

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

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Оренбург - 2014

Работа выполнена на кафедре земледелия и технологии производства продукции растениеводства федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный аграрный университет»

Научный руководитель: Бакиров Фарит Галиуллиевич
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
кафедры земледелия, почвоведения и агрохимии

Официальные оппоненты: Федоткин Виталий Андреевич
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий кафедрой земледелия
ФГБОУ ВПО «ГАУ Северного-Зауралья».

Жданов Владимир Михайлович
кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий
научный сотрудник отдела земледелия и
ресурсосберегающих технологий
ФГБНУ «Оренбургский НИИСХ
Россельхозакадемии»

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова

Защита состоится «__» _____ 2014 г. в «__» часов на заседании диссертационного совета ДМ220.058.01. при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Самарская государственная сельскохозяйственная академия» по адресу: 446442, Самарская область, г. о. Кинель, п. г. т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2, ауд. 1204

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте www.ssaa.ru
ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА

Автореферат разослан «__» _____ 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
профессор

Г.К. Марковская

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Производство растениеводческой продукции является одним из сложнейших производств материальных ценностей на земле (Якушев В.П., 2008). В Оренбургской области оно усложняется тем, что ведётся в условиях большого дефицита влаги. 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 остаётся важным резервом повышения урожайности и стабилизации производства продукции растениеводства в области по годам.

Надёжным способом накопления, сохранения и рационального использования ресурсов влаги может стать мульча из незерновой части урожая полевых культур. Однако, по мнению учёных и практиков, солома, оставленная на поверхности поля, отрицательно влияет на урожайность культур и полевую всхожесть посевного материала. Снижение урожайности происходит из-за дефицита азота в результате иммобилизации его бактериями разлагающими органические вещества (Мишустин Е.Н.). Уменьшение полевой всхожести является следствием влияния токсических продуктов (аллелохимикатов) образующихся при разложении растительных остатков (Кроветто К.Л.).

И если для устранения первой причины достаточно внести азотное удобрение, то – второй, предлагаются другие, более сложные и менее эффективные способы. Например, с целью уменьшения отрицательного действия соломы на культурные растения, рекомендуется перемешивать солому с почвой. И, по мнению А.С.Тулина, лучшие результаты даёт осенняя заделка соломы дисковым луцильником на глубину 8-10 см. Но в этом случае теряются все преимущества, которые обеспечивает соломенная мульча. В настоящее время накоплено значительное количество информации о снижении токсичности соломы при обработке её различными препаратами. Однако в этих рекомендациях обязательным условием также является заделка соломы в почву.

Следовательно, необходим способ, который позволит существенно уменьшить негативное действие органических остатков, но позволит сохранить мульчу на поверхности поля и значительно повысить эффективность использования ресурсов влаги региона. Это на сегодняшний день является актуальнейшим вопросом.

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 исследований. Целью исследований было 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 приёмов.

Научная новизна результатов исследований. Впервые биопрепарат Байкал ЭМ-1 был применён для обработки соломенной мульчи без заделки его в почву и установлена высокая эффективность этого приёма в повторных посевах яровой пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала.

Были изучены закономерности использования ресурсов почвенной влаги при различных технологиях выращивания яровой пшеницы и особенности изменения плотности верхних слоёв почвы под действием соломенной мульчи.

Определена динамика засорённости посевов яровой пшеницы в результате покрытия поверхности почвы соломой и её обработки биопрепаратом Байкал ЭМ-1.

Основные положения, выносимые на защиту:

- Ø 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;
- Ø покрытие поверхности почвы соломенной мульчей уменьшает засорённость посевов двудольными растениями и при обработке посевов гербицидом избирательного действия в фазу кущения пшеницы положительно сказывается на её урожайности;
- Ø осеннее применение биологического препарата Байкал ЭМ-1, без заделки его в почву уменьшает токсичность соломенной мульчи, в результате на 34 % увеличивается урожайность яровой пшеницы;
- Ø 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 приёмы 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 учёных Урала и Поволжья, расширенных заседаниях кафедры земледелия и ТППР в 2009–2011 гг. По теме диссертации опубликовано пять научных статей, в том числе четыре в рецензируемых журналах ВАК.

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

Содержание работы

Состояние проблемы. В первой главе диссертации проводится обзор научной литературы по выбранному направлению исследования. Анализ литературы завершается выводами, что не в полной мере изучены вопросы повышения эффективного использования ресурсов влаги и растительных остатков на полях, и выдвигается гипотеза: «Оставление соломенной мульчи на поверхности почвы с последующей обработкой её осенью биопрепаратом Байкал ЭМ-1 позволит снизить токсичность соломы и значительно повысить использование ресурсов влаги в засушливых зонах».

Условия и методика проведения опытов. Эксперимент проводился на базе КФХ «КосАрал» Акбулакского района Оренбургской области в 2008-2010 годах. Территория хозяйства находится в Южном сухостепном природно-сельскохозяйственном районе Оренбургского Предуралья. Почва участка – чернозём южный тяжелосуглинистый карбонатный, с содержанием гумуса в пахотном слое 3,9 %, азота (N-NO₃) 1,6 мг, фосфора (P₂O₅) 2,1 мг и калия (K₂O) 27,2 мг на 100 г почвы.

Метеорологические условия в годы проведения исследований были контрастными, что характерно для климата области: 2008 год –увлажнённым, 2009 год по количеству осадков был близок среднестатистическому году (среднеувлажненным), а 2010 год – аномально жарким и сухим

(острозасушливым). Это позволило оценить эффективность изучаемых приёмов в разные по погодным условиям годы.

Эксперимент был трёхфакторным (ПФЭ 3x2x2). Фактор А включал три способа основной обработки почвы: 1) вспашка на 20-22 см (контроль), 2) мелкое рыхление на 10-12 см, 3) «нулевая» обработка; фактор В – 1) без соломенной мульчи, 2) соломенная мульча; фактор С – 1) без Байкала ЭМ-1, 2) осенняя обработка соломы препаратом Байкал ЭМ-1.

Опыт закладывался в трёхкратной повторности. Варианты размещались рандомизированным методом. Размер учётной делянки – 150 м² (5м x 30 м). Посев яровой пшеницы осуществлялся сеялкой СЗС-2,1 с анкерным сошником, нормой 4 млн. всхожих семян на 1 га. Основная обработка почвы проводилась согласно схеме опыта. Предшественником была яровая пшеница по пару, при уборке которой измельчённая солома разбрасывалась по полю. С вариантов без мульчи солома удалялась, а в варианте со вспашкой возвращалась на поле после обработки почвы.

В процессе эксперимента осуществлялись следующие *наблюдения и учёт*:

- *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 трёхкратном повторении в начале и конце вегетации;
- *влажность почвы* определяли термостатно-весовым методом (Доспехов Б.А. и др., 1967). Почвенные пробы отбирались в три срока: в начале вегетации (сразу после посева), в фазу кущения и в конце вегетации (в день учёта урожая).
- *засорённость посевов* - количественно-весовым способом по методике ТСХА. Учёт проводился в фазу кущения и перед уборкой пшеницы. Подсчёт сорняков проводили на пробных накладках размером 0,25 м² (0,5м x 0,5м), в четырёхкратной 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* – сплошным методом прямого комбайнирования с последующим взвешиванием зерна с каждой делянки на весах. Одновременно с этим производили отбор образцов для определения влажности и засорённости зерна. Урожайные данные после приведения к 100 % чистоте и к стандартной влажности (14 %) подвергли математической обработке методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985).
- *математическая обработка* результатов наблюдений проведена по Б.А. Доспехову (1985) на ПЭВМ с пакетом программ Statistika;
- экономическая и энергетическая эффективность результатов исследований оценивалась методическим рекомендациям, разработанным учеными РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева (Посыпанов и др., 1995) и Оренбургского ГАУ (Лухменев В.П. и др., 1998).

Результаты исследований

Развитие яровой пшеницы в зависимости от технологий выращивания. Исследования показали, что соломенная мульча задерживает появление всходов на 3 дня, на 3-4 % снижается всхожесть, в сравнении с непокрытыми мульчей вариантами. Это является следствием снижения температуры почвы на 2-3 °С под мульчей и её аллелопатического влияния на проростки и всходы яровой пшеницы. Мульча увеличивает сохранность и общую выживаемость растений яровой пшеницы на 8 %.

Внесение препарата 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.

Эффективность использования ресурсов влаги при различных технологиях выращивания яровой пшеницы. В районе исследований в 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. Следовательно обеспечить растения водой возможно в основном за счёт аккумуляции 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 на испарение. Так, по данным НИИСХ Юго-Востока, августовские осадки теряются полностью, сентябрьские – на 60-75 %, октябрьские – 25-30 %. Если предположить, что в наших условиях потери происходят с такой же закономерностью, то только за август-октябрь будет потеряно 40 мм влаги. Надёжным способом накопления, сохранения осенних осадков, может стать органическая мульча.

Определение запасов влаги в почве 5 ноября показали, что отсутствие мульчи приводит к значительному снижению усвоения летне-осенних осадков. Причём хуже всего влага аккумулируется при отказе от обработки почвы, чуть лучше при мелком рыхлении, вспашка занимает промежуточное положение между ними (табл. 1).

Следовательно, наличие на поверхности почвы только стерни слабо способствует уменьшению потерь влаги. Но мульчирование за счёт 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 %.

Таблица 1 – Характер усвоения летне-осенних осадков при мульчировании и различных способах обработки почвы (за период август-октябрь, в среднем за три года)

| Вариант | Запасы влаги в метровом слое почвы, 5 августа, мм | Запасы влаги 5 ноября, мм | Процент усвоения влаги |
|--------------------------------|---|---------------------------|------------------------|
| вспашка (контроль) | 164 | 181 | 21 |
| мелкое рыхление без мульчи | 163 | 185 | 28 |
| мелкое рыхление с мульчей | 165 | 209 | 56 |
| «нулевая» обработка без мульчи | 161 | 173 | 15 |
| «нулевая» обработка с мульчей | 168 | 215 | 59 |

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

Важнейшим требованием к способам обработки почвы является способность их накопить осадки холодного периода года. И судя по запасам влаги в почве на момент посева, вспашка и мелкое рыхление накапливают одинаковое количество влаги (табл. 2).

Таблица 2 – Характер усвоения осадков осенне-зимнего периода (в среднем за три года)

| Вариант | Запасы влаги в 100 см. слое почвы, на 3 мая, мм | Дополнительное накопление влаги, мм | Процент усвоения осадков |
|--------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------|
| вспашка (контроль) | 289 | 108 | 83 |
| мелкое рыхление без мульчи | 284 | 99 | 76 |
| мелкое рыхление с мульчей | 319 | 110 | 85 |
| «нулевая» обработка без мульчи | 277 | 104 | 80 |
| «нулевая» обработка с мульчей | 325 | 110 | 85 |

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

Разрыхлённый 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. Значительно, по

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

Из данных таблицы 2 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 3 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 позволяет наоборот повысить процент усвоения осадков как осенне-зимнего, так и особенно летне-осеннего периода. При этом «нулевая» обработка не уступает мелкому рыхлению почвы.

Таблица 3 –Характер усвоения осадков за август-апрель
(в среднем за три года)

| Вариант | Осадки за август-апрель, мм | Дополнительное накопление влаги за август-апрель, мм | Процент усвоения осадков |
|--------------------------------|-----------------------------|--|--------------------------|
| вспашка (контроль) | 209 | 125 | 60 |
| мелкое рыхление без мульчи | 209 | 121 | 58 |
| мелкое рыхление с мульчей | 209 | 154 | 74 |
| «нулевая» обработка без мульчи | 209 | 109 | 52 |
| «нулевая» обработка с мульчей | 209 | 157 | 75 |

Оценка способов основной обработки по влиянию их на водный баланс почвы проводится по количеству аккумуляции влаги за холодный период года. Однако, как было установлено в других исследованиях, большие запасы влаги не гарантируют получение более высокого урожая (Казаков Г.И., 1997; Вибе В.Д., 2006; Акулова Т.В., 2012). В связи с этим необходимо уделять внимание расходной части водного баланса, а оценку приёмов производить по суммарному и удельному расходу влаги.

Исследования показали что, мульчирование поверхности почвы дополнительным количеством соломы способствует более рациональному использованию накопленной влаги и летних осадков. Наиболее эффективно влага употребляется растениями на нулевом фоне, где мульча осенью была

обработана препаратом Байкал ЭМ-1. Коэффициент водопотребления здесь составляет 1614 м³/т, что на 269 м³/т меньше, чем в контроле (табл. 4). В тоже время «нулевая» обработка, не дополненная соломенной мульчей, ведёт к повышению коэффициента водопотребления почти в 2 раза, в сравнении с мульчированным фоном. Высокий расход влаги на единицу продукции отмечен на вариантах с мелким рыхлением без мульчи и на вспашке.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что мульчирование поверхности необработанной почвы соломой позволяет на 37 % улучшить усвоение осенних осадков, и в 2 раза повышает эффективность использования водных ресурсов зоны в сравнении со стерневым фоном и на 14 % в сравнении со вспашкой.

Таблица 4. 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 ³ /т |
|------------|-----------------|--------------|--|-----------|----------|--------------------------------------|--------------|--|
| | А | В | в посев | в кущение | в уборку | до фазы кущения | 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: количество осадков за период посев-кущение – 34 мм; посев-уборка – 59 мм.

Засорённость посевов. Борьба с засорённостью посевов сельскохозяйственных культур была и остаётся 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 приёмом являлась вспашка, к ресурсосберегающим технологиям, основанным на безотвальных, поверхностных и нулевых обработках. Исследования учёных, а также опыт производства, свидетельствуют о том, что это сопровождается усилением засорённости полей. Применение химических методов борьбы с сорными растениями создаёт угрозу окружающей среде, кроме того, это очень дорогостоящий приём, и их применение очень часто не окупается.

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

Подсчёт сорняков в фазу кушения яровой пшеницы показал среднюю и высокую засорённость 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 (*Amaranthus retroflexus*), марь (*Chenopodium album*), щетинник зелёный (*Setaria viridis*), просо петушьё (*Echinochloa crusgalli*) и овсюг обыкновенный (*Avena fatua*).

Засорённость посевов яровой пшеницы, как малолетниками, так и многолетниками усиливается с уменьшением интенсивности воздействия на почву, от вспашки к «нулевой» обработке (рис. 1).

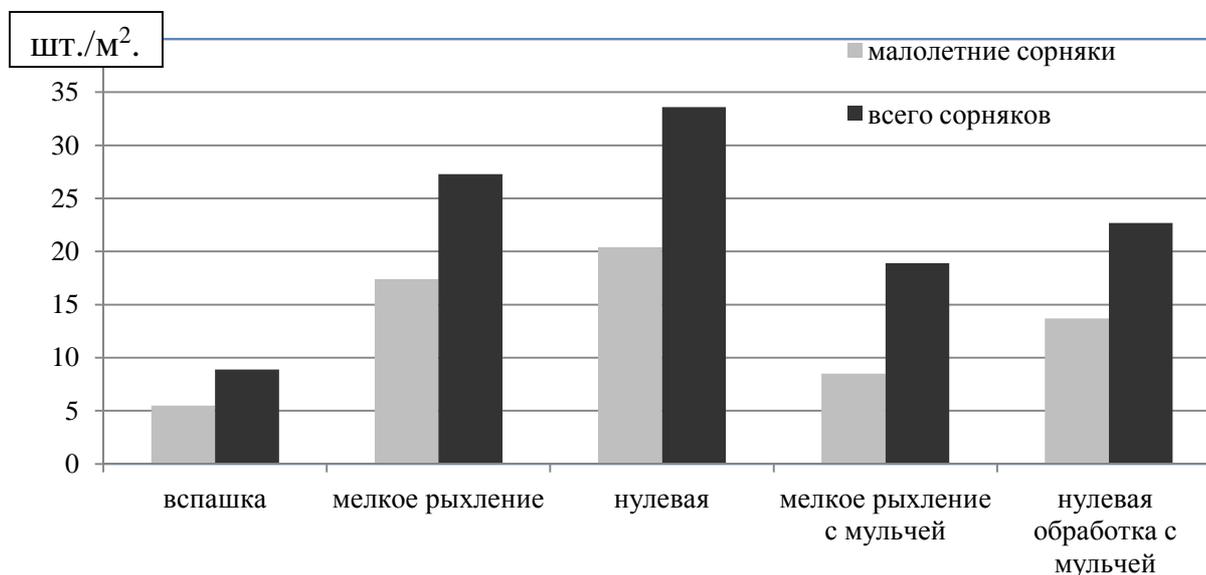


Рисунок 1 – Засорённость посевов в фазу кушения яровой пшеницы

Это согласуется с данными других авторов (Казаков Г., 1997; Кислова А., 2003; Максютов Н., 2004 и др.) Вспашка, среди механических приёмов, остаётся на сегодняшний день наиболее эффективным способом уничтожения сорняков.

Мульчирование поверхности поля соломой приводит к значительному уменьшению количества сорняков, причём при мелком рыхлении большему, чем при «нулевой» обработке. Снижение засорённости происходит из-за уменьшения количества малолетних двудольных растений (табл. 5). При этом количество малолетних однодольных сорняков остаётся неизменным.

Таблица 5 – Изменение видового состава малолетних сорняков в посевах яровой пшеницы под влиянием соломенной мульчи

| Вариант | Количество сорняков в фазу кущения пшеницы, шт./м ² | | |
|-------------------------------|--|-----------------------|-------|
| | малолетних однодольных | малолетних двудольных | всего |
| вспашка (контроль) | 2,3 | 3,2 | 8,9 |
| мелкое рыхление | 8,6 | 8,8 | 27,3 |
| «нулевая» обработка | 10,7 | 9,7 | 33,6 |
| мелкое рыхление с мульчей | 6,5 | 2,0 | 18,9 |
| «нулевая» обработка с мульчей | 9,9 | 2,7 | 22,7 |

Что касается многолетников, хотя они и представлены двудольными видами, их количество на варианте с мелким рыхлением осталось неизменным, а на «нулевой» обработке уменьшилось на 3,1 шт./м², в сравнении с не мульчированными вариантами.

Из-за достаточно высокой засорённости изучаемых вариантов многолетними сорняками посевы в фазу кущения яровой пшеницы были обработаны гербицидом избирательного типа Димесол, ВДГ нормой 0,12 кг/га. Поэтому к уборке засорённость на всех вариантах была практически одинаковой (2-5 шт./м² – малолетников, 1-2 шт./м² – многолетников).

Однако следует отметить, что к наступлению фазы кущения яровой пшеницы, высота многолетних сорняков достигал 15...17 см., и они успели принести ощутимый ущерб культуре. Об этом свидетельствуют данные урожайности зерна яровой пшеницы.

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. 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.

Модельные опыты Кузнецовой И.В. позволили установить, что наибольшей способностью к саморазуплотнению обладают чернозёмы

южные. И, что величина разуплотнения почв 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.

Наши исследования подтвердили выдвинутые нами предположения. Аккумуляция большего количества летне-осенних осадков в результате покрытия поверхности поля измельченной до 3-5 см соломой обеспечило активное саморазрыхление почвы (табл. 6). Особенно хороший эффект получен при мульчировании не обработанного с осени поля. 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 по всем слоям, и особенно сильно в верхнем 0-10 см слое.

Таблица 6 – Изменение плотности почвы под влиянием изучаемых факторов (в среднем за три года)

| Вариант | Плотность почвы по слоям, г/см ³ | | | | | | | |
|--------------------------------|---|-------|-------|------|-------------------|-------|-------|------|
| | в начале вегетации | | | | в конце вегетации | | | |
| | 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 |
| мелкое рыхление с мульчей | 1,09 | 1,21 | 1,26 | 1,19 | 1,12 | 1,28 | 1,29 | 1,23 |
| «нулевая» обработка без мульчи | 1,22 | 1,27 | 1,29 | 1,26 | 1,29 | 1,33 | 1,33 | 1,31 |
| «нулевая» обработка с мульчей | 1,15 | 1,19 | 1,26 | 1,19 | 1,11 | 1,24 | 1,27 | 1,21 |

К осени произошло естественное уплотнение почвы по всем слоям и на всех вариантах. Но мульчированные соломой варианты сохранили своё преимущество. Причём 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 г/см³.

Урожайность яровой пшеницы. Урожайность зерна яровой пшеницы по годам была разной и имела прямую зависимость с количеством осадков. В наиболее увлажнённый год, когда за вегетацию выпало 94,3 мм, средняя по опыту урожайность была наибольшей и составила 1,40 т/га, 2009 году при

сумме осадков за вегетацию пшеницы 61,6мм – 1,15 т/га, (табл. 7). 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. Средняя по опыту урожайность в этот год составила всего 0,28 т/га.

Таблица 7 – Влияние мульчирования и способов обработки почвы на урожайность яровой пшеницы

| № | Вариант | Урожайность по годам, т/га | | |
|---|----------------------------------|----------------------------|------|------|
| | | 2008 | 2009 | 2010 |
| 1 | вспашка (контроль) | 1,06 | 0,89 | 0,25 |
| 2 | мелкое рыхление | 0,96 | 0,98 | 0,21 |
| 3 | «нулевая» | 0,73 | 0,60 | 0,18 |
| 4 | вспашка + мульча | 1,69 | 1,45 | 0,28 |
| 5 | мелкое рыхление + мульча | 1,57 | 1,49 | 0,36 |
| 6 | «нулевая» + мульча | 1,60 | 1,38 | 0,24 |
| 7 | вспашка + БЭМ-1 | 1,48 | 0,94 | 0,20 |
| 8 | мелкое рыхление + БЭМ-1 | 1,11 | 0,80 | 0,23 |
| 9 | «нулевая» + БЭМ-1 | 0,75 | 0,62 | 0,19 |
| 10 | вспашка + мульча + БЭМ-1 | 1,83 | 1,42 | 0,32 |
| 11 | мелкое рыхление + мульча + БЭМ-1 | 1,76 | 1,50 | 0,34 |
| 12 | «нулевая» + мульча + БЭМ-1 | 2,26 | 1,78 | 0,53 |
| Средняя урожайность по годам | | 1,40 | 1,15 | 0,28 |
| НСР ₀₅ для оценки частных различий | | 0,10 | 0,34 | 0,04 |
| НСР ₀₅ для главных эффектов | | 0,40 | 0,14 | 0,02 |
| НСР ₀₅ для парных взаимодействий | | 0,56 | 0,20 | 0,02 |

Такое разнообразие погодных условий в годы исследований позволили получить дополнительную информацию об эффективности изучаемых приёмов в разные годы – сухие, среднеувлажненные, влажные. Во влажный год более высокую урожайность обеспечивает вспашка (1 и 7 варианты) в сравнении с мелкой и «нулевой» обработками (варианты 2; 3 и 8; 9). Среднеувлажненный год некоторое преимущество перед вспашкой имеет мелкая обработка почвы.

Установлено, что мульча по всем изучаемым способам обработки почвы обеспечивает повышение урожайности яровой пшеницы в среднем по фонам на 0,47 т/га или на 72 % (табл. 8). Причём мульча оказала одинаковое положительное влияние на урожайность по всем способам обработки почвы. Применение препарата Байкал ЭМ-1 без мульчи не обеспечило достоверного

повышения урожайности яровой пшеницы. Тогда как совместное применение мульчирования и препарата Байкал ЭМ-1 обеспечивает значительную прибавку, в среднем по фонам обработки 0,65 т/га. Наблюдается положительное взаимодействие факторов. Особенно эффективным оказывается их применение по «нулевой» обработке. Здесь (вариант 12) получен наибольший в опыте урожай зерна во все годы исследований.

Таблица 8 – Степень влияния мульчи, препарата Байкал ЭМ-1 и способа обработки почвы на урожайность яровой пшеницы

| № | Вариант | Урожай- ность, т/га | Прибавка от действия | | | | | |
|----|-----------------------------|---------------------------|----------------------|----|-------|---|-------------------|-----|
| | | | мульчи | | БЭМ-1 | | мульчи + БЭМ-1 | |
| | | | т/га | % | т/га | % | т/га | % |
| 1 | вспашка (контроль) | 0,73 | | | | | | |
| 2 | мелкое рыхление | 0,72 | - | - | - | - | - | - |
| 3 | «нулевая» | 0,50 | | | | | | |
| 4 | вспашка + мульча | 1,14 | | | | | | |
| 5 | мелкое рыхление + мульча | 1,14 | 0,47 | 72 | - | - | - | - |
| 6 | «нулевая» + мульча | 1,08 | | | | | | |
| 7 | вспашка + БЭМ-1 | 0,87 | | | | | | |
| 8 | мелкое рыхление + БЭМ-1 | 0,71 | - | - | 0,05 | 8 | - | - |
| 9 | «нулевая» + БЭМ-1 | 0,52 | | | | | | |
| 10 | вспашка + мульча + БЭМ-1 | 1,19 | | | | | | |
| 11 | мел. рыхл. + мульча + БЭМ-1 | 1,20 | - | - | - | - | 0,65 | 100 |
| 12 | «нулевая» + мульча + БЭМ-1 | 1,52 | | | | | | |

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 влияние на урожайность оказало взаимодействие факторов АВ (способы обработки и мульча – 21,2 %) (рис. 2). Достаточно высока доля участия в формировании урожая взаимодействия факторов АВС (способы обработки почвы, мульча и препарат Байкал ЭМ-1 – 16,7 %).

Из этого следует, что осеннее применение биологического препарата Байкал ЭМ-1 уменьшает аллелопатическое действие соломенной мульчи на молодые растения яровой пшеницы и существенно повышает её урожайность. Наиболее эффективно это происходит на нулевой обработке почвы и оставлении соломы на поверхности почвы.



Рис. 2 Доля участия изучаемых факторов и их взаимодействия в формировании урожая яровой пшеницы (в среднем за 2008-2010 гг.), %

Экономическая и энергетическая оценка эффективности приёмов выращивания яровой пшеницы. Замена вспашки на мелкое рыхление почвы позволила снизить производственные затраты на 890 рублей на 1 га, а себестоимость одной тонны продукции на 824 рублей. Отказ от основной обработки почвы (нулевая обработка с мульчированием соломой) уменьшило производственные затраты и себестоимость 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. Однако низкая урожайность зерна (0,50 т/га), привела к сильному (2812 руб./т) повышению её себестоимости. 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 счёт значительной прибавки урожайности зерна.

Расчёты показали, что производство зерна с применением нулевой обработки почвы без мульчирования убыточно. Убыток, в этом случае, даже в сравнении с самой дорогостоящей классической технологией, составил 1370 рублей в расчёте на 1 га и 2740 руб. в расчёте на 1 тонну зерна. Наибольшая прибыль (1672 руб./т) в расчёте на 1 тонну зерна получена в варианте с применением мульчирования совместно с биологическим 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 (1,46 %), а нулевая обработка без мульчи вообще дала отрицательный результат.

Наименьшей трудоёмкостью производство зерна отличался вариант – нулевая обработка + мульча + Байкал ЭМ-1, а наибольшей – 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 общий расход топлива составил 39 кг/га, при минимальной – 22,9 кг/га, нулевой – 16,2 кг/га. Причём как показал 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.

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.

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 и наиболее эффективен как экономически и энергетически.

Выводы

1. Соломенная мульчана 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.

2. 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.

3. Засорённость 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 засорённость посевов двудольными растениями, в основном малолетними, что при обработке посевов в фазу кущения пшеницы гербицидом положительно сказывается на урожайности.

4. Покрытие поверхности поля измельчённой до 3-5 см соломой (мульчей) по «нулевой» обработке обеспечивает активное саморазрыхление почвы, за счёт большего аккумуляирования 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/см³.

5. 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 зёрен в колосе – 24 %, масса 1000 зёрен – 22,6 %, а в результате совместного применения мульчи и препарата Байкал ЭМ-1 на 33,8 %, 28,9 %, 22,6 % соответственно.

6. 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.

7. 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 посевного материала 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 200 л/га рабочего раствора.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи, опубликованные в рецензируемых изданиях рекомендованных ВАК РФ

1. Коряковский, А.В. Саморазрыхление почвы под влиянием соломенной мульчи // А.В. Коряковский, Ф.Г. Бакиров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета.- 2011.- № 2(30).- С 21-23.
2. Бакиров, Ф.Г. Мульчирование – эффективный способ использования водных ресурсов// Ф.Г. Бакиров, А.В. Коряковский // Известия Оренбургского государственного аграрного университета.- 2011.- № 3 (31).- С. 55-56.
3. Коряковский, А.В. Обработка соломенной мульчи биопрепаратом Байкал ЭМ-1 – эффективный способ повышения урожайности яровой пшеницы в засушливых условиях // А.В. Коряковский// Известия Оренбургского государственного аграрного университета.- 2011.- № 4(32).- С 47-48.
4. Бакиров, Ф.Г. Влияние способов обработки почвы, соломенной мульчи и препарата Байкал ЭМ-1 на урожайность яровой пшеницы в условиях Южного Урала// Ф.Г. Бакиров, А.В. Коряковский // Известия Оренбургского государственного аграрного университета.- 2012.- № 5(37).- С 50- 52.

Публикации в других изданиях

5. Коряковский, А.В. Мульчирование соломой – эффективный способ контроля над сорняками // А.В. Коряковский // Студенты и аспиранты в науке – 2010: материалы V научно- практической конференции / под ред. Г.В. Петровой. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2011. – С. 18-21