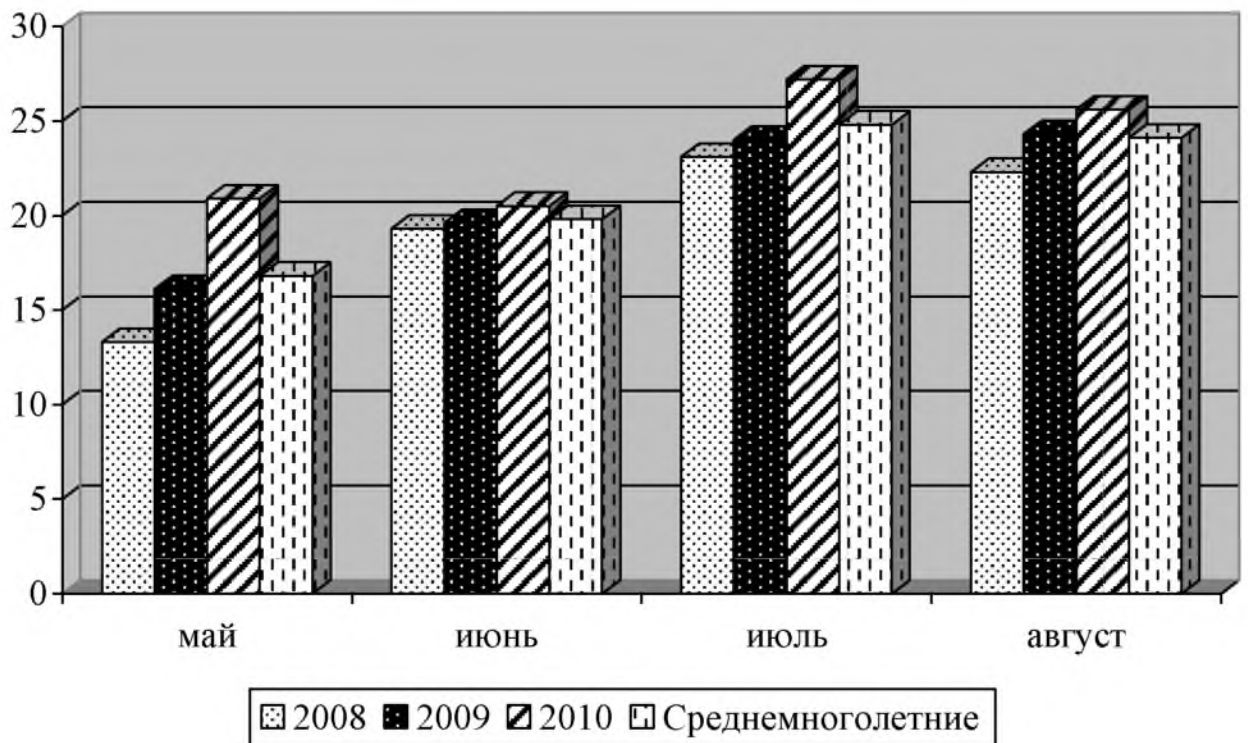


Рис. 2 – Среднесуточная температура по месяцам вегетационного периода в годы проведения исследований, мм

Температурные условия 2009 года практически не отличались от среднемноголетних значений. По осадкам год был более увлажненным, чем обычно, но основная часть осадков пришлось на начало мая, которые хорошо пополнили запасы почвенной влаги. Но в фазу кущения яровой пшеницы выпало всего 2,7 мм осадков, что отрицательно сказалось на закладке генеративных органов. Особенно остро недостаток влаги растения ощущали в фазу цветения и период налива зерна, поскольку в июле выпало всего 10,7 мм осадков. Таким образом, можно сделать вывод, что год был неблагоприятным для зерновых культур, и яровая пшеница сформировала урожай в основном за счет запасов влаги в почве. В этих условиях наиболее полно должны были проявить себя влагосберегающие технологии, основанные на использовании соломенной мульчи, поскольку мульча может позволить сберечь влагу в почве до фазы кущения зерновых культур.

Следующий год (2010 г) был аномально жарким и сухим. Так среднесуточная температура мая была на 4 градуса выше нормы, что отрицательно сказалось уже на закладке генеративных органов. В фазу цветения температура была выше среднемноголетнего значения на 2,4 градуса, и от оптимального значения (19,5 °С) отличалась на 7,7 градуса. Положение усугубило отсутствие осадков во все последующие мая месяцы. Сумма осадков в целом за вегетационный период составила всего 20,4 % от нормы, а среднесуточная температура за период вегетации была выше среднемноголетних данных на 2 градуса. Исходя из этого, можно заключить, что год был неблагоприятным для ранних яровых зерновых культур.

Таким образом, три года исследований были абсолютно разными: 2008 год – сильно увлажненным, 2009 год по увлажнению был близок среднестатистическому году (среднеувлажненным), а 2010 год – аномально жарким и сухим (острозасушливым). Это позволило оценить эффективность изучаемых приемов в разные по погодным условиям годы.

По мнению А.Г. Крючкова (2006) исключительное значение для формирования урожайности обоих видов пшеницы имеют осадки и

температура воздуха. Им установлена достаточно тесная связь ( $r = 0,636$ ) урожайности с летними осадками. По его расчетам максимальная урожайность теоретически может быть достигнута при 172 мм осадков летнего периода, минимальная при 63,3 мм. Начиная с 64 мм и до 172 мм, наблюдается четкий рост урожайности (оптимум: 140-244 мм), затем со 173 до 370 мм она практически не изменяется, и, в дальнейшем, начиная 371 мм, падает.

Как было показано выше, в 2008 году за вегетацию пшеницы выпало 141 мм, т.е. осадков было в пределах нижнего оптимального уровня и достаточно для получения высоких урожаев обоих видов пшеницы. Надо сказать, что такое количество осадков в вегетационный период для этой зоны, где проводились настоящие исследования, не характерны. Как было показано выше, норма за вегетационный период в этой зоне составляет всего 54 мм. Таким образом, норма осадков летнего периода ниже даже минимального значения (63,3 мм) установленного А.Г.Крючковым.

В 2009 году за вегетацию пшеницы выпало 115,8 мм осадков, т.е. в пределах оптимума.

2010 году выпало всего 11 мм осадков. При таком количестве осадков теоретически возможный уровень урожайности должен был быть равен нулю. Однако даже в этих жестких условиях отсутствия осадков при мульчировании почвы соломой удалось получить 5 ц/га зерна яровой пшеницы.

Существенное влияние на урожайность зерновых культур оказывает среднесуточная температура воздуха за теплый период (май-август). Тесная связь ( $r = 0,784$ ) между ними описывается уравнением в 61,6 % случаев. Максимальная урожайность проявляется при суточной температуре в  $18^{\circ}\text{C}$ , (оптимум в пределах  $16,9-19,0^{\circ}\text{C}$ ) минимальная при  $21,0^{\circ}\text{C}$ , т. е. можно считать, что повышение температуры воздуха с  $18^{\circ}\text{C}$  на каждый очередной градус вызывает снижение урожайности на 1,5 ц с 1 га (17,2 %).

В первый год проведения исследований (2008 год) среднесуточная температура воздуха за указанный период была равна 19,5 °С. Следовательно, температурные условия вегетационного периода были чуть выше оптимума, когда яровая пшеница могла сформировать урожай на уровне 2,2 - 2,8 т с 1 га. Фактическая урожайность яровой мягкой пшеницы, полученная в условиях 2008 года, была ниже расчетных значений.

В 2009 году среднесуточная температура воздуха за вегетационный период яровой пшеницы составила 21,0 °С, что выше верхнего уровня оптимального значения на 2 °С. В этом году ниже и урожайность яровой пшеницы, в сравнении с её урожайностью в более благоприятном по температурным условиям 2008 году.

На третий год исследований среднесуточная температура воздуха за обозначенный период достигла 23,3 °С, что выше верхнего значения оптимума на 4,3 °С. в этих условиях была получена минимальная за все годы исследований урожайность яровой пшеницы. Несомненно, что влияние аномально высоких среднесуточных температур усугубилось полным отсутствием атмосферных осадков.

Таким образом, наблюдения за погодными условиями и их оценка подтвердили, что урожайность яровой пшеницы изменяется в соответствии с закономерностью установленной А.Г. Крючковым.

Однако урожайность культур зависит не только от погодных условий, но и в значительной степени от уровня агротехники. Урожайность тесно связана с показателями продуктивности формируемого агрофитоценоза той или иной агротехникой, саморегулирование которого начинается с количества и качества всходов, условиями среды, создающиеся во время дальнейшей вегетации растений. Отсюда очень важным является качественный посев, с одновременным созданием благоприятных условий для обеспечения растений водой и пищей.

Качественный посев является, по мнению Г. Канта (1980), первой предпосылкой высокого урожая. Неудовлетворительные всходы в

большинстве случаев нельзя компенсировать даже применением повышенных доз удобрений или эффективной борьбой с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур.

С другой стороны недостаточное количество осадков, в какой-то степени, можно компенсировать созданием условий для более эффективного использования ресурсов влаги, а воздействие высоких температур воздуха на культуру, «смягчить» формированием условий для снижения температуры почвы и приземного слоя воздуха. Обе эти задачи, по нашему предположению, можно решить путем мульчирования поверхности почвы измельченной соломой, осуществляемой непосредственно во время уборки культуры. Об этом свидетельствуют большое количество исследований в других странах мира. Например, в Аргентине, Бразилии, Австралии, США, Канаде, а также в Германии, Франции и Финляндии (Young H.M., 1973; Дерпш Р., 2008; Кроветто К., 2010; Фридрих Т., 2010 и др.).

### **2.3 Методика исследований и агротехника на опытном участке**

Полевой опыт проводился на территории КФХ «КосАрал» Акбулакского района Оренбургской области в 2008-2010 годах. Опыт был многофакторным и закладывался в трехкратной повторности по схеме полного факториального эксперимента (ПФЭ), представленной в таблице 5. Варианты по делянкам в повторениях размещались рандомизированным методом. Размер учетной делянки составлял 150 м<sup>2</sup> (5м x 30 м).

Основная обработка почвы по вариантам проводилась согласно схеме опыта. Вспашка осуществлялась плугом ПЛН-4-3,5, мелкое рыхление – КПЭ-3,8, сразу же после уборки предшественника. Предшественником была яровая пшеница по пару, при уборке которой в соответствующих делянках (вариантах с мульчей) измельчённая солома разбрасывалась по полю. На других делянках (вариантах без мульчи) уборка предшественника осуществлялась комбайном с отключённым измельчителем соломы.



Таблица 5 – Схема трехфакторного полевого опыта (ПФЭ 3x2x2)

№ п/п	Фактор		
	А – способ обработки	В - мульчирование	С – препарат
1	Вспашка, 20-22 см	без мульчи	без препарата
2			Байкал ЭМ-1
3		мульча из соломы	без препарата
4			Байкал ЭМ-1
5	Мелкое рыхление, 10-12 см	без мульчи	без препарата
6			Байкал ЭМ-1
7		мульча из соломы	без препарата
8			Байкал ЭМ-1
9	Нулевая	без мульчи	без препарата
10			Байкал ЭМ-1
11		мульча из соломы	без препарата
12			Байкал ЭМ-1

Солома с этих делянок удалялась, а в варианте со вспашкой, где для сохранения принципа единственного различия возвращалась в измельченном виде на делянку после обработки почвы. Обработка соломенной мульчи препаратом Байкал ЭМ-1 проводилась рекомендуемым объемом расхода рабочей жидкости – 300 л/га в вечерне время суток после 21 часа.

Весной при наступлении физической спелости почвы на вариантах со вспашкой без мульчи проводили все соответствующие традиционной технологии операции: покровное боронование БЗТС-1,0, предпосевная культивация КПС-4 на 6-8 см с одновременным боронованием.

На делянках покрытых соломенной мульчей посев проводился без предварительной подготовки почвы, т.е. без боронования и культивации.

Посев яровой пшеницы осуществлялся сеялкой СЗС-2,1 с анкерным сошником, нормой 4 млн. всхожих семян на 1 га, рекомендуемой для данной зоны Оренбургской области. В фазу кущения яровой пшеницы опытный участок был обработан гербицидом избирательного действия Димесол, ВДГ нормой 0,12 кг/га.

В процессе эксперимента осуществлялись следующие наблюдения и учеты:

- оценка метеорологических условий проводилась с использованием данных Акбулакского АГМС;
- плотность почвы методом цилиндров по С.И. Долгову – по слоям 0-10, 10-20 и 20-30 см в трехкратном повторении на 1 и 3 повторностях в начале и конце вегетации;
- влажность почвы определяли термостатно-весовым методом (Доспехов Б.А. и др., 1967). Почвенные пробы отбирались буром на глубину до одного метра послойно через 10 см на всех вариантах, в трехкратном повторении на делянке. В три срока: в начале вегетации (сразу после посева), в фазу кушения и в конце вегетации (в день учета урожая).
- засоренность посевов – количественно-весовым способом, по методике ТСХА. Учет проводился в фазу кушения и перед уборкой пшеницы. Подсчет сорняков проводили на пробных накладках размером 0,25 м<sup>2</sup> (0,5м x 0,5м), в четырехкратной повторности на делянке и восьми на варианте (Доспехов Б.А., Васильев И.П., 1987). Численность сорняков устанавливали по каждому виду, массу их определяли в воздушно-сухом состоянии.
- учёт урожая осуществлялся сплошным методом путем прямого комбайнирования с последующим взвешиванием зерна с каждой делянки на весах. Одновременно с этим производили отбор образцов для определения влажности и засоренности зерна. Урожайные данные после приведения к 100 % чистоте и к стандартной влажности (14 %) подвергли математической обработке методом дисперсионного анализа полевого опыта (Доспехов Б.А., 1985).
- расчет экономической эффективности результатов исследований выполнен с помощью ПЭВМ, на основе технологических карт по нормативам и расценкам в сопоставимых ценах.
- энергетическая оценка осуществлена по совокупным затратам энергоресурсов на возделывание яровой пшеницы и накопленной

потенциальной энергии в урожае с использованием методики Оренбургского государственного аграрного университета (Лухменев В.П. и др., 1998).

В опыте применялась ЭМ – технология, основанная использовании биопрепарата Байкал-ЭМ-1.

ЭМ-препарат - это созданный по специальной технологии концентрат в виде жидкости, в которой выращено большое количество анабиотических (полезных) микроорганизмов, обитающих в почве: бактерии фотосинтеза, молочнокислые, дрожжевые и клеточные. Взаимодействуя в почве, они вырабатывают ферменты и физиологически активные вещества, аминокислоты, нуклеиновые кислоты и пр., оказывающие как прямое, так и косвенное положительное влияние на рост, и развитие растений.

Для получения из концентрата ЭМ препарата 3-литровая банка заполнялась не хлорированной кипячёной водой при температуре 20-36 °С, с добавлением 3 столовых ложки меда. Известно, что мед является исключительной питательной средой для большинства ЭМ, однако, в зависимости от своих биологических характеристик, он может и затормозить развитие некоторых штаммов. А потому при использовании его в качестве питательной среды добавляли его не сразу всю дозу, а по столовой ложке в течение 3 дней.

После помещения в банку с водой питательной среды в неё выливался весь флакон концентрата. Раствор хорошо перемешивался и дополнялся водой и выдерживался в течение 5-7 дней в теплом (20-30 °С) и темном месте.

В качестве основного средства в ЭМ технологии применялся водный раствор препарата «Байкал ЭМ-1». Для обработки соломы использовался 0,1 % раствор, с соблюдением следующих требований: опрыскивание необходимо проводить в конце лета (нет изнуряющей жары), поздно вечером или даже в ночное время (нет прямого воздействия солнечных лучей).

### 3 Результаты исследований

#### 3.1 Развитие яровой пшеницы в зависимости от технологий посева

С вегетационным периодом сорта связано множество свойств, определяющих уход растения от заморозков, ржавчины и других болезней, поражения насекомыми, с ним связаны и такие свойства как качество зерна (Н.И. Вавилов, 1966). В тоже время вегетационный период растений сильно варьирует по годам, как правило, удлиняясь во влажные годы и значительно уменьшаясь в сухие и жаркие годы. Вегетационный период растений зависит не только от сорта и условий года, но и от агротехнических мероприятий, которые используются при выращивании культуры. Поэтому фенологические наблюдения за развитием культурных растений являются важным мероприятием в агрономических опытах, позволяющим впоследствии координировать сроки и приемы посева.

Посев яровой пшеницы на всех вариантах опыта был произведён в один день. Но из данных таблицы 5 видно, что первые всходы появились на вариантах без мульчи, на шестой день после посева. Мульча из соломы задержала появление всходов яровой пшеницы на три дня, они появились лишь на девятый день (табл. 6).

Таблица 6 – Влияние мульчирования и биопрепарата на развитие яровой мягкой пшеницы Юго-восточная 2 (2008-2010 гг.)

№ варианта	Фактор			Всходы (дней после посева)	Вегетационный период, дней
	А	В	С		
9	Нулевая	без мульчи	без препарата	6	83
10			Байкал ЭМ-1	6	82
11		мульча из соломы	без препарата	9	90
12			Байкал ЭМ-1	9	87

Это является результатом существенного снижения температуры почвы под соломенной мульчей (табл. 7).

Таблица 7 – Влияние соломенной мульчи на температуру ( $^{\circ}\text{C}$ ) почвы

Вариант опыта	Глубина, см.	
	5	10
Стерня без мульчи	19,0	16,5
Стерня с соломенной мульчей	16,5	15,3

Как видно из данных таблицы температура почвы на глубине посева в дневное время под мульчей на  $2,5^{\circ}\text{C}$  ниже, чем на участке без мульчи. Температура почвы на глубине 10 см также ниже на участке с мульчей, но разница уже меньше ( $1,2^{\circ}\text{C}$ ). Следует отметить, что относительно небольшая разница в температуре по вариантам, объясняется присутствием стерни в обоих случаях. Как показано в других исследованиях, разница между участком покрытым соломой и открытым участком достигает более  $5^{\circ}\text{C}$ .

Вегетационный период яровой пшеницы сорта Юго-Восточная 2, если исходить из сортовой её характеристики, составляет 74 - 106 дня, но фактически по вариантам опыта в среднем за три года составил 82-90 дней. Причем во влажный 2008 год вегетационный период был максимальным и по вариантам варьировал от 87 до 94 дней, а в острозасушливый – от 75 до 85 дня (приложения 1). Следовательно, погодные условия оказывают существенное влияние на вегетационный период яровой пшеницы, удлиняя его во влажный год и укорачивая в сухой.

Период «всходы - колошение» по вариантам колебался от 37 до 39 дней (приложение 1), т.е. разница по вариантам сократилась до одного двух дней. Это объясняется тем, что по мере разрастания растений и «закрывания» поверхности почвы листвой, мульча уже не играет столь значительной роли в снижении температуры. Такой разрыв в днях по вариантам и с такой же закономерностью по вариантам сохраняется в опыте за период «колошение -

полная спелость» (39 - 42 дня). В целом применение соломенной мульчи удлиняет вегетационный период по сравнению со стерневым фоном на 5-7 дней. Биопрепарат ускорил развитие растений яровой пшеницы на 2-3 дня. Кроме снижения температуры почвы, удлинение вегетационного периода яровой пшеницы на вариантах с мульчей, можно, вероятно, объяснить, большим запасом продуктивной влаги в почве.

Под действием соломенной мульчи полевая всхожесть яровой пшеницы по сравнению с не мульчированной поверхностью снижается по фонам с «нулевой» и мелкой обработкой почвы на 2,7 и 3,7 % соответственно. Таким образом, наш опыт подтвердил общее мнение о негативном влиянии соломы на всхожесть культур. Применение препарата Байкал ЭМ-1 без мульчирования не повлияло на всхожесть семян яровой пшеницы. Тогда как внесение Байкала ЭМ-1 в мульчу повысило всхожесть яровой пшеницы, в сравнении с вариантами без мульчи и без биопрепарата, по мелкому рыхлению на 5,6 %, по «нулевому» фону на 6,3 %, а в сравнении с вариантами с мульчей на 9,3 и 9,0 % соответственно (табл. 8).

Таблица 8 – Влияние изучаемых факторов на выживаемость яровой пшеницы (2008-2010 гг.)

№ вари-анта	Фактор			Кол-во растений к уборке, шт./ м <sup>2</sup>	Сохран-ность растений, %	Выжива-емость растений, %
	А	В	С			
5	мелкое рыхление	без мульчи	без препарата	211	86,1	52,7
6			Байкал ЭМ-1	205	83,3	51,3
7		мульча	без препарата	220	89,4	55,1
8			Байкал ЭМ-1	236	88,4	59
9	нулевая	без мульчи	без препарата	213	86,6	53,3
10			Байкал ЭМ-1	212	85,8	53,1
11		мульча	без препарата	223	94,9	57,3
12			Байкал ЭМ-1	239	88,2	59,7

Это является подтверждением нашего предположения о том, что препарат Байкал ЭМ-1 снижает аллелопатическое действие соломы. Мульча оказала положительное влияние на сохранность и общую выживаемость растений яровой пшеницы. Как видно из данных таблицы 7, сохранность растений на варианте с мульчей без внесения биопрепарата составила 94,9 %, а биопрепаратом Байкал ЭМ-1 – 88,2 %, что на 8,3 % и 2,4 % больше, чем в соответствующих вариантах по стерневому фону. Этот факт объясняется тем, что на этих вариантах всходов было меньше. Уменьшение густоты стояния, при прочих равных условиях произрастания, создавало меньшую конкуренцию и позволило выжить большему количеству растений.

Однако, показателем, интегрирующим влияние всех изучаемых факторов, является выживаемость растений – отношение числа растений, сохранившихся к уборке, к числу высеянных на той же площади семян. По этому показателю большое преимущество, перед другими, имеет вариант с мульчей обработанной биопрепаратом.

Из изложенного выше материала можно сделать следующие выводы:

- солома, оставленная на поверхности почвы, оказывает аллелопатическое влияние на проростки и всходы яровой пшеницы, но существенно увеличивает сохранность и выживаемость растений;
- отсутствие соломенной мульчи при нулевой обработке приводит к значительному ухудшению условий произрастания яровой пшеницы;
- обработка соломенной мульчи осенью препаратом Байкал ЭМ-1 снижает их аллелопатическое действие на растения яровой пшеницы, значительно повышая её полевую всхожесть и дальнейший рост и развитие;
- наилучшие условия для произрастания растений складываются при совместном использовании соломенной мульчи и препарата Байкал ЭМ-1, для её обработки;
- в связи со снижением полевой всхожести яровой пшеницы, для сохранения её потенциальной урожайности посев под мульчу необходимо проводить с нормой повышенной на 10-15 %.

### 3.2 Эффективность использования ресурсов влаги при различных технологиях выращивания яровой пшеницы

Улучшение водного режима чернозёмов, прежде всего за счёт более эффективного использования влаги атмосферных осадков было и остаётся, пожалуй, главной задачей земледелия в связи с тем, что эти почвы расположены в зоне с ограниченными водными ресурсами.

Существенное улучшение водного режима почв засушливых районов достигается путём использования целого комплекса мер, оказывающих целенаправленное влияние, как на приходную, так и на расходную его часть. Увеличить приходную часть водного баланса можно путём существенного повышения накопления влаги холодного периода года. Одна из главных проблем в условиях черноземов – максимальное использование влаги недостаточно и нерегулярно выпадающих осадков (Докучаев В.В., 1936). По расчетам А.М. Алпатьева (1959), средний коэффициент годового использования осадков на территории, начиная с тайги и включая степи, равен 0,5. Поэтому, считает А.А. Роде (1965), управление водным режимом почв, включая черноземы – всегда один из важных, а часто и самый важный прием повышения продуктивности сельхозугодий. Р.Э. Давид (1936) считал, что зимние осадки хорошо сберегаются почвой и играют роль запасного фонда, а летние осадки имеют огромное значение для урожая при своевременном выпадении, а за пределами критического периода используются слабо и в значительной степени испаряются.

По данным А.М. Алпатьева (1959) коэффициент поглощения осадков почвой за холодный период года в сухой степи равен 0,6. По мнению Н.К. Бискаева и В.Д. Хопренинова (1999) в отдельные годы не усваивается почвой до 80 % зимних осадков. Важную роль в эффективности использования зимних осадков, по их мнению, играет глубина промерзания почвы, интенсивность снеготаяния, агрофизические свойства почвы, прежде всего её плотность и другие факторы.



Накопление влаги в почве является главным показателем эффективности приемов обработки. П.А. Костычев (1892) в качестве агротехнических мероприятий по накоплению влаги в почве рекомендовал пожнивное лушение, зяблевую вспашку, борьбу с сорняками, весеннее боронование.

Резервом роста урожайности является наиболее полная реализация потенциальной продуктивности возделываемых сортов, эффективное использование почвенно-климатических ресурсов. Последний следует рассматривать как один из наиболее важных факторов сельскохозяйственного производства. Эти ресурсы ограничены, и они должны использоваться для выращивания специфических культур в конкретных условиях.

В районе проведения исследований за сельскохозяйственный год выпадает 287 мм атмосферных осадков, в том числе с августа по октябрь – 56,7 мм, или 20 %, с ноября по апрель – 182 мм, или 63 %, и с мая по июль – 48,3 мм, или 17 % от общего количества осадков. Основная часть (80 % годовой суммы) осадков падает на летне-осенний и зимний периоды. На вегетационный же период приходится лишь одна шестая часть годовой суммы осадков. Отсюда следует, что обеспечить растения водой возможно в основном за счет накопления осадков холодного периода года. Накопление необходимо начинать уже с августа. Однако в условиях степного Предуралья позднелетний и осенний периоды характеризуются высокой температурой и низкой относительной влажностью воздуха, поэтому большая часть влаги теряется почвой в результате испарения. Так, исследования в НИИСХ Юго-Востока показали, что августовские осадки теряются полностью, сентябрьские – на 60-75 %, октябрьские – 25-30 %. Если предположить, что в наших условиях (практически сходных) потери происходят с такой же закономерностью, то только за август-октябрь будет потеряно 40 мм влаги. Надежным способом накопления, сохранения осенних осадков, может стать мульча из органических остатков.

Определение запасов влаги в почве 5 ноября показали, что отсутствие

органической мульчи на поверхности поля приводит к значительному снижению процента усвоения летне-осенних осадков. Причем хуже всего влага аккумулируется при отказе от обработки почвы, что объясняется переуплотнением почвы и увеличением капиллярной пористости. Переуплотнение пахотного слоя почвы, особенно верхних слоев приводит к снижению её водопроницаемости и как следствие застаиванию воды сверху и интенсивному испарению.

Лучше, чем на нулевой обработке, влага поглощается при мелкой обработке почвы. Мелкое рыхление почвы, за счет увеличения некапиллярной пористости, устраняет этот «недостаток» переуплотнённого верхнего слоя почвы и обеспечивает просачивание осадков в более глубокие слои.

Вспашка занимает промежуточное положение между ними. Низкая способность вспаханной почвы впитывать влагу связано с тем, что удары дождевых капель приводит к разрушению структурных отдельностей почвы и забиванию пор, в том числе и достаточно крупных из них мелкими частицами (табл. 9).

Таблица 9 – Характер усвоения летне-осенних осадков при различных способах обработки почвы (за август-октябрь, в среднем за три года)

№ варианта	Фактор		Запасы влаги в 100 см. слое почвы, 5 августа, мм	Запасы влаги 5 ноября, мм	Процент усвоения осадков
	А	В			
1	вспашка	без мульчи	164	181	21
5	мелкое рыхление	без мульчи	163	185	28
7		мульча	165	209	56
9	нулевая	без мульчи	161	173	15
11		мульча	168	215	59

Примечание: с 5 августа по 5 ноября выпало 79 мм осадков.

В результате «забивания» пор создается препятствие для проникновения воды в почвенный профиль, и вода остается на поверхности почвы, затем очень быстро испаряется.

Растительные же остатки, эффективно гася кинетическую энергию дождевых капель, защищают почвенные комочки от разрушения, устраняя тем самым забивание пор и образование «корочки». Все это способствует поглощению воды почвой. Это веский аргумент в пользу оставления растительных остатков на поверхности почвы в виде мульчи. Любая механическая обработка почвы в той или иной степени смешивает растительные остатки с почвой снижая тем самым их защитную роль.

Следовательно, наличие на поверхности почвы только стерни очень слабо способствует уменьшению потерь влаги. Но мульчирование за счет разбрасывания соломы во время уборки полностью меняет картину. Наименьшие потери наблюдаются уже при «нулевой» обработке. Этот вариант позволяет усвоить почвой 59 % летне-осенних осадков, тогда как вспашка всего 21 %.

Важнейшим требованием к способам обработки почвы является способность их аккумулировать осадки холодного периода года. И судя по запасам влаги в почве на момент посева, вспашка и мелкое рыхление накапливают одинаковое количество влаги (табл. 10).

Разрыхленный с осени мелкой обработкой 0-12 см слой почвы способен вместить до 40 мм влаги, это устраняет поверхностный сток и обеспечивает хорошую инфильтрацию воды в более глубокие слои почвы. Кроме того, что важно, соломенно-органическая мульча меньше заиливается, чем, почва без соломы на вспашке.

Значительно, по запасам влаги предыдущим вариантам, уступает «нулевая» обработка почвы. Но это объясняется меньшим усвоением летне-осенних осадков.

Таблица 10 – Характер усвоения осадков осенне-зимнего периода различными фонами (в среднем за три года)

№ варианта	Фактор		Запасы влаги в 100 см. слое почвы, 3 мая, мм	Дополнительное накопление влаги, мм	Процент усвоения осадков
	А	В			
1	вспашка	без мульчи	289	108	83
5	мелкое рыхление	без мульчи	284	99	76
7		мульча	319	110	85
9	нулевая	без мульчи	277	104	80
11		мульча	325	110	85

Примечание: С 5 ноября по 3 мая выпало 130 мм осадков.

Из данных таблицы 9 видно, что вариант с «нулевой» обработкой без мульчи, по усвоению осенне-зимних осадков мало отличается от контроля и других вариантов опыта. Заметное ухудшение усвоения осадков холодного периода произошло только при мелком рыхлении почвы.

Мульчирование поверхности почвы соломой пшеницы увеличивает аккумуляцию осенне-зимних осадков по мелкому рыхлению на 9 %, а по «нулевой» на 5 %.

Данные следующей таблицы 11 показывают, что мелкое рыхление и особенно отказ от основной обработки почвы снижают процент усвоения осадков поствегетационного периода, в сравнении с отвальной обработкой почвы всего на 2 и 8 % соответственно.

Оставление же дополнительного количества соломы в виде мульчи на поле наоборот позволяет повысить процент усвоения осадков как осенне-зимнего, так и особенно летне-осеннего периода. При этом «нулевая» обработка не уступает мелкому рыхлению почвы.

Таблица 11 – Характер усвоения осадков за август-апрель  
(в среднем за три года)

№ варианта	Фактор		Осадки за август-апрель, мм	Дополнительное накопление влаги за август-апрель, мм	Процент усвоения осадков
	А	В			
1	вспашка	без мульчи	209	125	60
5	мелкое рыхление	без мульчи	209	121	58
7		мульча	209	154	74
9	нулевая	без мульчи	209	109	52
11		мульча	209	157	75

Оценка способов основной обработки по влиянию их на водный баланс почвы проводится по количеству аккумулированной влаги за холодный период года. Однако, как было установлено в других исследованиях, большие запасы влаги не гарантируют получение более высокого урожая (Вибе В.Д., 2006; Казаков Г.И., 1997; Акулова Т.В., 2012). В других опытах также бросается в глаза тот факт, что урожайность зерновых увеличивается не прямо пропорционально запасам продуктивной влаги. Так, например, в опытах С.С. Сдобникова (1962), в метровом слое почвы при вспашке было накоплено 83 мм, при лущении стерни осенью и весной – 113 мм, и при лущении стерни весной – 162 мм. Соответственно этим запасам урожай яровой пшеницы составил 8,3; 9,3 и 10,0 ц/га, а расход влаги на 1 ц зерна – 10; 12,2 и 16,2 мм. При одинаковом же со вспашкой расходе влаги в двух последних случаях урожай зерна должен был быть на уровне 11,3 и 16,2 ц/га, т.е. уровень урожайности зерна яровой пшеницы был не адекватен запасам влаги в почве.

Все это убедительно доказывает, что необходимо уделять внимание расходной части водного баланса, а оценку приемов производить по

суммарному и удельному расходу влаги.

Наблюдения показали что, между запасами влаги в метровом слое почвы весной на момент посева и количеством израсходованной влаги за вегетацию имеется прямая зависимость, чем больше запасы, тем больше расход (табл. 12). Это, в одних случаях (7 и 12 варианты), связано с более интенсивной транспирацией хорошо развитых растений, в других (1 и 5 варианты) высокими потерями воды на физическое испарение.

Таблица 12 – Влияние мульчирования и обработки почвы на эффективность потребления запасов влаги и осадков яровой пшеницей (2008 – 2010 гг.)

№ варианта	Фактор		Запасы общей влаги в метровом слое почвы, мм			Количество израсходованной влаги, мм		Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т
	А	В	в посев	в кушение	в уборку	до фазы кушения	за вегетацию	
1	вспашка	без мульчи	291	243	156	82	194	1883
5	мелкое рыхление	без мульчи	287	241	153	80	193	1892
7		мульча	314	278	156	70	217	1904
9	нулевая	без мульчи	278	240	152	72	185	3700
11		мульча	318	292	164	60	213	1972
12		мульча + БЭМ	318	293	164	60	213	1614

Примечание: за период посев-кушение выпало 34 мм осадков; посев-уборка – 59 мм.

Сравнение способов обработки почвы между собой показывает, что при мелком рыхлении и вспашке из почвы расходуется одинаковое количество

влаги. Тогда как при нулевой обработке расходуется меньшее количество воды, что объясняется слабым развитием растений яровой пшеницы на этом варианте. Это подтверждается тем, что до фазы кущения яровой пшеницы, когда растения ещё не играют значительной роли в расходовании влаги, в сравнении с физическим испарением, закономерности в расходовании влаги были другими, чем в целом за вегетацию. Так на 11 и 12 вариантах расход был минимальным в опыте и главное одинаковым. Что говорит о том, что мульчирование поверхности почвы дополнительным количеством соломы способствует более рациональному использованию накопленной почвой влаги и летних осадков.

Количество израсходованной влаги за вегетацию не дает возможности в полной мере оценить эффективность использования воды культурой, поскольку не представляется возможным разделить расход на транспирацию растениями и расход на физическое испарение через поверхность почвы. Об эффективности использования ресурсов влаги можно судить по коэффициенту водопотребления, расходу воды на единицу урожая, который равен частному от деления расхода влаги в м<sup>3</sup>/т урожая зерна.

И как видно из данных предыдущей таблицы наиболее эффективно влага употребляется растениями на нулевом фоне, где мульча осенью была обработана препаратом Байкал ЭМ-1. Коэффициент водопотребления здесь составляет 1614 м<sup>3</sup>/т, что на 269 м<sup>3</sup>/т меньше, чем в контроле. Хуже всего влага используется (3700 м<sup>3</sup>/т) при нулевой обработке почвы, без мульчи.

В тоже время «нулевая» обработка, не дополненная соломенной мульчей, ведет к повышению коэффициента водопотребления более чем в 2 раза, в сравнении с мульчированным фоном.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что мульчирование поверхности необработанной почвы соломой позволяет на 37 % увеличить усвоение осенних осадков, и в 1,2 раза повысить эффективность использования водных ресурсов зоны в сравнении со вспашкой почвы.

### **3.3 Засоренность посевов яровой пшеницы в зависимости от технологий её выращивания**

Борьба с засоренностью посевов сельскохозяйственных культур была и остается одной из приоритетных задач земледелия. Актуальность этой проблемы в настоящее время обострилась в связи с повсеместным переходом растениеводства от традиционной системы обработки почвы, где основным приемом являлась вспашка, к ресурсосберегающим технологиям, основанным на безотвальных, поверхностных и нулевых обработках. Исследования ученых, а также опыт производства, свидетельствуют о том, что это сопровождается усилением засоренности полей. Особенно вредны сорняки в засушливых районах страны.

Контроль над сорными растениями в посевах сельскохозяйственных культур относится к числу важнейших проблем земледелия. А.В. Фисюнов (1984) утверждает, что затраты на борьбу с сорняками составляют 30 % от общих затрат на выращивание культуры.

Неблагоприятное воздействие сорняков выражается в их конкуренции с культурными растениями за влагу, элементы питания и свет, приводящее к снижению урожая. Кроме того, они снижают качество продукции, являются очагами размножения вредителей и болезней, усложняют уборку культур (С.А. Воробьев, 1991; Г.И. Баздырев, 1995; А.В. Лухменев, 2000).

Применение химических методов борьбы с сорными растениями создает угрозу окружающей среде, в том числе человеку, кроме того, это очень дорогостоящий прием, и их применение очень часто не окупается.

Следовательно нужны приемы не требующие больших затрат на их применение, но при этом достаточно эффективны в контроле над сорной растительностью. Таким приемом может быть мульчирование.

Подсчёт сорняков в фазу кущения яровой пшеницы показал среднюю и высокую засоренность посевов многолетниками и слабую малолетниками. Из них первая группа была представлена осотом полевым (*Sonchus arvensis*),



бодяком полевым (*Cirsium arvense*), вьюнком полевым (*Convolvulus arvensis*), латуком татарским (*Lactuca tatarica*) и молочаем лозным (*Euphorbia villosa*). Из малолетников встречались, щирица запрокинутая (*Amarantus retroflexus*), марь (*Chenopodium album*), щетинник зеленый (*Setaria viridis*), просо петушьё (*Echinochloa crusgalli*) и овсюг обыкновенный (*Avena fatua*). Причем во влажные годы сорняков было больше, чем в сухой год (приложение 2).

Засоренность посевов яровой пшеницы, как малолетниками, так и многолетниками усиливается с уменьшением интенсивности воздействия на почву, от вспашки к «нулевой» обработке (рис. 3). Это согласуется с многими ранее полученными данными других авторов (Корчагин В.А., 1978; Бочаров Ю.И., 1995, Немцев Н.С., 1996; Казаков Г.И., 1997; Суюндуков Я.Г., 2001; Кислов А.В., 2003; Туликов А.М., 2003; Мингалев С.К., 2004; Максюттов Н.А., 2004; Александрова С.В., 2011; Ведерников Ю.Е., 2011; Миннебаева И.Ф., 2011; Павликов А.А., 2011; Трофимова Т.А., 2011; Шурупов В.Г., 2011; Фомин Д.С., 2011; Кузыченко Ю.А., 2012).

Вспашка, среди механических приемов, остается на сегодняшний день наиболее эффективным способом уничтожения сорняков.

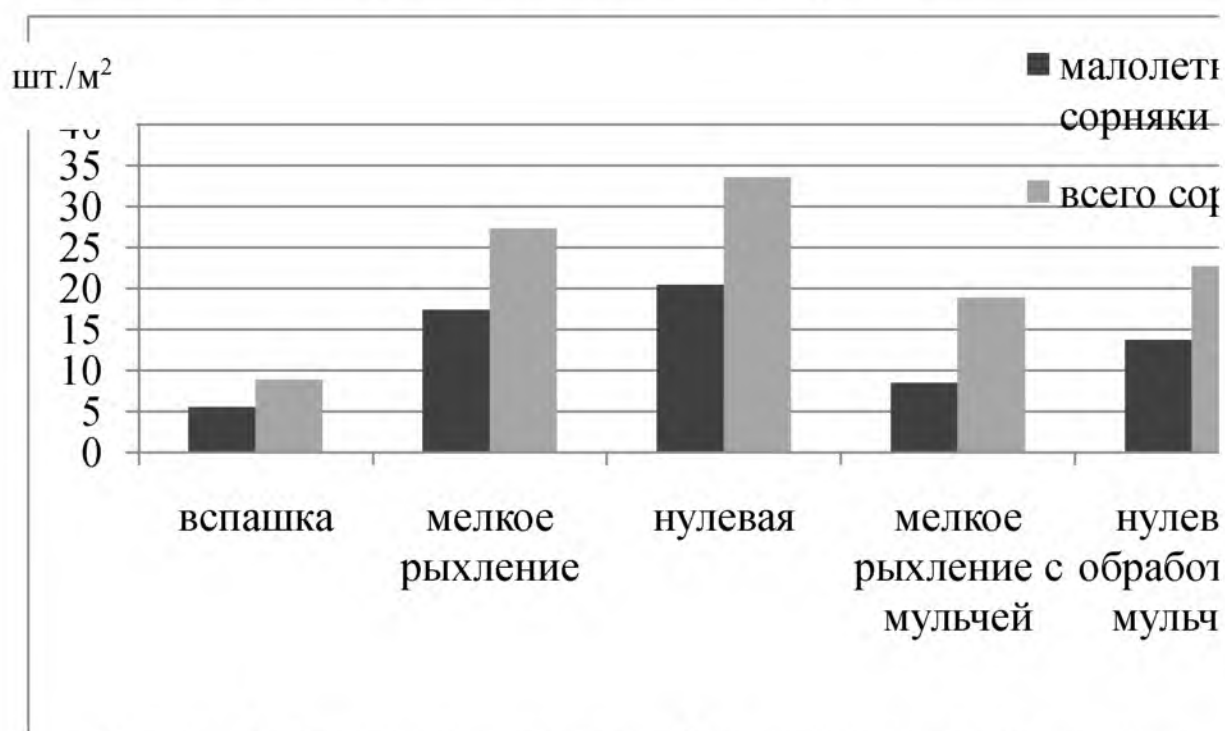


Рисунок 3 – Засоренность посевов в фазу кушения яровой пшеницы (в среднем за три года)

Следует отметить, что имеются и противоположные высказывания. Ряд авторов считает, что бороться с сорняками при поверхностной обработке значительно легче, чем при вспашке. Например, в опытах В.Х. Яковлева (2001), проводившихся в Новосибирской области, снижению засоренности посевов способствовало применение лущения с боронованием и прикатыванием. Так считают и фермеры США, достаточно долго применяющие беспашотную систему (Чайлдс Д., 1997).

В нашем опыте мульчирование поверхности поля соломой приводит к существенному уменьшению количества сорняков, причем при мелком рыхлении большему, чем при «нулевой» обработке (табл. 13).

Таблица 13 – Изменение видового состава малолетних сорняков в посевах яровой пшеницы под влиянием соломенной мульчи

№ варианта	Фактор		Количество сорняков в фазу кушения пшеницы, шт./м <sup>2</sup>		
	А	В	малолетних однодольных	малолетних двудольных	всего
1	вспашка	без мульчи	2,3	3,2	8,9
5	мелкое рыхление	без мульчи	8,6	8,8	27,3
7		мульча	6,5	2,0	18,9
9	нулевая	без мульчи	10,7	9,7	33,6
11		мульча	9,9	2,7	22,7

Снижение засоренности происходит из-за затеняющего действия мульчи и создания ей физического препятствия росту сорняков. Это подтверждается уменьшением количества малолетних двудольных растений, поскольку им гораздо труднее пробиться через солому (табл. 12).

При этом количество малолетних однодольных сорняков остается практически неизменным. В результате сильно меняется соотношение в видовом составе сорняков в пользу малолетних однодольных (рис. 4).

Из-за достаточно высокой засоренности контрольного и изучаемых вариантов в полевом опыте многолетними сорняками посевы в фазу кущения яровой пшеницы были обработаны гербицидом избирательного типа Димесол, ВДГ нормой 0,12 кг/га. Поэтому к уборке засоренность на всех вариантах была практически одинаковой. Количество малолетних сорняков колебалось в пределах 2-5 штук на 1 кв. м., а многолетников – 1-2 штук на 1 кв. м (приложение 3).

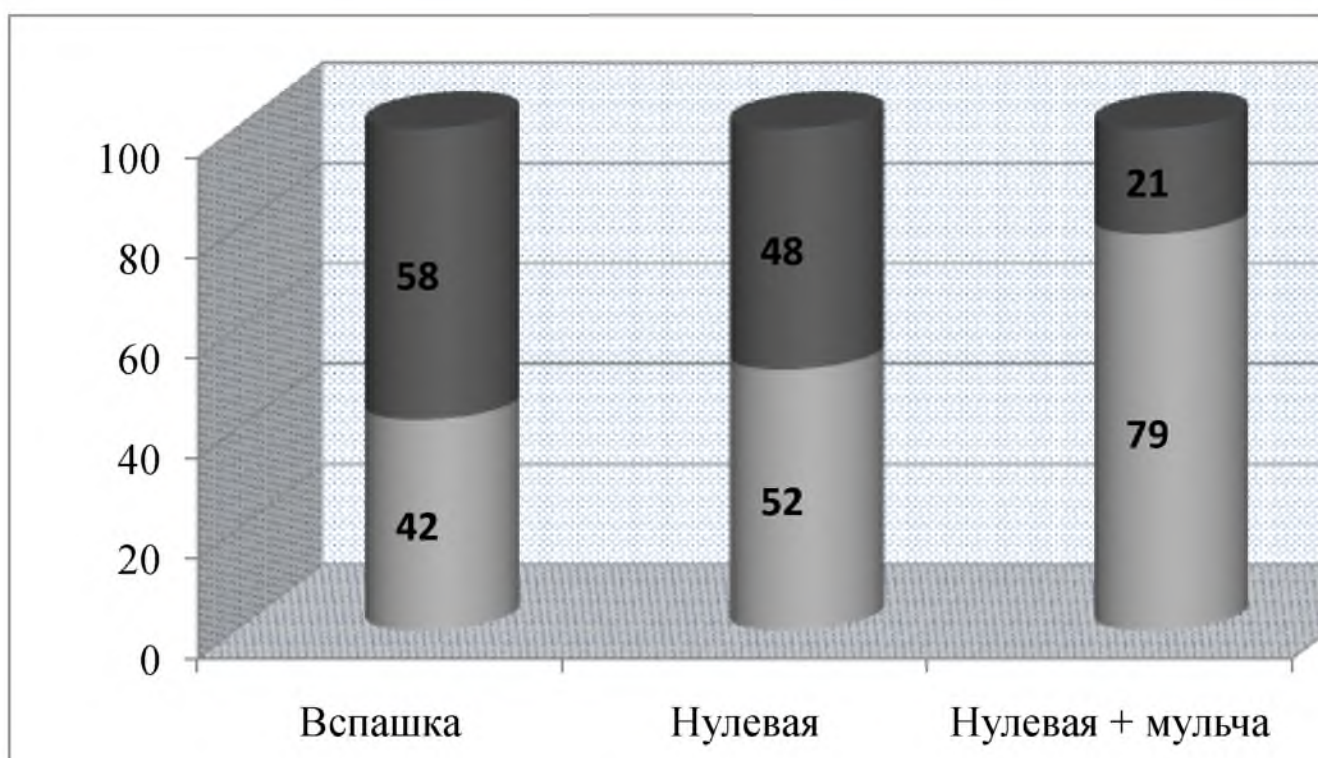


Рисунок 4 – Изменение соотношения в видовом составе сорняков в результате мульчирования поверхности почвы соломой

Однако следует отметить, что к наступлению фазы кущения яровой пшеницы, многолетние сорняки были хорошо развиты, их высота достигала 15... 17 см., и они успели принести ощутимый ущерб культуре.

Из материала изложенного выше можно сделать вывод, что покрытие поверхности почвы соломенной мульчей уменьшает засоренность посевов двудольными растениями, в основном малолетними, и способствует повышению урожайности яровой пшеницы.

### 3.4 Влияние обработки и мульчирования на плотность почвы

Препятствием для внедрения ресурсосберегающих технологий основанных на мелких и нулевых обработках во многих зерносеющих регионах становится повышение плотности почвы свыше оптимальных значений при отказе от глубоких обработок.

На увеличение плотности почвы при мелких, нулевых и даже глубоких безотвальных обработках, в сравнении со вспашкой, указывают подавляющее большинство исследователей проводивших исследования в этой области (Пупонин А.И., 1989; Саранин К.И., 1990; Казаков Г.И., 1997, Андриянушкин Д.С., 2004; Мингалев С.К., 2004, Азизов З.М., 2006; Акулова Т.В., 2012; Яковлев В.Х., 2012 и др.).

Такая ситуация часто наблюдается в производстве, где через несколько лет (обычно 3 - 4-х) использования мелких и «нулевых» обработок, из-за переуплотнения почвы, приходится проводить глубокие рыхления. Причина этого нам видится в отсутствии на поверхности почвы соломенной мульчи.

На способность почвы саморазрыхляться, при покрытии её поверхности органическими остатками указывал еще Д.И. Менделеев. Он еще более ста лет тому назад писал: «Если... прикрыть почву листвой, соломой или вообще чем бы то ни было оттеняющим и дать ей спокойно полежать некоторое время, то она и безо всякого пахания достигнет зрелости».

О высокой способности почвы к естественному разуплотнению описывает в своей работе А.М. Пантюхов (2012). Он отмечает, что при исходной плотности от 0,91 до 1,09 г/см<sup>3</sup> почва пахотного слоя уплотняется, а при значениях 1,20-1,36 г/см<sup>3</sup> она разуплотняется. При этом отмечено уменьшение доли разуплотнения с уменьшением исходной плотности сложения и наоборот уменьшение доли уплотнения почвы с повышением исходной плотности сложения.

В числе основных причин саморазрыхления почв многие авторы называют набухание и усадку в результате увлажнения или высыхания почвы, замерзание и оттаивание влажной почвы, рыхлящее действие корней растений. Очевидно, что наибольшее значение имеет первая причина, поскольку набухание и усадка почв – изменение объема почв при увлажнении и высыхании – многократно повторяющееся в природе и связанное как с сезонными циклами увлажнения – высыхания, так и с более частыми изменениями влажности почвы процесс.

По утверждению другого автора процесс саморазрыхления почвы и его механизм это совокупный результат проявления сил межмолекулярного взаимодействия почвенных частиц, взаимодействия составляющих почву фаз, воздействия почвенной биоты и окружающей среды, позволяющие сокращать количество технологических воздействий на почву (Мамбеталин К.Т., 2006).

Ряд других авторов также указывают на саморазуплотнение почвы. Причем разуплотнение может происходить как в весенне-летний период. Об этом пишут Н.С. Матюк (1999), так и, что особенно важно, в осенне-зимне-весенний период Г.И. Казаков (1997).

Результаты модельного опыта И.В. Кузнецовой и В.И. Даниловой по изучению саморазуплотнения почв под влиянием процессов набухания – усадки позволили установить, что саморазуплотнение зависит от факторов, определяющих процессы набухания и усадки. Гранулометрического и минералогического состава, содержания и качества органического вещества, суммы и состава обменных оснований почвы.

Другой вывод сделанный ими свидетельствует о том, что наибольшей способностью к саморазуплотнению обладают черноземы южные с наиболее высоким содержанием минералов монтмориллонитовой группы (более 55 %), низким – минералов каолинитовой группы (5 %), на долю поглощенного  $Ca_{2+}$  приходится почти 90 %, содержание органического вещества более 4 %, фульватно-гуматным типом гумуса.

Однако величина разуплотнения зависит не только от их генетических особенностей, но и от целого ряда других условий, например, от степени увлажнения. Отсюда, технологии способствующие увлажнению почвы будут способствовать и саморазуплотнению почвы. Среди них наиболее перспективным видится технология с созданием на поверхности почвы мульчи из органических остатков незерновой части урожая.

Необходимо также отметить, что препарат Кюсей изначально создавался для разуплотнения почвы в садах. А поскольку препарат Байкал ЭМ-1 является аналогом японского препарата, то мы вправе ожидать усиления разуплотнения почвы при его использовании.

Наши исследования подтвердили эти предположения.

Аккумуляция большего количества летне-осенних осадков в результате покрытия поверхности поля измельченной до 3-5 см соломой обеспечило большее увлажнение верхних слоев почвы и её активное саморазрыхление (табл. 14).

Таблица 14 – Изменение плотности почвы под посевами яровой пшеницы  
(в среднем за три года)

Фактор		Плотность почвы по слоям, г/см <sup>3</sup>							
		в начале вегетации				в конце вегетации			
А	В	0-10	10-20	20-30	0-30	0-10	10-20	20-30	0-30
мелкое рыхление	без мульчи	1,12	1,29	1,29	1,23	1,14	1,32	1,33	1,26
	мульча	1,09	1,21	1,26	1,19	1,12	1,28	1,29	1,23
нулевая	без мульчи	1,22	1,27	1,29	1,26	1,29	1,33	1,33	1,31
	мульча	1,15	1,19	1,26	1,19	1,11	1,24	1,27	1,21

Особенно хороший эффект был получен при мульчировании не обработанного с осени поля (нулевая обработка) дополнительным

количеством соломы (кроме стерни). На этом варианте весной зарегистрирована наименьшая средняя плотность почвы по всем слоям пахотного горизонта. И наоборот, отсутствие мульчи на «нулевом» варианте привело к существенному увеличению плотности почвы пахотного слоя, и особенно сильно в верхнем 0-10 см слое. Плотность почвы в этом слое достигает  $1,22 \text{ г/см}^3$ , что на  $0,10 \text{ г/см}^3$  выше, чем значения плотности почвы в варианте с мелким рыхлением и на  $0,17 \text{ г/см}^3$  – в варианте с мелким рыхлением с мульчированием.

Небольшое повышение плотности почвы в слое 10-20 см, в сравнении с плотностью в этом же слое на нулевой обработке, отмечено на варианте с мелким рыхлением. Это, на наш взгляд, объясняется формированием «плужной» подошвы под действием рабочих органов орудия (лапок культиватора) для мелкой обработки почвы.

Наблюдения за динамикой изменения плотности почвы в вегетационный период позволили установить, что к осени происходит естественное уплотнение почвы по всем слоям и на всех вариантах. При этом установлена закономерность, чем рыхлее почва изначально, тем она сильнее уплотняется за период от посева до уборки. Это согласуется с выводами других авторов (Вибе В.Д., 2006; Бакиров Ф.Г., 2008; Диденко В.Н., 2010, Черных М.В., 2007 и др.)

Мульчированные соломой варианты сохранили свое преимущество. На этих вариантах плотность почвы осталась в пределах допустимых значений, тогда как на вариантах без мульчи, в слоях 10-20 и 20-30 см, плотность превысила оптимальное значение для зерновых культур на  $0,02-0,03 \text{ г/см}^3$ .

Таким образом, из вышеизложенного материала по плотности почвы можно сделать вывод, что покрытие поверхности почвы соломенной мульчей по «нулевой» обработке, при наличии воды обеспечивает активное саморазрыхление почвы, и что особенно важно позволяет поддерживать её в пределах оптимальных для зерновых культур.

### **3.5 Влияние мульчирования и препарата Байкал ЭМ-1 на элементы структуры урожайности яровой пшеницы**

Известно, что урожай зерновых колосовых культур определяется тремя компонентами: числом продуктивных стеблей на единице площади, числом зерен в колосе и массой зерновки.

Установлено, что в целом, в формировании урожая зерновых участвует не более 20 % первоначально заложившихся продуктивных органов, а наибольшей редукции подвергается число побегов на растение – от 50 до 90 % (Савицкий М.С., 1973). Несомненно, что редукция происходит из-за дефицита питательных веществ и особенно воды в фазы формирования продуктивных органов.

В то же время, из-за последовательного образования продуктивных органов, низкие показатели одного из компонентов урожайности могут в определенной степени компенсироваться более интенсивным развитием других. Воздействуя на процессы образования генеративных органов, можно в определенной степени управлять формированием урожая зерновых культур в период их вегетации.

Большое значение имеет правильный уход за посевами в критические периоды развития элементов структуры продуктивности: во время закладки колоса, в «период большого роста» и в начале налива зерна. В эти периоды резко увеличивается чувствительность растений к дефициту питательных веществ, воды и света. Особенно важно регулирование продуктивного кушения, как наименее реализуемого компонента урожайности (Ковалев В.М., 1997). Однако относительно роли кушения в формировании продуктивного стеблестоя нет единого мнения. Некоторые исследователи отвергают концепцию одностебельного растения хлебного злака в посевах и признают необходимость некоторого ограничения продуктивного кушения. Но оптимальный уровень последнего также вызывает разногласия. Одни авторы указывают, что наиболее продуктивным будет посев при низкой



густоте стояния растений, то есть при пониженной норме высева, в результате хорошего кушения и повышения продуктивности каждого растения. В других работах показано, что при высокой густоте стояния растений и слабом кушении увеличивается в посевах доля наиболее продуктивных главных побегов и максимальная продуктивность каждого колоса (Касаева К.А., 1986).

Разногласия о роли кушения находят отражение в различных системах интенсивного возделывания зерновых в мире. Так, в бельгийской системе выращивания озимой пшеницы основным элементом, обеспечивающим повышение биологической продуктивности посевов, служит высокая продуктивная кустистость растений – 2,2-2,5 стебля на одно растение при невысокой густоте стояния пшеницы. Для получения 475-500 продуктивных стеблей высевают от 220 до 250 всхожих семян на 1 кв. м.

Другая широко распространенная в Западной Европе система, предложенная в Шлезвиг-Гольштейне (Германия), направлена на формирование агроценоза с повышенной плотностью продуктивного стеблестоя, подавляющую часть которого составляют главные побеги. Для этого используют повышенные нормы высева семян – 450-500 шт. всхожих семян на 1 кв. м, что обеспечивает получение 550- 600 колосьев на 1 кв. м и высокие нормы (250 кг/га) азотных удобрений (Ковалев В.М., 1989).

Разработанные впоследствии системы – ICI (Великобритания), BASF (Германия), MBA (Бельгия) – представляют различные модификации бельгийской и шлезвиг-гольштейнской систем (Ковалев В.М., 1997).

Необходимо отметить, что выше перечисленные системы возделывания зерновых культур рассчитаны на относительно мягкие климатические условия с большим количеством осадков. В засушливых районах приходится сознательно идти на создание редких посевов зерновых культур, так как только таким путем удастся обеспечить растения водой. Ясно, что при этом несколько возрастают условия для кушения растений. Поэтому система, направленная на получение урожая за счет главных побегов в регионах с

дефицитом влаги, скорее всего не эффективна.

В условиях центральной зоны Оренбургского Предуралья наибольшая урожайность мягкой пшеницы достигается при продуктивном стеблестое в пределах 260-350 шт. на 1 кв. м (А.Г. Крючков, 1998). Для этого высевается 400-500 шт. viable семян на 1 кв. м.

Как видим, при одинаковой со шлезвиг-гольштейнской системой норме посева в наших условиях формируется в 2 раза меньше продуктивных стеблей. Это происходит из-за относительно низкой полевой всхожести и выживаемости растений. С другой стороны в наших условиях снижение нормы посева не приводит к достижению оптимального количества продуктивных стеблей, из-за слабой способности к кущению засухоустойчивых сортов, или что более вероятно, из-за дефицита влаги.

По мнению А.Г. Крючкова (1998), на величину полевой всхожести семян оказывают влияние такие факторы как предшественник, сроки посева, удобрения, а также система обработки почвы, т.е. в целом агротехника культуры.

В предыдущей главе нами было показано влияние технологии посева (агротехники культуры) на всхожесть, сохранность и выживаемость растений яровой пшеницы. И как показывают полученные нами данные, агротехника культуры заметно влияет и на элементы структуры урожая.

Известно, что уровень урожайности на 50 % зависит от плотности продуктивного стеблестоя, что подтвердилось и в нашем эксперименте. Как видно из данных таблицы 15, на варианте, где по нулевому фону было проведено мульчирование соломой, продуктивных стеблей на 60 штук больше, чем в варианте с нулевой обработкой без мульчи. Под влиянием мульчи существенно увеличились значения и других элементов продуктивности растений: количество зерен в колосе на 2,9 шт.; масса 1000 зерен на 3,7 грамма.

Положительное влияние мульчирования поверхности почвы дополнительным количеством соломы на элементы структуры урожайности

яровой пшеницы вызвано улучшением условий увлажнения почвы, особенно верхних, наиболее важных в обеспечении растений питательными веществами.

Таблица 15 – Влияние изучаемых факторов на элементы продуктивности и биологическую урожайность яровой пшеницы (2008-2010 гг.)

Фактор			Количество продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га
А	В	С				
Нулевая	без мульчи	без препарата	254	12,1	21,7	0,68
		Байкал ЭМ-1	259	12,2	21,7	0,71
	мульча	без препарата	314	15,0	25,4	1,27
		Байкал ЭМ-1	340	15,6	26,6	1,58

Известно, что уже на второй год после вспашки показатели плодородия нижнего слоя по сравнению с верхним при безотвальной обработке снижается более чем вдвое, а на шестой год различия в нитрификационной способности почвы возрастали до 3,3 раза, а по урожайности пшеницы до 4,2 раза (Сдобников С.С., 2000). На основании этих данных С.С. Сдобников формулирует теоретическую концепцию о преимуществе обратного гетерогенного строения пахотного слоя и предлагает новую систему минимально-ярусной обработки почвы. Суть, которой заключается в том, что периодически (через 3-4 года), когда возрастет плодородие верхнего слоя почвы между мелкими и безотвальными обработками, а также при внесении органических удобрений необходимо проводить вспашку. С тем, чтобы обогащенный питательными веществами верхний слой поместить в нижнюю

более увлажненную часть пахотного слоя, где они будут наиболее доступны растениям.

Однако на наш взгляд, при создании условий позволяющих поддерживать верхний слой почвы в увлажненном состоянии более высокие урожаи можно получать при прямом гетерогенном строении пахотного слоя, с более плодородным верхним слоем, который формируется при длительных безотвальных обработках почвы. Это позволяет мульчирование поверхности почвы соломой.

Существенный эффект получен от применения препарата Байкал ЭМ-1, особенно по мульчированному соломой фону. Количество продуктивных стеблей на этом варианте достигло 340 шт./м<sup>2</sup>, при 254 шт./м<sup>2</sup> в варианте без мульчи, количество зерен в колосе 15,6 шт., масса 1000 зерен 26,6 г, при 12,1 шт. и 21,7 г. соответственно в варианте без мульчи. Это является подтверждением того, что препарат Байкал ЭМ-1 значительно снижает аллелопатическое действие соломы.

В результате улучшения значений элементов продуктивности существенно повысилась биологическая урожайность зерна яровой пшеницы. Наибольший урожай был получен на мульчированном соломой и обработанном Байкалом ЭМ-1 варианте и составил 1,52 т/га, что в 2 раза выше, чем на варианте без мульчи и биопрепарата. Использование мульчи без обработки биопрепаратом повысило урожайность яровой пшеницы на 90 %.

Однако применение ЭМ препарата без мульчи практически не повлияло на биологическую урожайность яровой пшеницы. Возможно, это вызвано тем, что препарат после применения не заделывался в почву, как это рекомендуется, поскольку в этом случае большая часть бактерий погибает. Однако заделка препарата в почву на этих вариантах нарушила бы принцип единственного различия в опыте.

Следует отметить, что биологическая урожайность яровой пшеницы в опыте, практически не отличается от урожайности учтенной комбайном.

### **3.6 Влияние способов обработки, мульчирования почвы и обработки соломистой мульчи препаратом Байкал ЭМ-1 на урожайность пшеницы**

Главной задачей отрасли растениеводства является повышение урожайности возделываемых культур и качества продукции. Она решается внедрением научно-обоснованных технологий возделывания культур.

В результате обзора научной литературы, было установлено, что в них часто приводятся данные о снижении урожайности культур при нулевой обработке почвы. (Кант Г., 1980; Камаров М.И., 1990; Чуданов И.А., 1990; Казаков Г.И., 1997; Кислов А.В., 2003; Минибаева И.Ф., 2011; Александрова С.В., 2011; Ознобихина Л.А., 2012 и др.). Однако имеется и положительный опыт, когда посев по необработанной почве обеспечивает прибавки урожая по сравнению с традиционной технологией. Например, в опытах А.М. Ситникова (1990) урожайность яровой пшеницы по нулевой зяблевой обработке и прямом посеве увеличилась в среднем за три года на 0,15 т/га по сравнению с мелким осенним рыхлением. В другой работе автор отмечает, что эффективность прямого посева по стерне возрастает с увеличением срока его применения, повышением уровня окультуренности почвы, особенно посевного слоя 0...10 см, использованием мульчирующих растительных остатков (Матюк Н.С., 1999). В этих и других работах показана высокая зависимость урожайности культур от погодных условий. Например, в работе И.Ф. Миннебаевой (2011) урожайность яровой пшеницы по годам (2006-2010 гг.) колебалась от 1,07 до 1,45 т/га.

В нашем опыте урожайность зерна яровой пшеницы по годам также была разной и имела прямую зависимость с количеством осадков. В наиболее увлажненный и благоприятный по температурным условиям 2008 год, когда за вегетацию выпало 94,3 мм, а среднесуточная температура воздуха в период вегетации пшеницы составила 19,5 °С, средняя по опыту урожайность была наибольшей и составила 1,54 т/га. В 2009 году при сумме осадков за вегетацию пшеницы 61,6 мм, и среднесуточной температуре воздуха 21,0 °С

– 1,25 т/га, (табл. 16).

Таблица 16 – Влияние мульчирования и способов обработки почвы на урожайность яровой пшеницы

	Факторы			Урожайность по годам, т/га		
	А	В	С	2008	2009	2010
1	вспашка, 20-22 см	без мульчи	без препарата	1,63	1,21	0,25
2			Байкал ЭМ-1	1,71	1,34	0,20
3		мульча	без препарата	1,69	1,45	0,28
4			Байкал ЭМ-1	1,83	1,42	0,32
5	мелкое рыхление, 10-12 см	без мульчи	без препарата	1,62	1,23	0,21
6			Байкал ЭМ-1	1,79	1,19	0,23
7		мульча	без препарата	1,57	1,49	0,36
8			Байкал ЭМ-1	1,76	1,50	0,34
9	нулевая	без мульчи	без препарата	0,73	0,60	0,18
10			Байкал ЭМ-1	0,75	0,62	0,19
11		мульча	без препарата	1,60	1,40	0,24
12			Байкал ЭМ-1	1,86	1,58	0,53
Средняя урожайность по годам				1,54	1,25	0,28
НСР <sub>05</sub> , для частных различий				0,10	0,34	0,04
НСР <sub>05</sub> , для главных эффектов				0,40	0,14	0,02
НСР <sub>05</sub> , для парных взаимодействий				0,56	0,20	0,02

Исключительно неблагоприятные условия сложились 2010 году. Год был аномально жарким и сухим. Сумма осадков за вегетационный период составила всего 11 мм, а средняя температура за период вегетации была выше среднемноголетних данных на 2 градуса, а верхнего предела оптимального для яровой пшеницы на 4 °С. В таких жестких условиях дефицита влаги и избытка тепла для растений средняя по опыту урожайность яровой пшеницы составила всего 0,28 т/га.

Такое разнообразие погодных условий в годы исследований позволили

получить дополнительную информацию об эффективности изучаемых приемов в разные годы – сухие, среднеувлажненные, влажные. Во влажный 2008 и среднеувлажненный 2009 годы, при сравнении результативного признака только по фактору А, можно отметить, что более высокую и одинаковую урожайность обеспечивают вспашка и мелкое рыхление (1 и 5 варианты) в сравнении с «нулевой» обработкой (вариант 9). В последнем случае урожайность яровой пшеницы снизилась почти в 2 раза. Основная причина этого, высокие непроизводительные потери влаги на физическое испарение, из-за большого количества выходящих на поверхность почвы капиллярных пор. Этот вариант показал худшие результаты во все годы исследований. Отсюда можно сделать однозначный вывод о том, что нельзя почву оставлять без мульчирующего слоя из почвы или из соломы.

В сухой год, все способы обработки обеспечили практически одинаковую, и очень низкую урожайность. Но все, же некоторое преимущество (математически доказанное) перед мелким рыхлением и особенно нулевой обработкой имела вспашка.

Закономерность в изменении урожайности яровой пшеницы по способам обработки почвы сохраняется при обработке почвы препаратом Байкал ЭМ-1.

Мульча обеспечивает повышение урожайности яровой пшеницы во все годы исследований и по всем изучаемым способам обработки почвы. При этом наибольший эффект от мульчи отмечен на нулевой обработке. Так, например, во влажный год повышение урожайности на этом варианте, в сравнении с немulьчированным фоном, было в 2,2 раза, в среднеувлажненный – 2,3 раза и в сухой год – 1,3 раза, т.е. против ожидания в острозасушливый год эффект от мульчи из соломы был наименьшим.

В среднем по фонам мульча обеспечила повышение урожайности зерна яровой пшеницы на 0,27 т/га или на 32 % (табл. 17).

Применение препарата Байкал ЭМ-1 без мульчи не обеспечило достоверного повышения урожайности яровой пшеницы (всего 2 %).

Таблица 17 – Степень влияния мульчи, препарата Байкал ЭМ-1 и способа обработки почвы на урожайность яровой пшеницы

№ п/ п	Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка от действия					
			мульчи		БЭМ-1		мульчи + БЭМ-1	
			т/га	%	т/га	%	т/га	%
1	вспашка (контроль)	1,03						
2	мелкое рыхление	1,02	-	-	-	-	-	-
3	«нулевая»	0,50						
4	вспашка + мульча	1,14						
5	мелкое рыхление + мульча	1,14	0,27	32	-	-	-	-
6	«нулевая» + мульча	1,08						
7	вспашка + БЭМ-1	1,08						
8	мелкое рыхление + БЭМ-1	1,07	-	-	0,02	2	-	-
9	«нулевая» + БЭМ-1	0,52						
10	вспашка + мульча + БЭМ-1	1,19						
11	м. рыхл. + мульча + БЭМ-1	1,20	-	-	-	-	0,37	42
12	«нулевая» + мульча + БЭМ-1	1,32						

Примечание: БЭМ-1 – Байкал ЭМ-1.

Тогда как совместное применение мульчирования и препарата Байкал ЭМ-1 обеспечивает значительную прибавку, в среднем по фонам обработки 0,37 т/га. Наблюдается положительное взаимодействие факторов. Особенно эффективным оказывается применение мульчи обработанной препаратом Байкал ЭМ-1 по необработанной почве (нулевой обработке). Здесь получен наибольший в опыте урожай зерна во все годы исследований. Это доказывает то, что нулевая обработка более эффективный способ, чем вспашка и мелкое рыхление, при условии оставления на поверхности почвы соломы и уменьшения её аллелопатического действия препаратом Байкал ЭМ-1.

Особенно хорошо заметно изменение урожайности яровой пшеницы под влиянием отдельных факторов (способа обработки, мульчирования и обработки мульчи биологическим препаратом Байкал ЭМ-1) и их взаимодействия на рисунке 3.



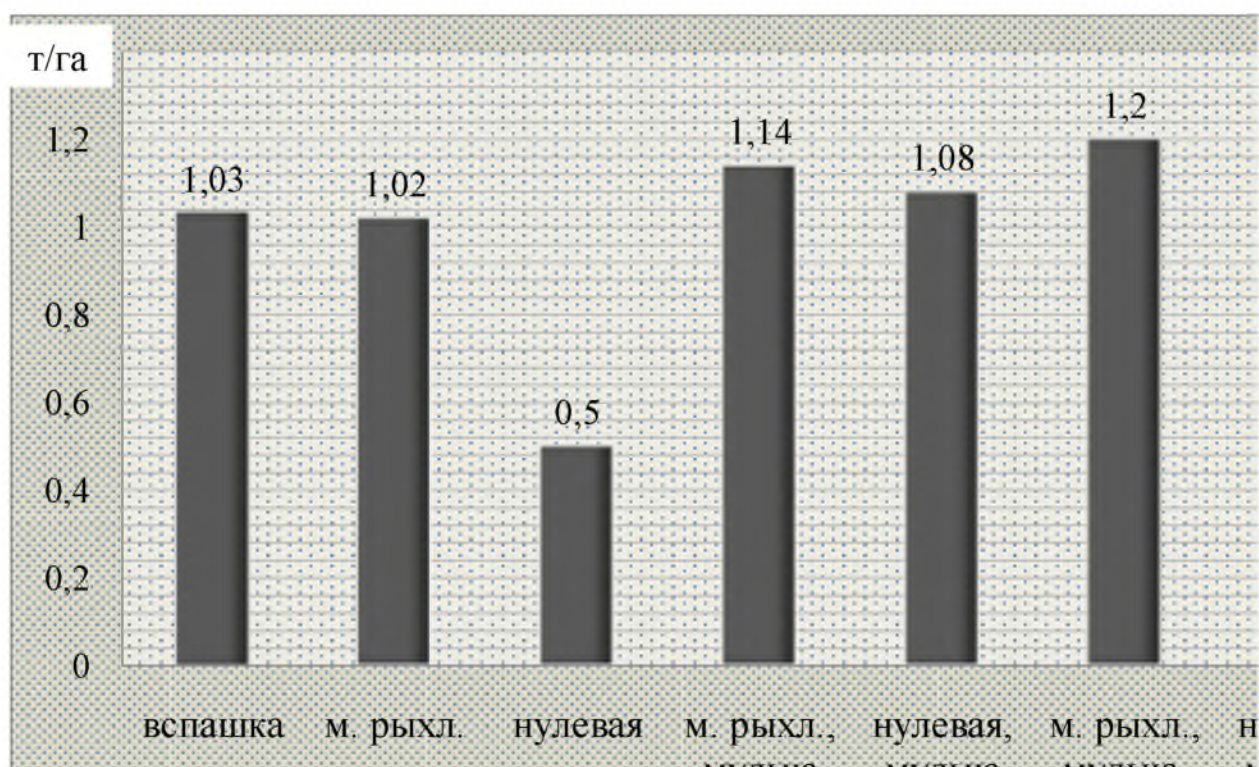


Рисунок 3 – Изменение урожайности зерна яровой пшеницы под влиянием способа обработки, мульчирования и препарата Байкал ЭМ-1 (БЭМ-1)

Дисперсионный анализ урожайных данных трехфакторного полевого опыта (3x2x2) за 2008 год позволил установить, что  $F_{\text{ф}}$  превышает  $F_{\text{теор}}$  на 5 процентов уровне значимости по основным факторам А, В и С, а также по взаимодействию факторов АВ, ВС и АВС, за исключением взаимодействия факторов АС (приложение 4). В 2009 году только в двух случаях (взаимодействия факторов АС и ВС)  $F_{\text{ф}}$  меньше  $F_{\text{теор}}$  (приложение 5). В 2010 году во всех случаях  $F_{\text{ф}}$  превышает  $F_{\text{теор}}$  (приложение 6). Следовательно, во все годы исследований получены достоверные, математически доказанные прибавки урожайности яровой пшеницы под влиянием главных факторов и их взаимодействия, за исключением тех случаев, когда  $F_{\text{ф}}$  был меньше  $F_{\text{теор}}$ .

На основе алгоритма, определяющего порядок вычисления главных эффектов и взаимодействия установлено, что вариация результативного признака в значительной степени обусловлена изменением изучаемых факторов, в том числе за счет изменения фактора А, В и С; взаимодействия

факторов АВ, АС, ВС, ABC, а также в очень слабой степени неоднородностью условий (пестрота плодородия почвы) и ошибками: 2008 году на 18,7; 25,1; 3,5; 28,5; 0,2; 0,5; 15,1; а также 6,2 и 2,2 % соответственно (рис. 4), 2009 году на 18,6; 38,7; 1,3; 16,6; 0,8; 0,5; 17,6; а также 2,5 и 4,4 % (рис. 5), 2010 году на 13,0; 26,1; 4,3; 19,6; 6,5; 4,3; 17,5; а также 2,2 и 6,5 % (рис 6.)

Таким образом, закономерность вариации результативного признака обусловленных влиянием отдельных факторов и взаимодействий практически одинакова по годам исследований.

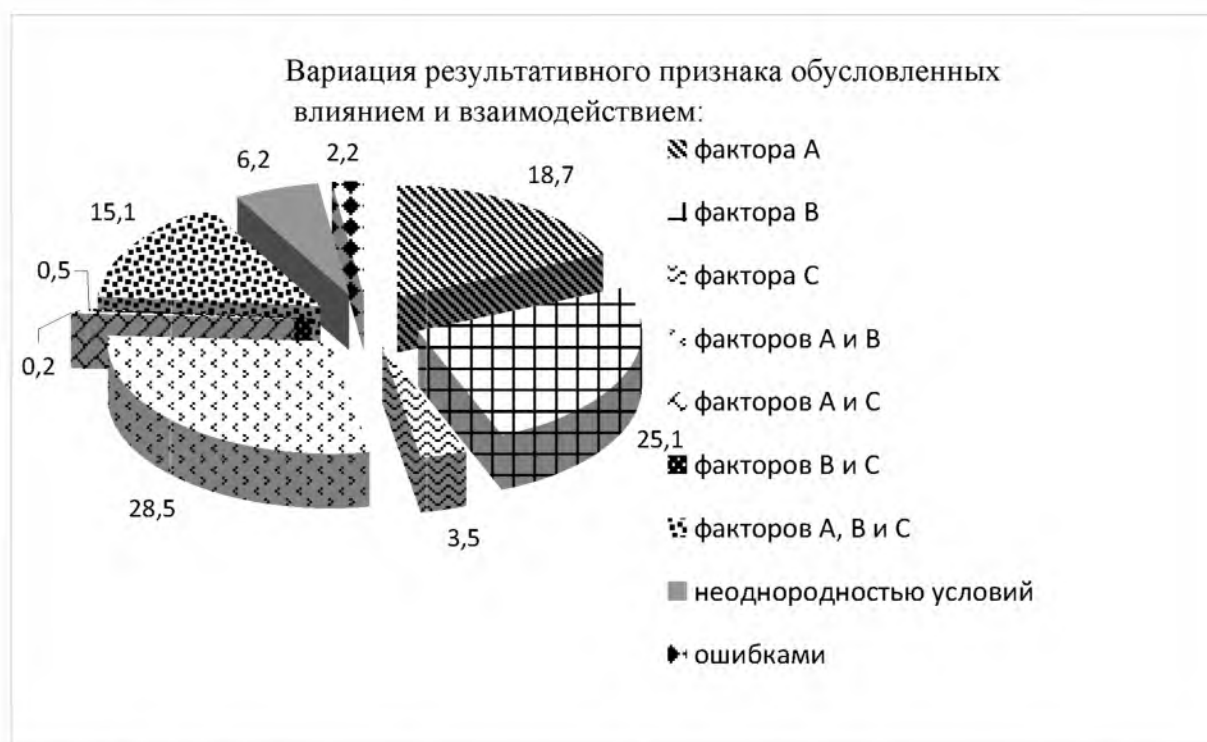


Рис. 4 Доля участия изучаемых факторов и их взаимодействия в формировании урожая яровой пшеницы в 2008 году, %

Можно отметить, что наибольшая доля участия в формировании урожайности яровой пшеницы в 2008 году принадлежит взаимодействию факторов АВ (28,5 %) и далее в убывающем порядке фактору В, фактору А, взаимодействию факторов АВС. В последующие годы произошло незначительное изменение в доле участия факторов и их взаимодействия.



Рис. 5 Доля участия изучаемых факторов и их взаимодействия в формировании урожая яровой пшеницы в 2009 году, %

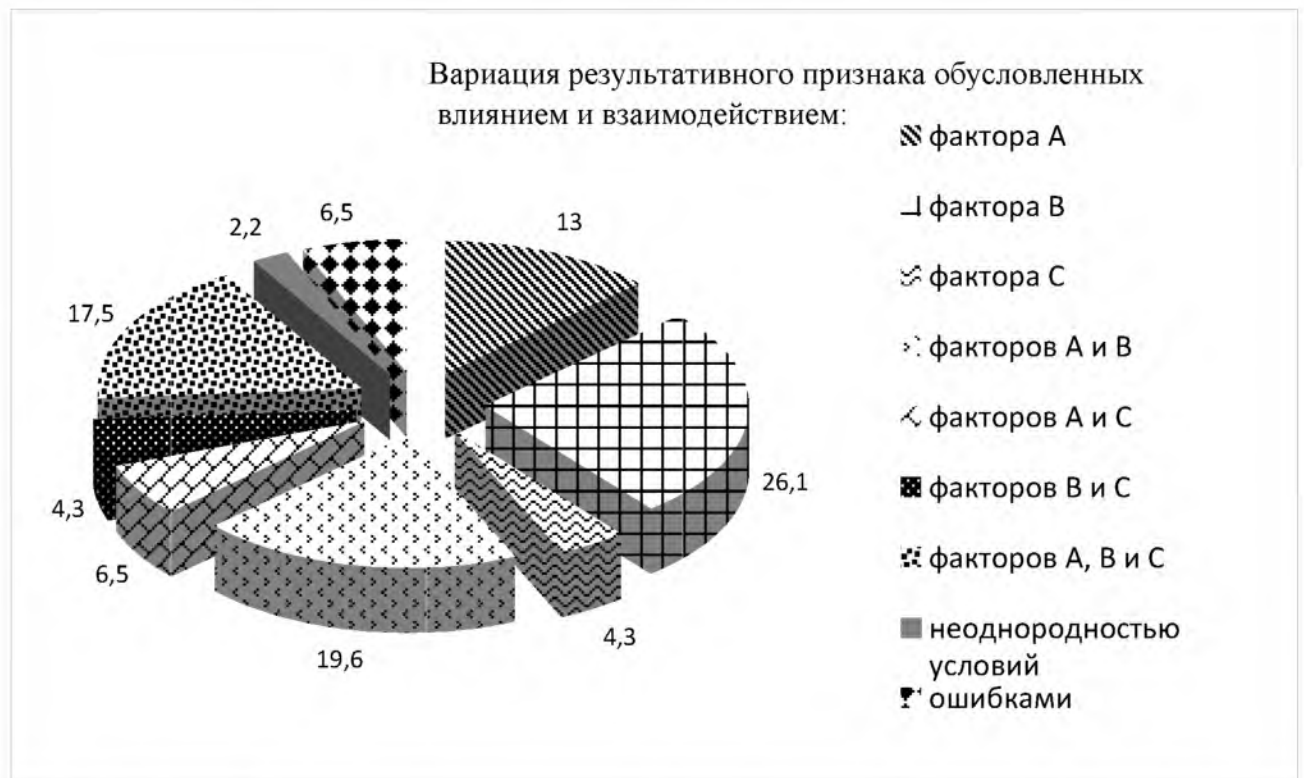


Рис. 6 Доля участия изучаемых факторов и их взаимодействия в формировании урожая яровой пшеницы в 2010 году, %

Отсюда рисунок 7, отражающий долю участия изучаемых факторов и их взаимодействия на урожайность яровой пшеницы в среднем за три года тесно коррелирует с предыдущими рисунками. Поэтому это является основанием для обобщенного за три года вывода.

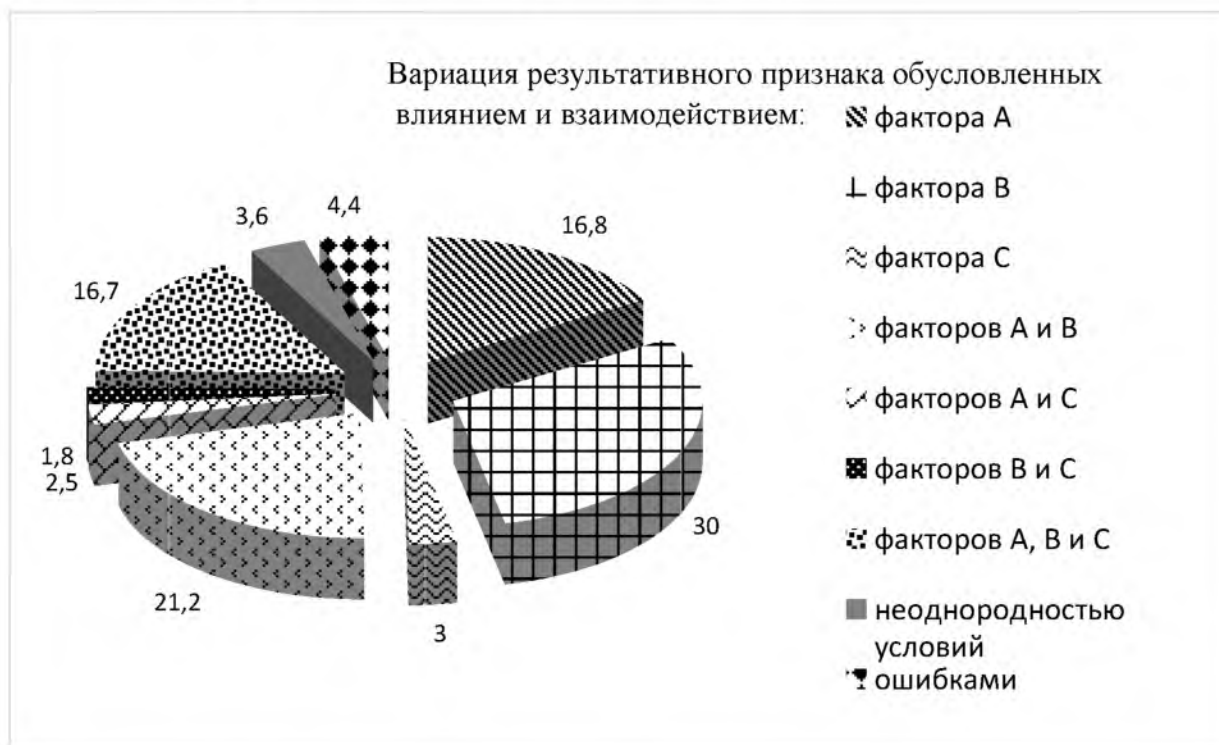


Рис. 7 – Доля участия изучаемых факторов и их взаимодействия в формировании урожая яровой пшеницы (в среднем за 2008-2010 гг.), %

Таким образом, из изучаемых факторов наибольшее участие в формировании урожая яровой пшеницы принял фактор В (мульча – 30 %), наименьшее фактор С (Байкал ЭМ-1 – 3 %), а из взаимодействий наибольшее участие приняло взаимодействие факторов АВ (способы обработки и мульча – 21,2 %). Достаточно высока доля участия в формировании урожая взаимодействие факторов АВС (способы обработки почвы, мульча и препарат Байкал ЭМ-1 – 16,7 %). Отсюда следует, что осеннее применение биологического препарата Байкал ЭМ-1 уменьшает аллелопатическое действие соломенной мульчи и существенно повышает урожайность яровой пшеницы и наиболее эффективно при отказе от основной обработки почвы (нулевой обработке).

#### **4 Экономическая и энергетическая оценка эффективности приемов выращивания яровой пшеницы**

Роль технологий выращивания сельскохозяйственных культур не должна ограничиваться только улучшением водного режима почв и её защитой от различных видов эрозии. Они должны способствовать существенному повышению производительности труда и стабилизации производства зерна по годам в засушливых регионах страны.

Об экономических преимуществах ресурсосберегающих технологий и прямого посева перед традиционными технологиями обработки почвы, пишут многие исследователи (Пупонин А.И., 1978; Котоврасов И.П., 1990; Шикула Н.К., 1990; Казаков Г.И., 1990,1997; Кислов А.В., 2001-2012; Аверин С.А., 1999; Матюк Н.С., 1999; Мингалев С.К., 2004; Макаров И.П., 2004; Немченко В.В., 2006; Вибе В.Д., 2006; Бакиров Ф.Г., 2008; Кузина Е.В., 2009; Ивенин В.В., 2010; Проскурина А.А., 2011; Нафиков Р.Н., 2011; Миннебаева И.Ф., 2011; Ознобихина Л.А., 2012; Акулова Т.В., 2012 и др.). Авторы отмечают, что ресурсосберегающие технологии при правильном их применении сопровождается снижением затрат топлива, труда и средств на единицу земельной площади, как правило без уменьшения урожайности полевых культур, а часто её повышением.

Однако в растениеводстве повышение урожайности может не компенсировать затрат на дополнительные приемы.

В 2008-2010 годах в полевых опытах нами было изучено влияние различных систем основной обработки почвы, а также мульчирования и прямого посева на величину урожая яровой пшеницы. Полученные результаты убедительно доказывают, что замена вспашки безпахотными обработками и прямым посевом, с осенней обработкой соломенной мульчи препаратом Байкал ЭМ-1 – важный резерв увеличения сборов зерна.

Объем получаемой продукции на единицу площади (1 га пашни) является одним из основных показателей, определяющих эффективность

производства, в том числе и растениеводческой продукции. Но рассмотрение только натуральных показателей не дает еще полной картины результатов исследования. Необходимо их сопоставление со стоимостными (цена реализации, себестоимость, прибыль) и относительными (уровень рентабельности) показателями. Для экономической оценки изучаемых приемов нами проводился анализ трудовых и материальных затрат, которые рассчитывались по технологическим картам на основе типовых норм выработки и расценок, действующих в Оренбургской области в 2012 году.

Одним из наиболее важных показателей экономической эффективности сельскохозяйственного производства является себестоимость продукции. Она показывает, во что обходится производство сельскохозяйственной продукции конкретному предприятию. В ней получает отражение качественная сторона хозяйственной деятельности: эффективность использования производственных ресурсов, состояние технологии и организации производства, внедрение достижений науки и передового опыта, уровень управления хозяйством.

В настоящее время вспашка все еще остается достаточно часто используемым в хозяйствах Оренбургской области способом основной обработки почвы. Кроме того увеличение количества применяемых в ресурсосберегающих технологиях химических средств защиты растений, а также высокая их стоимость могут привести к тому, что традиционная технология основанная на отвальной обработке почвы может быть рентабельнее, чем ресурсосберегающие основанные на нулевых и мелких обработках. Об этом свидетельствуют целый ряд исследований, в частности одна из последних работ С.В. Александрова (2011). Поэтому вариант с отвальной обработкой почвы взят в качестве контроля.

Расчеты показали, что замена вспашки на мелкое рыхление почвы позволила снизить производственные затраты на 890 рублей на 1 га, а себестоимость одной тонны продукции на 824 рублей (табл. 18).

Отказ от основной обработки почвы (нулевая обработка с мульчированием соломой) уменьшило производственные затраты и себестоимость одной тонны зерна, в сравнении с контролем на 1157 руб. и 1299 руб. соответственно. При нулевой обработке почвы без мульчирования соломой снизило производственные затраты в сравнении со вспашкой на 1206 руб.

Таблица 18 – Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы в зависимости от систем основной обработки почвы (2008-2010 гг.)

Показатели	Контроль	Варианты опыта			
	вспашка, 20-22 см	КПШ-9, 10-12 см	нулевая	нулевая + мульча	нулевая + мульча + БЭМ-1
Урожайность, т/га	1,03	1,02	0,50	1,08	1,32
Производственные затраты, руб./ га	5076	4186	3870	3919	4393
Себестоимость 1т продукции, руб.	4928	4104	7740	3629	3328
Условно чистый доход:					
с 1 га, руб.	74	914	- 1370	1481	2207
с 1 т зерна руб.	72	896	- 2740	1371	1672
Рентабельность, %	1,46	21,8	- 0,35	36,9	50,2
Затраты труда, чел. - час:					
на 1 га	2,80	1,82	1,48	1,55	1,72
на 1 тонну	2,72	1,78	2,96	1,44	1,30

Однако исключительно низкая урожайность зерна яровой пшеницы (0,50 т/га), привела к сильному (2812 руб./т) повышению себестоимости зерна. Применение препарата Байкал ЭМ-1 для осенней обработки мульчи повысило производственные затраты по отношению ко всем вариантам,

кроме контроля, но обеспечило самую низкую себестоимость продукции в опыте (3328 руб./т), за счет значительной прибавки урожайности зерна.

Расчеты условно чистого дохода показали, что производство зерна при нулевой обработке почвы без мульчирования убыточно. Убыток, в этом случае, даже в сравнении с самой дорогостоящей классической технологией, составил 1370 рублей в расчете на 1 га и 2740 руб. в расчете на 1 тонну зерна. Наибольший условно чистый доход (1672 руб./т) в расчете на 1 тонну зерна получен на варианте с применением мульчирования совместно с препаратом Байкал ЭМ-1 по нулевой обработке почвы.

Изменение рентабельности производства зерна яровой пшеницы имело ту же тенденцию, которую имели ранее рассмотренные показатели: совместное применение мульчирования и препарата Байкал ЭМ-1 по нулевой обработке почвы обеспечило самую высокую (50,2 %) рентабельность в опыте. Классическая технология выращивания яровой пшеницы даже при урожайности 1,03 т/га обеспечила очень низкую рентабельность, всего 1,46 %, а нулевая обработка без мульчи вовсе дала отрицательный результат.

Затраты труда закономерно уменьшаются от вспашки к нулевой обработке почвы. Дополнительные работы связанные с уборкой и переработкой большего урожая (нулевая обработка + мульча) и внесением препарата Байкал ЭМ-1 (нулевая обработка + мульча + Байкал ЭМ-1) привели к увеличению затрат труда в сравнении с нулевой обработкой почвы на 5 % и 16 % соответственно.

Однако в расчете на 1 тонну зерна наименьшей трудоемкостью производство зерна отличался вариант – нулевая обработка + мульча + Байкал ЭМ-1, а наибольшей трудоемкостью наоборот варианты с нулевой обработкой без мульчи и контрольный.

Переход на бесплужную технологию обеспечивает экономию топлива. Например, в традиционной технологии только на вспашку тратится 16,4 кг/га горючего, тогда как на мелкое рыхление почвы культиватором КПШ-9 на



10-12 см – 5,7 кг/га. Суммарный расход топлива при традиционной технологии выращивания яровой пшеницы, включающей вспашку, закрытие влаги, посев СЗС-2,1 составил 27,6 кг/га, а минимальной с мелким рыхлением – 11,4 кг/га. При нулевой технологии расход обусловлен только посевом и поэтому составляет всего – 5,7 кг/га. Дополнительно на всех вариантах на опрыскивание гербицидом и уборку тратится 11,5 кг/га топлива.

В итоге, при применении классической технологии выращивания яровой пшеницы общий расход топлива на составляет 39 кг/га, при минимальной – 22,9 кг/га, нулевой – 16,2 кг/га, что вместе с другими затратами топлива, в денежном выражении, составляет 1047 руб., 576 руб. и 432 руб. соответственно. Причем как показывает структурный анализ прямых затрат затраты на ГСМ в контрольном варианте самые высокие в опыте и достигают 20,6 %, что практически в 2 раза выше, чем в изучаемых вариантах (табл. 19 и рис. 8).

Таблица 19 – Структура прямых затрат (руб.) при разных системах основной обработки почвы под яровую пшеницу (в среднем за 2008-2010 гг.)

Показатели	Контроль	Варианты опыта			нулевая + мульча + БЭМ-1
	вспашка, 20-22 см	КПШ-9, 10-12 см	нулевая	нулевая + мульча	
Всего прямых затрат	5075	4185	3870	3919	4393
в том числе: семена, пестициды	1154	1154	1154	1154	1454
удобрения	1550	1550	1550	1550	1550
заработная плата	443	306	262	270	293
амортизация	351	224	183	183	193
текущий ремонт	422	268	220	220	231
ГСМ	1047	576	432	432	456
автотранспорт	108	107	69	110	216

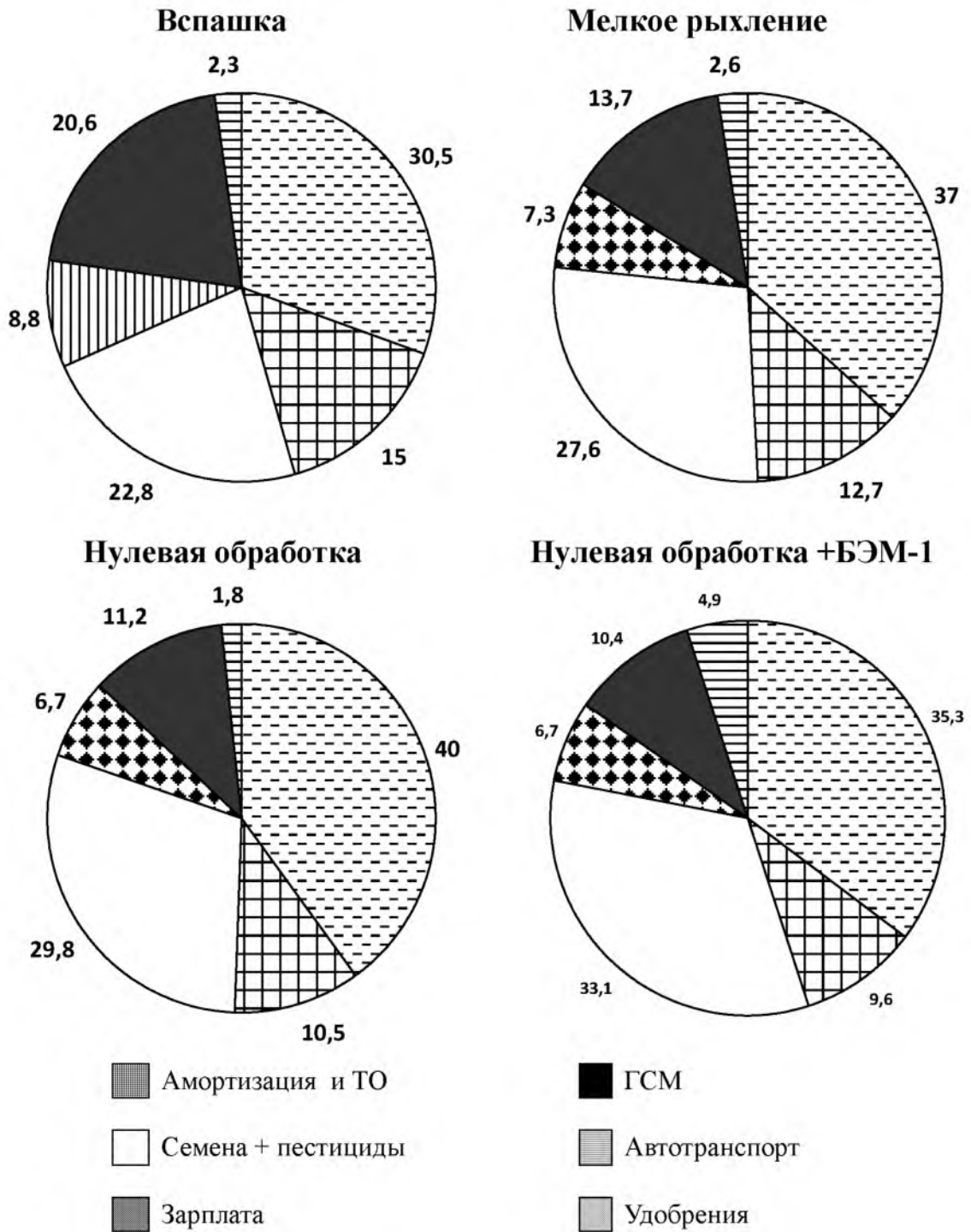


Рис. 11. Структура прямых затрат в зависимости от технологий выращивания яровой пшеницы (в среднем за 2003-2005 гг.)

Самый высокий процент в структуре затрат во всех изучаемых технологиях приходится на удобрения, причем на вспашке он самый низкий и составляет 30,5 %, на вариантах с мелким рыхлением, нулевой обработкой без мульчи и нулевой обработкой с мульчей и препаратом Байкал ЭМ-1 – 37,0; 40,0 и 35,3 % соответственно. Практически такие же проценты приходятся на затраты на семена и применение химических средств защиты. Следует отметить, что применение препарата Байкал ЭМ-1 повышает эту статью затрат в сравнении с нулевой обработкой всего на 3,3 процента, однако это сопровождается значительной прибавкой урожайности и окупается с высокой экономической эффективностью.

Важным дополнением к экономической оценке является энергетический анализ. Он позволяет дать оценку энергоёмкости различных технологий и позволяет избежать зависимости от конъюнктурных цен на сырье и продукцию, отличающихся своей нестабильностью и соответственно по-разному влияющих на результаты экономической оценки.

Система биоэнергетической оценки технологий по производству растениеводческой продукции строится на двух основных принципах:

- полный учет затрат совокупного труда;
- обеспечение сравнимости технологий через полевые и производственные опыты, в расчете на единицу растениеводческой продукции приведенной к одному виду (протеину, белку, пищевому эквиваленту).

Цель биоэнергетической оценки заключается в выявлении наиболее энергоёмких составляющих сельскохозяйственных технологий и изыскания способов снижения затрат энергии, обеспечивающих получение наилучшего результата (Лухменев В.П., Шпартаков К.В., Чугунова Н.С., 1998).

Следует отметить, что энергетическая и экономическая эффективности не всегда совпадают. В этом случае необходима выработка путей оптимизирующих и повышающих обе составляющие эффективности технологий.

Результаты энергетической оценки приемов основной обработки почвы, мульчирования и обработки соломенной мульчи препаратом Байкал ЭМ-1, а также структура энергетических затрат представлены в таблице 20. Затраты совокупной энергии снижались по мере уменьшения интенсивности обработки: при обработке стерни КПШ-9 и нулевой обработке почвы затраты энергии по сравнению со вспашкой сократились на 9,7 и 12,4 %.

По всем показателям энергетической оценки – КЭЭ, энергетическая себестоимость 1 тонны зерна – лучшим был вариант с обработкой мульчи препаратом Байкал ЭМ-1 по нулевой технологии.

Таблица 20 – Энергетическая оценка различных технологий выращивания яровой пшеницы (в среднем за 2008-2010 гг.)

Показатели	Контроль	Варианты опыта			
	вспашка, 20-22 см	КПШ-9, 10-12 см	нулевая	нулевая + мульча	нулевая + мульча + БЭМ-1
Урожайность, т/га	1,03	1,02	0,50	1,08	1,32
Затраты энергии по технологии, МДж/га	14226	12844	12742	12454	13056
Накоплено валовой энергии в продукции, Дж/га:	13575	13444	6590	14234	17398
Коэффициент энергетической эффективности	0,95	1,05	0,52	1,14	1,33
Энергетическая себестоимость 1 т зерна, МДж	13812	12592	25484	11531	9891

По результатам экономической и энергетической оценок можно сделать следующее заключение. Отказ от основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы второй культурой после пара при использовании соломенной мульчи обработанной препаратом Байкал ЭМ-1, обеспечивает повышение урожайности зерна наиболее эффективно как экономически и энергетически.

## **Выводы**

1. Обзор научной литературы позволил выявить, что при переходе на ресурсосберегающие обработки почвы возникают следующие проблемы: переуплотнение почвы, неэффективное использование ресурсов влаги, которые можно было бы решить оставлением в поле незерновой части урожая в виде мульчи, но оно оказывает негативное действие на последующую культуру.
2. Соломенная мульча на 2-3 °С снижает температуру почвы, оказывает аллелопатическое влияние на проростки и всходы яровой пшеницы, в результате появление всходов задерживается на 3 дня, на 3-4 % снижается всхожесть, но на 8 % увеличивается сохранность и выживаемость растений. Внесение Байкала ЭМ-1 в мульчу повышает всхожесть яровой пшеницы, в сравнении с вариантами без мульчи и без биопрепарата, по мелкому рыхлению на 5,6 %, по «нулевому» фону на 6,3 %, а в сравнении с вариантами с мульчей на 9,3 и 9,0 % соответственно.
3. Мульчирование поверхности необработанной почвы соломой позволяет на 37 % улучшить усвоение осенних осадков, и в 2,3 и 1,2 раза повысить эффективность использования водных ресурсов зоны, в сравнении с необработанной почвой без мульчи и вспаханной с осени, соответственно.
4. Засоренность посевов яровой пшеницы, как малолетниками, так и многолетниками усиливается с уменьшением интенсивности воздействия на почву, от вспашки к «нулевой» обработке. Покрытие поверхности почвы соломенной мульчей на 32,4 % уменьшает засоренность посевов двудольными растениями, в основном малолетними, что при обработке посевов в фазу кущения пшеницы гербицидом положительно сказывается на урожайности.
5. Покрытие поверхности поля измельчённой до 3-5 см соломой (мульчей) по «нулевой» обработке обеспечивает активное саморазрыхление почвы, за счёт большего аккумулялирования летне-осенних осадков, и позволяет в течение вегетационного периода поддерживать плотность почвы в пределах

допустимых значений, тогда как на вариантах без мульчи, в слоях 10-20 и 20-30 см, она выходит за верхний предел оптимального значения для зерновых культур на 0,02-0,03 г/см<sup>3</sup>.

6. Мульчирование и применение препарата Байкал ЭМ-1 оказывают положительное влияние на элементы структуры урожая. В результате мульчирования почвы количество продуктивных стеблей у яровой пшеницы увеличилось на 23,6 %, количество зерен в колосе – 24 %, масса 1000 зерен – 22,6 %, а в результате совместного применения мульчи и препарата Байкал ЭМ-1 на 33,8 %, 28,9 %, 22,6 % соответственно.

7. Наибольшая прибыль при выращивании яровой пшеницы по технологии прямого посева получена при обработке органических остатков (стерни и соломенной мульчи) препаратом Байкал ЭМ-1 осенью и составила 1672 руб./т зерна при её себестоимости 3328 руб./т.

8. Максимальный выход обменной энергии и наибольший коэффициент энергетической эффективности обеспечили вариант с обработкой мульчи препаратом Байкал ЭМ-1 по нулевой обработке почвы: соответственно 17398 Дж/га и 1,33, при значениях 13575 и 0,95 в контроле.

## **Предложения производству**

1. Для повышения эффективности использования ресурсов влаги и урожайности яровой пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала необходимо применять «нулевую» обработку почвы, с обязательным оставлением всей незерновой части урожая в поле в виде мульчи, а посев производить прямым способом.

2. Для уменьшения негативного действия соломенной мульчи на всхожесть и рост культуры её необходимо обрабатывать препаратом Байкал ЭМ-1 с соблюдением следующих требований: - опрыскивание необходимо проводить в конце лета (нет изнуряющей жары), поздно вечером или даже в ночное время (нет прямого воздействия солнечных лучей) и нормой 200л/га.

## Список использованной литературы

1. Аверин, С.А. Экономическая эффективность минимализации обработки почвы / С.А. Аверин // Земледелие.- 1991.- № 7. - С. 36.
2. Авров, О.Е. Влияние температуры и влажности почвы на разложение соломы / О.Е. Авров, З.М. Мороз // Использование соломы как органического удобрения: сб. науч. тр; под ред. академика Е.Н. Мишустина.- М.: Наука, 1980.- С. 103-113.
3. Авров, О.Е. Использование соломы в сельском хозяйстве / О.Е. Авров, З.М. Мороз.- Ленинград: Колос, 1979.- 200 с.
4. Азизов, З.М. Приемы и системы основной обработки почвы в засушливой степи Поволжья / З.М. Азизов // Земледелие.- 2004.- № 2.- С. 22-23.
5. Азизов, З.М. Оптимизация системы основной обработки в зернопаровом севообороте засушливой черноземной степи Поволжья: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.01.- Саратов, 2006.- 44 с.
6. Акулова, Т.В. Влияние способов основной обработки почвы и гербицидов на урожайность ярового ячменя на черноземе обыкновенном: автореф. дис. ... к. с.-х. наук: 06.01.01.- Поселок Персиановский, 2012.- 22 с.
7. Александрова, С.В. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от агроприемов её возделывания и засоренности посевов в лесостепи Заволжья: автореф. дис. ... к. с.-х. наук: 06.01.01.- Кинель, 2011.- 22 с.
8. Ален, Х.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы / Х.П. Ален.- М.: ВО Агропрмиздат, 1985.- 204 с.
9. Алпатьев, А.М. Почвоувлажнительный и биологический эффект атмосферных осадков / А.М. Алпатьев // Почвоведение.-1959.- № 2.- С. 1-7.
10. Андриянушкин, Д.С. Дифференциация приемов зяблевой обработки почвы под пшеницу в лесостепи Приобья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01: защищена 04.03.04.- Новосибирск, 2004.- 20 с.
11. Баздырев, Г.И. система обработки почвы и засоренность посевов / Г.И.

- Баздырев, С.Л. Дорджиев // Земледелие.- 1991.- № 2.- С. 61 – 63.
12. Баздырев, Г.И. Применение гербицидов при интенсивных технологиях возделывания основных полевых, овощных и плодовых культур / Г.И. Баздырев.- М.: Росагропромиздат, 1995.- С. 40.
13. Баздерев, Г.И. Борьба с сорными растениями в почвозащитном земледелии / Г.И. Баздерев // Земледелие на рубеже XXI века: сб. докладов Междунар. науч. конф. М.: Изд-во МСХА, 2003.- С. 44-52.
14. Безуглов, В.Г. Минимальная обработка почвы / В.Г. Безуглов // Земледелие. 2003.- № 4. С. 21-22.
15. Белтов, Д. Прямой посев - прямая выгода / Д. Белтов // Агро- Информ.- 2003.- № 7.- С. 5.
16. Биктеев Р.К. Эффективность основной энергосберегающей обработки почвы при возделывании яровой пшеницы на черноземах южных в Поволжье: автореф. дис. ... к. с.-х. наук: 06.01.01.- Саратов, 2007.- 22 с.
17. Боголепов, С.В. Плоскорезная основная обработка почвы /С.В. Боголепов, Р. С. Мушинская // Уральские Нивы.- 1983.- № 3.- С. 23-26.
18. Блохин, Е.В. Экология почв Оренбургской области / Е.В. Блохин.- Екатеринбург: УрО РАН, 1997.- 228 с.
19. Бочаров, Ю. И. Совершенствование основной обработки почвы в Томской области / Ю.И. Бочаров // Земледелие.- 1995.- № 2.- С. 23-25.
20. Ведерников, Ю.Е. Влияние приемов возделывания сортов яровой пшеницы на урожайность и качество семян в условиях Волго-Вятского региона: автореф. дис. ... к. с.-х. наук: 06.01.01.- Киров, 2011.- 21с.
21. Верниченко, Л.Ю. Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур / Л.Ю. Верниченко, Е.Н. Мишустин // Использование соломы как органического удобрения: сб. науч. тр; под ред. академика Е.Н. Мишустина.- М.: Наука, 1980.- С. 3-33.
22. Воробьев, С.А. Земледелие: учебник / С.А. Воробьев; под ред. С.А. Воробьева.- М.: Агропромиздат, 1991.- 527 с.
23. Вражнов, А.В. Научное обеспечение земледелия Южного Урала /А.В.



- вражнов // Земледелие.- 2009.- № 3.- С. 7-10.
24. Галиакперов, А. Солома как элемент гумуса почвы / А. Галиакперов, С. Немцев // Сельскохозяйственная техника: Обслуживание и ремонт. – 2005. - № 5. – С. 86-89.
25. Ганжара, Н.Ф. Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества подзолистых и черноземных почв Европейской части СССР: автореф. дис. ... докт. б. наук, - М.: МСХА, 2006.- 44 с.
26. Гармашов, В.М. Влияние основной обработки на агрофизические показатели чернозема обыкновенного / В.М. Гармашов // Земледелие, 2004.- № 3.- С. 12-13.
27. Гармашов, В.М. Оптимизация строения пахотного слоя / В.М. Гармашов, С.В. Рымарь, Т.И. Михина // Современные технологии в сельском хозяйстве: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Оренбургского НИИСХ.- Оренбург: типограф. ООО «Агентство «Пресса», 2007.- С. 336-342.
28. Гулидов, А.М. Гербициды для зерновых культур / А.М. Гулидов // Защита и карантин растений.- 2001.- № 4.- С. 39-40.
29. Данилова, А.А. Биологические свойства чернозема выщелоченного при многолетней минимизации механической обработки: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 03.00.27.- Москва, 2007.- 39 с.
30. Дерпш, Р. Опыт Южной Америки. Этапы реализации технологии прямого посева / Рольф Дерпш // Ресурсосберегающее земледелие.- 2008.- №1.- С. 6-9.
31. Джекс, Д. Мульчирование / Д. Джекс, У. Бринт, Р. Смит: под ред. Н.С. Соколова.- М.: Изд-во иностр. литературы, 1958.- 218 с.
32. Дмитриев, Е.А. Влияние влажности почвы на некоторые водно-физические ее свойства / Е.А. Дмитриев // Науч. доклады высш. школы.- биологические науки.- 1961.- № 1.- С. 203-206.
33. Дмитриев, Е.А. О понятии «равновесная плотность почв» / Е.А. Дмитриев, И.Б. Макаров // Почвоведение.- 1993.- № 8.- С. 94 -98.
34. Докучаев, В.В. Русский чернозем / В.В. Докучаев.- М.: Сельхозгиз, 1948.- 234 с.

35. Доспехов, Б.А. Минимализация обработки почвы: направления исследований и перспективы внедрения в производство / Б.А. Доспехов // Земледелие.- 1978.- № 9.- С. 26-31.
36. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: учебник / Б.А. Доспехов.- М.: Агропромиздат, 1985.- 351 с.
37. Ерофеев, А.А. Формирование урожайности и качества зерна яровой пшеницы в зависимости от основной обработки выщелоченного чернозема и средств химизации в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01.- Ульяновск, 2010.- 22 с.
38. Ерофеев, Н.С. Влияние соломы на микробиологические процессы в почве: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06. 01. 03.- М.: ТСХА, 1964.- 15 с.
39. Иванов, П.К. Использование соломы в качестве органического удобрения / П.К. Иванов, Е.Н. Аношин // Агрехимия.- 1977.- № 7.- С. 91-96.
40. Казаков, Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков.- Самара: СамВен.- 1997. –196 с.
41. Ивенин, В.В. Минимизация обработки почвы и урожайность яровой пшеницы / В.В. Ивенин, В.А. Строкин, В.В. Осипов // Земледелие.- 2010.- № 5.- С. 13-14.
42. Калининская, Т.А. Влияние соломы на деятельность азотофиксирующих микроорганизмов почвы / Т.А. Калининская // Использование соломы как органического удобрения: сб. науч. тр; под ред. академика Е.Н. Мишустина.- М.: Наука, 1980.- С. 48-54.
43. Кант, Г. Земледелие без плуга: предпосылки, способы и границы прямого посева при возделывании зерновых культур / Г. Кант.- М.: Колос, 1980.-158 с.
44. Кант, Г. Биологическое растениеводство: возможности биологических агросистем / Г. Кант. – М.: Агропромиздат, 1988.- 176 с.
45. Канивец, И.И. Использование соломы в земледелии сухостепной зоны Северного Казахстана / И.И. Канивец, В. А. Фомин // Изв. АН СССР.- Сер. Биология.- 1977.- № 4.- С. 534-540.
46. Канивец, И.И. Влияние соломы на свойства и продуктивность темно-

- каштановой почвы и урожай яровой пшеницы / И.И. Канивец, В.А. Фомин // Использование соломы как органического удобрения: сб. науч. тр; под ред. академика Е.Н. Мишустина.- М.: Наука, 1980.- С. 226-236.
47. Касаева, К.А. Формирование высокопродуктивных посевов зерновых культур / К.А. Касаева.- М.: Агропромиздат, 1986.- 150 с.
48. Кильдюшкин, В.М. Совершенствование систем основной обработки почвы / В.М. Кильдюшкин, В.К. Бугаевский // Земледелие. 2007. - № 2. - С. 24-25.
49. Кильдюшкин, В.М. Способы обработки, удобрения и агрофизические свойства почвы / В.М. Кильдюшкин, А.Ф. Сидоркин // Земледелие. 2010. - № 1. - С. 23-24.
50. Кирюшин, В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин.-М.: Колос, 1996.- 366 с.
51. Кирюшин, В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика / В.И. Кирюшин.- М: Изд-во МСХА, 2000. 473 с.
52. Кирюшин, В.И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия / В.И. Кирюшин // Земледелие. - 2006. - № 5. - С. 12 – 14.
53. Кирюшин, В.И. Т.С. Мальцев и развитие представлений о регулировании плодородия почв в земледелии / В.И. Кирюшин // Роль современных технологий в устойчивом развитии АПК: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 110-летию со дня рождения Т. С. Мальцева.- Курган: типограф. «Дамми», 2006.- С. 48 – 56.
54. Кирюшин, В.И. Минимизация обработки почвы: итоги дискуссии / В.И. Кирюшин // Земледелие. 2007. - № 4. - С. 28-30.
- 55.83. Кирюшин, В.И. Научное наследие академика А.И. Бараева / В.И. Кирюшин // Земледелие. 2008. - № 5. - С. 3-6.
56. Кислов, А.В. Особенности технологии возделывания зерновых и кормовых культур / А.В. Кислов // Система устойчивого ведения сельского хозяйства Оренбургской области.- Оренбург, 1999.-С. 171-184.
57. Кислов, А.В. Важные агротехнические рекомендации для Оренбуржья /

- А.В. Кислов // Земледелие. - 2001. - № 2. - С. 14-15.
58. Кислов, А.В. Экологизация обработки почвы на черноземах Оренбургской области / А.В. Кислов, Ф.Г. Бакиров, С.А. Федюнин, Р.С. Мушинская // Биоразнообразие и биоресурсы Урала: материалы междунар. конф., Оренбург, 2-4 апреля 2001 / Оренбург. гос. пед. ун-т.- Оренбург, 2001.- С. 350-352.
59. Кислов, А.В. Ресурсосберегающие почвозащитные системы обработки почвы под яровые культуры / А.В. Кислов // Сохранение и повышение плодородия почв в адаптивном земледелии Оренбургской области.- Оренбург, 2002.- С. 160-191.
60. Кислов, А. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых на Южном Урале / А. Кислов, Ф. Бакиров // Экономика сельского хозяйства России.- 2003.- № 4.- С. 40.
61. Ковалев, В.М. Теоретические основы оптимизации формирования урожая / В. М. Ковалев.- М.: Изд-во МСХА. – 1997. – 284 с.
62. Ковалев, В.М. Интегрированная система выращивания зерновых культур / В.М. Ковалев, К.А. Касаева, З. М. Семенова // Мировое зерновое хозяйство.- М.: Агропромиздат, 1989.- С. 78-116.
63. Ковалев, В.П. Плотность сложения почвы и урожай / В.П. Ковалев // Почвоведение.- 1992.- № 11 С. 111-115.
64. Ковриго, В.П. Почвоведение с основами геологии / В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова // М.: Колос.- 2000.- 416 с.
65. Кононов, В.М. Состояние земельных ресурсов области / В.М. Кононов, И.А. Новоженин, Н.В. Клевцов // Сохранение и повышение плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии Оренбургской области.- Оренбург, 2002.- С. 8-24.
66. Корчагин, В.А. Прямой посев яровой пшеницы в степных районах Среднего Поволжья / В.А. Корчагин, О.И. Горянин, В.Г. Новиков // Достижения науки и техники АПК.- 2007.- № 8.- С. 17- 19.
67. Костычев, П.А. О борьбе с засухами в Черноземной области посредством

обработки полей и накопления снега / П.А. Костычев.- Избр. Труды.- М.: Изд-во АН СССР, 1951.- С. 450-530.

68. Косьяненко, В.П. Способ прямого посева и техническое средство для его реализации / В.П. Косьяненко, А.И. Столяров // Достижения науки и техники АПК.- 2004.- № 5.- С. 38-40.

69. Кроветто, К.Л. Нулевая обработка. Роль растительных остатков / К.Л. Кроветто // Ресурсосберегающее земледелие.- 2010.- №1(5).- С.7-10.

70. Кроветто, К. Прямой посев (No-till) / Карлос Кроветто // Самара.- 2010.- 206 с.

71. Крючков, А.Г. Теоретические предпосылки формирования высокопродуктивных агроценозов яровой пшеницы на обыкновенных черноземах оренбургского Предуралья / А.Г. Крючков // Наука и хлеб (вопросы теории и практики): сб. науч. работ НПО «Южный Урал».- Оренбург, 1998.- С 42-108.

72. Крючков А.Г. Зависимость урожайности ярового ячменя от запасов влаги и осадков в центре Оренбургского Предуралья /А.Г. Крючков, Д.Н. Тишков / Наука и хлеб (сб. науч. работ). – Оренбург, 2002. – Вып. 9. – С. 295 -346.

73. Кузина Е.В. Влияние способов основной обработки почвы на агрофизические параметры чернозема выщелоченного и продуктивность пшеницы / Е.В. Кузина // Земледелие.- 2009.- № 4.- С. 24-25.

74. Кузыченко, Ю.А. Опыт внедрения ресурсосберегающих технологий на тёмно-каштановых почвах Центрального Предкавказья / Ю.А. Кузыченко// Известия ОГАУ.- 2011.- № 2 (30).- С. 28-30.

75. Кузыченко, Ю.А. Энергосберегающие системы основной обработки почвы для различных зон Ставропольского края / Ю.А. Кузыченко // Земледелие.- 2012.- № 3.- С. 23-24.

76. Лухменев, В.П. Биоэнергетическая оценка технологий выращивания зерновых, кормовых культур и подсолнечника в адаптивном земледелии Южного Урала / В.П. Лухменев, К.В. Шпартаков, Н.С. Чугунова.- Оренбург.: Изд. центр ОГАУ, 1998.- 86 с.

77. Лухменев, В.П. Защита зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков на Южном Урале / В. П. Лухменев. – Оренбург: Изд. центр ОГАУ. – 2000.- 340 с.
78. Ма, С.А. Стратегия развития технологии посева сельскохозяйственных культур / С. А. Ма // Земледелие.- 2000.- № 3.- С. 7-8.
79. Макаров, И.П. Пути совершенствования обработки почвы / И.П. Макаров, И.И. Картамышев // Земледелие, 1998.- № 5.- С. 17-18.
80. Макаров, И.П. Результаты исследований по разработке ресурсосберегающих технологий обработки почвы / И.П. Макаров, А.В. Захаренко, А.Я. Рассадин // Земледелие на рубеже XXI века: сб. докладов Междунар. науч. конф. М.: Изд-во МСХА, 2003.- С. 268-270.
81. Макаров, И.П. Основные итоги и задачи исследований по обработке почвы / И.П. Макаров, А.В. Захаренко // Достижения науки и техники АПК.- 2004.- № 5.- С. 2-4.
82. Максютлов, Н.А. Ресурсосбережения в земледелии / Н.А. Максютлов // Земледелие.- 1985.- № 3.- С. 18-19.
83. Максютлов, Н.А. Плодородие почвы и урожай / Н.А. Максютлов.- Оренбург, 1996.- 91 с.
84. Максютлов, Н.А. Когда эффективна минимальная обработка почвы? / Н.А. Максютлов // Земледелие.- 1998.- № 1.- С. 24-25.
85. Максютлов, Н. А. Повышение устойчивости земледелия в условиях засухи / Н. А. Максютлов // Земледелие, 1999.- № 5.- С. 26-27.
86. Максютлов, Н.А. Биологическое ресурсосберегающее земледелие в степной зоне Южного Урала / Н. А. Максютлов.- Оренбург: Печатный дом «Димур», 2004.- 204 с.
87. Максютлов, Н.А. Ресурсосберегающие приемы в земледелии / Н.А. Максютлов [и др.] // Земледелие, 2006.- № 6.- С. 33 – 34.
88. Мамбеталин, К.Т. Механизм саморазрыхления почвы/ К.Т. Мамбеталин// Аграрная наука.- 2006.- № 2. - С.11-13.
89. Матюк, Н.С. Ресурсосберегающие технологии снижения переуплотнения

почв в современных системах земледелия Нечерноземной Зоны: авт. дис.... д. с.-х. н.: 06.01.01: защищена 21.12.99.- Москва, 1999.- 32 с.

90. Миннебаева, И.Ф. Влияние ресурсосберегающих приемов основной обработки почвы и прямого посева (No-till) на гумусное состояние чернозема выщелоченного южной лесостепи Республики Башкортостан: автореф. дис. ... к. с.-х. наук: 06.01.01.- Уфа, 2011.- 21с.

91. Мингалев, С.К. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в системах земледелия Среднего Урала: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.01: защищена 10.10.04.- Тюмень, 2004.- 32 с.

92. Медведев, В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов / В.В. Медведев.- М.: ВО «Агропромиздат», 1988. - 158 с.

93. Медведев, В.В. Изменчивость оптимальной плотности сложения почв и ее причины / В.В. Медведев // Почвоведение.- 1990.- № 5.- С. 20-30.

94. Мингалев, С.К. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в системах земледелия Среднего Урала: автореф. дис. ... д. с.-х. наук: 06.01.01: защищена 10.10.04.- Тюмень, 2004.- 32 с.

95. Мишустин, Е.Н. Органические удобрения / Е. Н. Мишустин.- М.: Колос, 1972.- 399 с.

96. Мощенко, Ю.Б. Совершенствование способов сева зерновых культур / Ю.Б. Мощенко // Земледелие.- 2003.- № 2.- С. 26-27.

97. Немцев, Н.С. Почвозащитное земледелие в лесостепном Поволжье.- Ульяновск, 1996.- 161с.

98. Немченко, В.В. Эффективные системы использования гербицидов в ресурсосберегающих технологиях возделывания яровой пшеницы в Зауралье / В.В. Немченко, Л.Д. Рыбина, А.Н. Копылов// Роль современных технологий в устойчивом развитии АПК: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рождения Т.С. Мальцева.- Курган: типограф. «Дамми», 2006.- С. 151-155.

99. Никитин, С.Н. Применение биопрепаратов в технологиях возделывания яровой пшеницы / С.Н. Никитин // Современные технологии в сельском

хозяйстве: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Оренбургского НИИСХ.- Оренбург: типограф. ООО «Агентство «Пресса», 2007.- С. 137-144.

100. Новиков, В.М. Эффективность систем основной обработки почвы в севообороте / В.М. Новиков // Земледелие.- 2008. - № 1. - С. 24-25.

101. Огрызков, Е.П. Усовершенствование и новые теории технологических процессов земледельческих орудий с практическими предложениями / Е.П. Огрызков, О.Е. Огрызков, П.В. Огрызков.- Омск: Изд-во ОмГАУ, 2005.- 90 с.

102. Орлов, Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации.- М.: МГУ.- 1990.- 325 с.

103. Орлов, В.В. Нулевая обработка и водный режим почв / В.В. Орлов // Земледелие.- 2000.- № 6.- С. 42 – 44.

104. Орлова, Л.В. Анализ внедрения ресурсосберегающих технологий в России / Л.В. Орлова // Достижения науки и техники АПК.- 2004. № 5- С.2-5.

105. Павликов, А.А. Агроэкологическая роль приёмов земледелия в оптимизации фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур в условиях Среднего Поволжья: автореферат дис. ... к. с.-х. наук: 06.01.01.- Москва, 2011.- 22 с.

106. Петерсон, Г. Принципы накопления влаги и технология NO-Till / Г. Паттерсон // Матер. 2 междунар. конф. по самовосстанавливающемуся эффективному земледелию на основе системного подхода NO-Till.- г. Днепропетровск.- 17-20 августа.- 2005.- С.-62 – 82.

107. Попов, А.В. Эволюция биосферы и среда / А.В. Попов.- Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 1990.- С. 7-10.

108. Пупонин, А.И. Минимализация обработки почвы: опыт, проблемы и перспективы / А.И. Пупонин, В.И. Кирюшин.- М.: ВНИИТЭИ Агропромиздат.- 1989.- 55 с.

109. Роде, А.А. Основы учения о почвенной влаге. А.А. Роде.- Т. 1.- Л.: Гидрометеоиздат, 1965.- 178 с.

110. Ряховский, А.В. Особенности плодородия почв и эффективность



удобрений в степных районах Южного Урала / А.В. Ряховский.- Челябинск: Юж.-Урал. кн. Изд-во, 1992.- 79 с.

111. Саранин, К.И. Система обработки дерново-подзолистых почв в земледелии / К.И. Саранин, Н.А. Старовойтов // Ресурсосберегающие системы обработки почвы: сб. науч. тр; под ред. академика ВАСХНИЛ И.П. Макарова.- М.: Агропромиздат, 1990.- С. 20-32.

112. Сдобников, С.С. Новое в теории и практике обработки почвы // Земледелие.- 2000.- № 2.- С. 4 – 12.

113. Сдобников, С.С. Плотность почвы как показатель ее плодородия // Земледелие.- 2000.- № 2.- С. 4 – 12.

114. Семенов, В.П. Приемы основной обработки почвы под яровую пшеницу в условиях степи Юго-Востока Оренбургской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01.- Целиноград, 1973.- 23с.

115. Сидоренко, О.Д. Токсические соединения соломы / О.Д. Сидоренко, Л.К. Ницэ // Использование соломы как органического удобрения: сб. тр; под ред. академика Е.Н. Мишустина.- М.: Наука, 1980.- С. 236-247.

116. Слюсаренко, В.В. Самоуплотнение и разуплотнение почв в естественных условиях и после прохода энергонасыщенной техники / В. В. Слюсаренко // Техника в сельском хозяйстве.- 2001.- № 3.- С. 8-11.

117. Сираев, М.Г. Системы обработки черноземов в степных агроландшафтах. Роль народного академика Т.С. Мальцева в Башкирской агрономии / М.Г. Сираев // Роль современных технологий в устойчивом развитии АПК: мат. межд. науч.-практ. конф., посвященной 110-летию со дня рождения Т. С. Мальцева.- Курган: типограф. «Дамми», 2006.- С. 374-379.

118. Система земледелия Саратовской области. - Саратов, 1999.- 320 с.

119. Система устойчивого ведения сельского хозяйства Оренбургской области.- Оренбург, 1999.- 336 с.

120. Ситников, А.М. Эффективность ресурсосберегающих систем обработки в Западной Сибири / А.М. Ситников // Ресурсосберегающие системы обработки почвы: сб. науч. тр; под ред. академика ВАСХНИЛ И. П.

- Макарова.- М.: Агропромиздат, 1990.- С. 70-78.
121. Скорняков, С.М. От шумеров до наших дней /С. М. Скорняков.- М.: Росселхозиздат, 1977.- 271 с.
122. Смирнов, В.А. Минимизация основной обработки почвы и засоренность посевов / В.А. Смирнов // Земледелие.- 1990.- № 2.- С. 43-44.
123. Суюндуков, Я.Г. Засоренность посевов при различных способах основной обработки почвы / Г.Я. Суюндуков // Земледелие, 2001.- № 2.- С. 26-27.
124. Тейт, Р. Органическое вещество почвы / Р. Тейт.- М.: Мир.- 1991.- 349 с.
125. Тихонов, В.Е. Природно-климатические ресурсы / В.Е. Тихонов, В.М. Кононов // Система устойчивого ведения сельского хозяйства Оренбургской области.- Оренбург: Оренбургское кн. изд-во, 1999.- С. 19-30.
126. Трофимова, Т.А. Основная обработка почвы и засоренность посевов / Т.А. Трофимова, С.И. Коржов // Земледелие, 2011.- № 8.- С. 29-31.
127. Туликов, А.М. Сорные растения полей длительного опыта в МСХА / А.М. Туликов, М.А. Золаторев // Земледелие на рубеже XXI века: сб. докладов Междунар. науч. конф. М.: Изд-во МСХА, 2003.- С. 103-107.
128. Тулин, А.С. Эффективность заправки соломы под подсолнечник и кукурузу на силос в Предгорье Крыма / А.С. Тулин, В.С. Саламашенко // Агрохимия.- 1976.- № 1.- С. 92-94.
129. Усенко, С.В. Оптимизация основной обработки почвы под яровую мягкую пшеницу в условиях лесостепи Алтайского Приобья: автореф. дис. ... д. с.-х. наук: 06.01.01.- Пермь, 2011.- 22 с.
130. Фисюнов, А.В. Сорные растения / А.В. Фисюнов.- М.: Колос, 1984.- 348 с.
131. Фолкнер, Э. Безумие пахаря / Э.Х. Фолкнер. М.: Сельхозгиз.-1956.-276 с.
132. Фомин, Д.С. Влияние приёма основной обработки почвы на урожайность и продуктивность зерновых культур в Предуралье: автореф. дис. ... д. с.-х. наук: 06.01.01.- Пермь, 2011.- 22 с.
133. Фоссегенрих, Г. Прямой и мульчирующий посев с рыхлением полосами

в Восточной Англии / Г. Фоссегенрих // Новое сельское хозяйство.- 2006.- № 5.- С. 68-72.

134. Фридрих, Т. Мировой опыт применения No-till / Т. Фридрих, Р. Дерпш // Ресурсосберегающее земледелие.- 2010.- №1 (5).- С. 16-19.

135. Фридрих, Т. Мировой опыт применения No-till / Т. Фридрих, Р. Дерпш // Ресурсосберегающее земледелие.- 2010.- №2 (6).- С. 7-11.

136. Холмов, В.Г. Влияние продолжительного применения минимальной обработки на водный режим и запасы гумуса в выщелоченном черноземе южной лесостепи западной Сибири / В.Г. Холмов, Г.Я. Палецкая // Минимализация обработки почвы.- М.: Колос, 1984.- С. 285-290.

137. Чайлдс, Д. Борьба с сорняками при беспашотной системе обработки почвы / Д. Чайлдс, Т. Джордан // Агро XXI.- 1997.- № 6.- С. 18-19.

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

139. Чуданов, И. Минимальная глубокая обработки почвы: две стороны «золотой медали» урожайности / И. Чуданов, Ю. Щербаков // Агро-Иформ.- 2002.- № 46.- С. 35-37.

140. Чуданов, И.А. Минимализация и агрофизические свойства черноземных почв Среднего Поволжья / И.А. Чуданов, Л.Ф. Лигастаева // Современные технологии в сельском хозяйстве: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Оренбургского НИИСХ.- Оренбург: типограф. ООО «Агентство «Пресса», 2007.- С. 360-364.

141. Шарков, И.Н. Минимизация обработки и ее влияние на плодородие почвы / И.Н. Шарков // Земледелие.- 2009.- № 3.- С. 24-27.

142. Шикула Н.К. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия / Н.К. Шикула, Г.В. Назаренко.- М.: ВО «Агропромиздат», 1990.- 320 с.

143. Штайнерт, К. Наральниковые или дисковые сошники? / К. Штайнерт // Новое сельское хозяйство.- 2006.- № 6.- С. 104-110.

144. Шурупов, В.Г. Влияние способов основной обработки почвы и других факторов на засоренность в звене севооборота / В.Г. Шурупов, В.С. Полоус // Земледелие.- 2011.- № 1.- С. 20-30.
145. Харченко, А.Г. Восстановление плодородия почвы: препараты для разложения органических остатков /А.Г. Харченко // Ресурсосберегающее земледелие.- 2008.- № 3 (11).- С. 36-40.
146. Юдин, В.С. Влияние приёмов возделывания яровой пшеницы на агрофизические показатели окультуренной дерново-подзолистой почвы и её урожайность в Предуралье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01.- Пермь, 2009.- 22 с.
147. Яковлев, В.Х. Высокий урожай – без осенней обработки почвы / В.Х. Яковлев // Земледелие.- 2001.- № 4.- С. 33.
148. Яковлев, В.Х. Ресурсосберегающие технологии в Сибири / В.Х. Яковлев, В.И. Лынов // Земледелие.- 2012.- № 1.- С. 25-26.
149. Якушев, В.П. Интенсификация ресурсосбережения в АПК России / В.П. Якушев, П.В. Лекомцев, и др. // Ресурсосберегающее земледелие.- 2008.- №1 (9).- С. 24-27.
150. Adoption and perspectives of precision farming in Denmark / S.M. Pedersen, S. Fountas, B.S. Blackmore // Acta agr. Scand. Sect. B.- 2004.- Vol. – P. 2-8.
151. Brunn, Frank, N.U. Agrar GmbH Schackenthal: Personliche Mittelungen 2009.
152. Derpsch, R Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits.- Open Access at <http://www.ijabe.org>.- Vol. 3 No.1.- March, 2010 .
153. Christensen, S. Adaptive weed control in an integrated wheat management system for winter wheat / S. Christensen J.E. Olesen // Challenges for Weed Science in a Changing Europe. Proceedings. 9th symposium; EWRS, 1995. -Vol. 2.-P. 663.
154. Frey S.D. Bacterial and fimgal abundance and biomass in conventional and no-tillage agroecosystems alory two climatic gradients /S.D.Frey, E.T.Elliott,

- K.Paustian //Soil Biol.Biochem. 1999. - Vol. 31. - №4. - P.573-585.
155. Mattana, H. The Environment and Zero Tillage / edited by Helvecio Mattana Saturnino and John N. Landers; translated by John Landers. – Brasilia : APDC, 2002. – 144 p.
156. Molina, J. Hacia una nueva agricultura. Ed. El Ateneo. Buenos Aires.
- Young, H.M. No-Tillage Farming. Ed. Reiman Associates, Milwaukee, Wisconsin.- Jr. 1973.
157. Microbial activity and soil physical properties under minimum tillage systems in cambisol / Horacek J., Kolar L., Ledvina R et al. // Agriculture. 2005. Vol. 51, № 9.-P. 489-496.
158. Pranagal J. The effect of tillage system on organic carbon content in the soil//Ann.Univ. Mariae. Curie-Sclodowska. Sect.E.-2004.-Vol.59.№1.-P.1-10.
159. Ribera L.A., Hons F.M., Richardson J.W. An economic comparison between conventional and no-tillage farming systems in Burleson County, Texas // Agronomy Journal; Madison. 2004. - Vol. 96. N 2. - P. 415-424.
160. Swenson A., Johnson R. Economics of no-till crop production. N. D. Farm Res., Agr. Dept, 1982. P. 14-17.
161. Triplett G.B. Jr, Dick W.A. No-tillage crop production: a revolution in agriculture! // Agronomy Journal; Madison. 2008. - Vol. 100. - P 153-165.
162. Zhang Hailin, Gao Wangsheng, Chen Fu, Zhu Wengshan Prospects and present situation of conservation tillage // J. China Agr. Univ. 2005. - Vol. 10, № 1.-P. 16-20.

## Продолжительность фенологических фаз яровой мягкой пшеницы (дней)

№ п/п	Фактор			Всходы, дней			Всходы - колошение			Колошение – полная спелость		
	А – способ обработки	В - мульчирование	С – препарат	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
9	Нулевая	без мульчи	без препарата	7	6	5	38	37	36	42	39	34
10			Байкал ЭМ-1	7	6	5	37	35	34	40	37	33
11		мульча из соломы	без препарата	11	9	7	40	39	37	43	42	41
12			Байкал ЭМ-1	11	9	7	38	37	35	40	39	37

## Засоренность посевов яровой пшеницы в фазу кушения по годам

№ варианта	Фактор		Количество сорняков, шт/м <sup>2</sup>								
	А	В	малолетних однодольных			малолетних двудольных			Многолетних		
			2008 г	2009 г	2010 г	2008 г	2009 г	2010 г	2008 г	2009 г	2010 г
1	вспашка	без мульчи	3,1	2,0	1,7	4,3	3,0	2,3	4,5	3,3	2,5
5	мелкое рыхление	без мульчи	10,7	9,4	5,7	12,0	8,9	5,6	14,6	8,7	6,4
7		мульча	8,5	7,3	3,6	3,1	1,8	1,1	15,3	9,4	6,5
9	нулевая	без мульчи	13,7	9,6	8,8	14,2	8,5	6,4	18,3	10,4	10,9
11		мульча	12,0	10,5	7,3	4,0	3,3	0,8	13,9	10,6	5,8

## Засоренность посевов яровой пшеницы в уборку по годам

№ варианта	Фактор		Количество сорняков в уборку яровой пшеницы, шт./м <sup>2</sup>								
	А	В	малолетних однодольных			малолетних двудольных			Многолетних		
			2008 г	2009 г	2010 г	2008 г	2009 г	2010 г	2008 г	2009 г	2010 г
1	вспашка	без мульчи	3,1	2,2	1,1	1,3	1,0	0,4	1,5	0,3	0,5
5	мелкое рыхление	без мульчи	9,7	8,6	4,5	1,2	1,9	1,6	1,6	0,4	0,4
7		мульча	3,0	2,3	2,0	1,1	1,8	1,0	1,3	0,3	0,2
9	нулевая	без мульчи	10,3	7,6	2,8	1,2	1,7	1,4	1,1	1,4	0,9
11		мульча	10,1	8,5	7,7	1,2	1,3	0,4	1,3	1,6	0,5



## Дисперсионный анализ данных трехфакторного полевого опыта

Таблица 1 - Урожайность яровой мягкой пшеницы в 2008 г

№	Факторы			Урожайность по повторениям, т/га			Суммы V	Средние
	A	B	C	1	2	3		
1	Вспашка, 20-22см (0)	Без мульчи (0)	Без препарата (0)	1.87	1.72	1.30	4.9	1.63
2			Байкал-ЭМ-1 (1)	1.90	1.70	1.52		
3		Мульча (1)	Без препарата (0)	1.83	1.64	1.60		
4			Байкал-ЭМ-1 (1)	2.00	1.80	1.69		
5	Мелкое рыхление 10-12 см (1)	Без мульчи (0)	Без препарата (0)	1.82	1.61	1.43	4.9	1.62
6			Байкал-ЭМ-1 (1)	1.83	1.75	1.79		
7		Мульча (1)	Без препарата (0)	1.67	1.63	1.41		
8			Байкал-ЭМ-1 (1)	1.90	1.69	1.70		
9	Нулевая (2)	Без мульчи (0)	Без препарата (0)	0.89	0.63	0.67	2.2	0.73
10			Байкал-ЭМ-1 (1)	0.72	0.75	0.79		
11		Мульча (1)	Без препарата (0)	1.60	1.66	1.53		
12			Байкал-ЭМ-1 (1)	2.00	1.81	1.77		
Суммы P				20.03	18.39	17.20	55.6	1.54

$$N=3*2*2*3=36 \quad C = 85,93 \quad C_y = 5,50 \quad C_p = 0,34 \quad C_v = 5,04 \quad C_z = 0,12$$

$$C_A = 1,03 \text{ при 2 степени свободы} \quad C_B = 1,38 \text{ при 1 степени свободы}$$

$$C_C = 0,19 \text{ при 1 степени свободы} \quad C_{AB} = 1,57 \text{ при 2 степени свободы}$$

$$C_{AC} = 0,01 \text{ при 2 степени свободы} \quad C_{BC} = 0,03 \text{ при 1 степени свободы}$$

$$C_{ABC} = 0,83 \text{ при 2 степени свободы}$$

Таблица сумм урожаев для вычисления главных эффектов и взаимодействий

Суммы урожаев по вариантам				Суммы сумм по факторам и взаимодействиям				
А	В	С		А	В	АВ	АС	ВС
		0	1					
0	0	4.9	5.1	20.57	24,69	10.01	9,96	11,94
	1	5.1	5.5			10.56	10.61	14,57
1	0	4.9	5.4	20.23	30,93	10.23	9.57	12,75
	1	4.7	5.3			10.0	10.66	16,36
2	0	2.2	2.3	14.82	-	4.45	6,98	-
	1	4.8	5.6			10.37	7,84	-
Суммы сумм С	-	26.51	29,11	-	-	-	-	
Проверка	-	55.62		55.62	55.62	55.62	55.62	55,62

Таблица дисперсионного анализа трехфакторного опыта 3 x 2 x 2

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>Ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	5,50	35	-	-	-
Повторений	0,34	2	-	-	-
А	1,03	2	0,52	103	3,44
В	1,38	1	1,38	276	4,30
С	0,19	1	0,19	38	4,30
Взаимодействия АВ	1,57	2	0,78	157	3,44
АС	0,01	2	0,005	1	3,44
ВС	0,03	1	0,03	6	4,30
АВС	0,83	2	0,42	84	3,44
Остаток (ошибки)	0,12	22	0,005	-	-

НСР<sub>05</sub> для оценки существенности частных различий = 0,10 т/га

НСР<sub>05</sub> для главных эффектов = 0,40 т/га

НСР<sub>05</sub> для парных взаимодействий = 0,56 т/га

Точность опыта Р = 3,0 %

Варьирование урожайности на 91,6 % обусловлено изучаемыми факторами, в том числе за счет фактора А - 18,7 %; В - 25,1 %; С - 3,5 %; АВ - 28,5 %; АС - 0,2 %; ВС - 0,5 %; АВС - 15,1 %; на 6,2 % вариации связаны с неоднородностью условий и на 2,2 % вариации связаны с ошибками.

## Дисперсионный анализ данных трехфакторного полевого опыта

Таблица 1 - Урожайность яровой мягкой пшеницы в 2009 г

№	факторы			Урожайность по повторениям, т/га			Суммы V	Средние
	A	B	C	1	2	3		
1	Вспашка, 20-22см(0)	Без мульчи (0)	Без препарата (0)	1,43	1,13	1,07	3,63	1,21
2			Байкал-ЭМ-1 (1)	1,32	1,18	1,52		
3		Мульча (1)	Без препарата (0)	1,37	1,53	1,45		
4			Байкал-ЭМ-1 (1)	1,63	1,32	1,31		
5	Мелкое рыхление, 10-12 см (1)	Без мульчи (0)	Без препарата (0)	1,30	1,21	1,18	3,69	1,23
6			Байкал-ЭМ-1 (1)	1,01	1,23	1,34		
7		Мульча (1)	Без препарата (0)	1,50	1,58	1,39		
8			Байкал-ЭМ-1 (1)	1,62	1,64	1,24		
9	Нулевая (2)	Без мульчи (0)	Без препарата (0)	1,01	0,44	0,35	1,8	0,60
10			Байкал-ЭМ-1 (1)	0,83	0,56	0,47		
11		Мульча (1)	Без препарата (0)	1,61	1,29	1,30		
12			Байкал-ЭМ-1 (1)	1,59	1,76	1,39		
Суммы P				16,22	14,87	14,61	45,7	1,25

$$N = 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3 = 36 \quad C = 58,0 \quad C_y = 4,73 \quad C_p = 0,12 \quad C_v = 4,40 \quad C_z = 0,21$$

$$C_A = 0,88 \text{ при 2 степени свободы} \quad C_B = 1,83 \text{ при 1 степени свободы}$$

$$C_C = 0,06 \text{ при 1 степени свободы} \quad C_{AB} = 0,74 \text{ при 2 степени свободы}$$

$$C_{AC} = 0,04 \text{ при 2 степени свободы} \quad C_{BC} = 0,02 \text{ при 1 степени свободы}$$

$$C_{ABC} = 0,83 \text{ при 2 степени свободы}$$

Таблица сумм урожаев для вычисления главных эффектов и взаимодействий

Суммы урожаев по вариантам				Суммы сумм по факторам и взаимодействиям				
А	В	С		А	В	АВ	АС	ВС
		0	1					
0	0	3,63	4,02	16,86	18,58	7,65	7,98	9,12
	1	4,35	4,86			9,21	8,88	13,02
1	0	3,69	3,58	16,24	27,12	7,27	8,16	9,46
	1	4,47	4,5			8,97	8,08	14,1
2	0	1,8	1,86	12,6	-	3,66	6,0	-
	1	4,2	4,74			8,94	6,6	-
Суммы сумм С		22,14	23,57	-	-	-	-	-
Проверка		45,7		45,7	45,7	45,7	45,7	45,7

Таблица дисперсионного анализа трехфакторного опыта 3 x 2 x 2

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>Ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	4,73	35	-	-	-
Повторений	0,12	2	-	-	-
А	0,88	2	0,44	44,0	3,44
В	1,83	1	1,83	183	4,30
С	0,06	1	0,6	6,0	4,30
Взаимодействия АВ	0,74	2	0,37	37,0	3,44
АС	0,04	2	0,02	2,0	3,44
ВС	0,02	1	0,02	2,0	4,30
АВС	0,83	2	0,42	42	3,44
Остаток (ошибки)	0,21	22	0,01	-	-

НСР<sub>05</sub> для оценки существенности частных различий = 0,34 т/га

НСР<sub>05</sub> для главных эффектов = 0,14 т/га

НСР<sub>05</sub> для парных взаимодействий = 0,20 т/га

Варьирование урожайности на 93,0 % обусловлено изучаемыми факторами, в том числе за счет фактора А - 18,6 %; В - 38,7 %; С - 1,3 %; АВ - 15,6 %; АС - 0,8 %; ВС - 0,5 %; АВС - 17,6 %; на 2,5 % вариации связаны с неоднородностью условий и на 4,4 % вариации связаны с ошибками

Точность опыта Р = 6,0 %

## Дисперсионный анализ данных трехфакторного полевого опыта

Таблица 1 - Урожайность яровой мягкой пшеницы в 2010 г

№	факторы			Урожайность по повторениям, т/га			Суммы V	Средние
	A	B	C	1	2	3		
1	Вспашка, 20-22см(0)	Без мульчи (0)	без препарата (0)	0,33	0,12	0,30	0,75	0,25
2			Байкал-ЭМ-1 (1)	0,20	0,13	0,27	0,6	0,20
3		мульча (1)	без препарата (0)	0,30	0,25	0,30	0,85	0,20
4			Байкал-ЭМ-1 (1)	0,35	0,26	0,36	0,97	0,32
5	Мелкое рыхление, 10-12 см (1)	Без мульчи (0)	без препарата (0)	0,28	0,21	0,14	0,63	0,21
6			Байкал-ЭМ-1 (1)	0,28	0,20	0,22	0,7	0,23
7		мульча (1)	без препарата (0)	0,38	0,46	0,24	1,08	0,36
8			Байкал-ЭМ-1 (1)	0,22	0,36	0,44	1,02	0,34
9	Нулевая (2)	Без мульчи (0)	без препарата (0)	0,20	0,18	0,16	0,54	0,18
10			Байкал-ЭМ-1 (1)	0,19	0,22	0,16	0,57	0,19
11		мульча (1)	без препарата (0)	0,27	0,22	0,23	0,72	0,24
12			Байкал-ЭМ-1 (1)	0,56	0,63	0,40	1,59	0,53
Суммы P				3,56	3,24	3,22	10,02	0,28

$$N=3*2*2*3=36 \quad C=2,79 \quad C_Y=0,46 \quad C_P=0,01 \quad C_V=0,42 \quad C_Z=0,03$$

$$C_A=0,06 \text{ при 2 степени свободы} \quad C_B=0,12 \text{ при 1 степени свободы}$$

$$C_C=0,02 \text{ при 1 степени свободы} \quad C_{AB}=0,09 \text{ при 2 степени свободы}$$

$$C_{AC}=0,03 \text{ при 2 степени свободы} \quad C_{BC}=0,02 \text{ при 1 степени свободы}$$

$$C_{ABC}=0,08 \text{ при 2 степени свободы}$$

Таблица сумм урожаев для вычисления главных эффектов и взаимодействий

Суммы урожаев по вариантам				Суммы сумм по факторам и взаимодействиям				
А	В	С		А	В	АВ	АС	ВС
		0	1					
0	0	0,75	0,6	3,17	3,79	1,35	1,6	1,92
	1	0,85	0,97			1,82	1,57	2,65
1	0	0,63	0,7	3,43	6,23	1,33	1,71	1,87
	1	1,08	1,02			2,1	1,72	3,58
2	0	0,54	0,57	3,42	-	1,11	1,26	-
	1	0,72	1,59			2,31	2,16	-
Суммы сумм С		4,57	5,45	-	-	-	-	-
Проверка		10,02		10,02	10,02	10,02	10,02	10,02

Таблица дисперсионного анализа трехфакторного опыта 3\*2\*2

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	0,46	35	-	-	-
Повторений	0,01	2	-	-	-
А	0,06	2	0	0	3,44
В	0,12	1	0,12	120	4,30
С	0,02	1	0,02	20	4,30
Взаимодействия АВ	0,09	2	0,05	50	3,44
АС	0,03	2	0,02	15	3,44
ВС	0,02	1	0,02	20	4,30
АВС	0,08	2	0,04	40	3,44
Остаток (ошибки)	0,03	22	0,001	-	-

НСР<sub>05</sub> для оценки существенности частных различий = 0,04 т/га

НСР<sub>05</sub> для главных эффектов = 0,02 т/га

НСР<sub>05</sub> для парных взаимодействий = 0,02 т/га

Варьирование урожайности на 91,3 % обусловлено изучаемыми факторами, в том числе за счет фактора А - 13,0 %; В - 26,1 %; С - 4,3 %; АВ - 19,6 %; С - 6,5 %; ВС - 4,3 %; АВС - 17,5 %; на 2,2 % вариации связаны с неоднородностью условий и на 6,5 % вариации связаны с ошибками.

Точность опыта Р = 2,2 %