

Калашников Кирилл Иванович

**Совершенствование ресурсосберегающей технологии
возделывания яровой пшеницы по чистому пару
в степной зоне Западного Забайкалья**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Улан-Удэ
2013

Работа выполнена на кафедре общего земледелия Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова»

Научный руководитель

заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Батудаев Антон Прокопьевич

Официальные оппоненты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, луговодства и плодовоощеводства ФГБОУ ВПО Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова

Бутуханов Анатолий Богомолович

кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Бурятия

Мардваев Намжил Бадмаевич

Ведущая организация: ГНУ «Бурятский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» Россельхозакадемии

Защита состоится 19 декабря 2013 года в 13 ч. 00 мин. на заседании Диссертационного совета Д 220.006.03 при ФГБОУ ВПО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова» по адресу: 670034, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, д.8, тел./факс (301-2) 44-21-33

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Бурятской ГСХА им. В.Р. Филиппова

Автореферат разослан ноября 2013 г. и размещен на официальном сайте ФГБОУ ВПО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова» www.bgsha.ru и на официальном сайте ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации www.vak.ed.gov.ru

Ученый секретарь диссертационного совета кандидат биологических наук, профессор

Корсунова Татьяна Михайловна

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Паровое поле – это основа севооборота, которая обеспечивает получение гарантированного урожая сельскохозяйственных культур, особенно в засушливых условиях и на фоне недостаточного ресурсного обеспечения сельскохозяйственных предприятий. Это важнейшая составляющая в интенсификации производства продукции земледелия и средство улучшения фитосанитарного состояния почвы, накопления влаги и элементов питания.

При возделывании яровой пшеницы в условиях Западного Забайкалья необходимо рационально использовать средства химизации, что позитивно отразится на экологии региона и качестве получаемой продукции. Получение максимальной экономической выгоды с гектара севооборотной площади и производство экологически безопасной продукции в степной зоне Западного Забайкалья является приоритетным направлением.

В связи с этим задача совершенствования технологии возделывания яровой пшеницы на основе ресурсосберегающей обработки пара и рационального использования средств химизации является актуальной и имеет большое теоретическое и практическое значение.

Цель исследований - определить эффективные системы ресурсосберегающей обработки почвы и применения средств химизации при возделывании яровой пшеницы по чистому пару, обеспечивающие повышение урожайности и качества зерна в условиях степной зоны Западного Забайкалья.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. изучить влияние систем основной обработки пара на агрофизические свойства, водный и питательный режимы черноземной почвы;
2. определить фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы при применении различных систем обработки пара;
3. установить влияние различных систем обработки пара и средств химизации на величину урожайности и качество зерна яровой пшеницы;
4. дать экономическое обоснование и биоэнергетическую оценку технологий возделывания яровой пшеницы.

Научная новизна работы. Впервые в степной зоне Западного Забайкалья на основе комплексной оценки технологии возделывания яровой пшеницы разработана система ресурсосберегающей обработки почвы в чистом пару и обоснованного применения средств химизации, обеспечивающая повышение урожайности и качества зерна культуры. Установлена высокая экономическая и биоэнергетическая эффективность технологий возделывания яровой пшеницы с применением ресурсосберегающих систем обработки почвы в паровом поле.

Защищаемые положения:

1. системы обработки чистого пара оказывают различное влияние на свойства чернозема обыкновенного и фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы;

2. эффективность средств химизации в посевах яровой пшеницы определяется системой обработки чистого пара;

3. экономико-энергетическая эффективность технологии возделывания яровой пшеницы зависит от используемой системы обработки чистого пара и применяемых средств химизации.

Практическая значимость. На основе проведенных исследований разработаны и обоснованы системы обработки и применения средств химизации, обеспечивающие сохранение плодородия и повышение продуктивности черноземной почвы, которые могут служить основой для совершенствования системы земледелия в условиях степной зоны Бурятии.

Полевой опыт ежегодно демонстрируется на Днях поля, проводимых Министерством сельского хозяйства Республики Бурятия. Основные положения работы нашли применение в учебном процессе при подготовке студентов по специальности «Агрономия» в ФГБОУ ВПО «Бурятская ГСХА» им. В.Р. Филиппова.

Апробация работы. Материалы диссертационной работы прошли апробацию на международных (Барнаул, 2013) и всероссийских (Томск, 2013) научно-практических конференциях, а также на заседаниях кафедры общего земледелия ФГБОУ ВПО «Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова» (2011-2013 гг.).

Публикации. Основные положения диссертационной работы опубликованы в 5 печатных работах, в том числе в 2 изданиях, реферируемых ВАК РФ.

Вклад автора. Автор принимал участие в разработке программы исследований, проведении полевых, камеральных и аналитических работ, статистической обработке и интерпретации данных, подготовке и публикации основных положений диссертации.

Объем и структура работы. Диссертация представляет собой рукопись объемом 149 страниц компьютерного текста, содержит 13 таблиц, 17 диаграмм и 1 рисунок, 19 приложений и библиографию из 269 наименований, из которых 4 иностранных авторов. Она состоит из введения, 6 глав, выводов и рекомендаций производству.

Условия, объект и методика проведения исследований.

Экспериментальная часть работы выполнена в условиях опытного стационара кафедры общего земледелия БГСХА им. В.Р. Филиппова на территории СПК «Колхоз Искра» в степной зоне Западного Забайкалья.

Почва опытного участка - чернозем мучнисто-карбонатный, малогумусный, маломощный, легкосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 3,94 %, гумусовый горизонт укорочен. Реакция почвенного раствора близка к нейтральной. Сумма поглощенных оснований в верхних слоях почвы невысокая. Содержание подвижных форм фосфора и калия высокое. Имеет типичный для региона комплекс агрофизических и агрохимических свойств (высокая водопроницаемость, низкая водоудерживающая способность и низкое потенциальное плодородие).

Метеорологические условия вегетационного периода 2011 – 2013 гг. сложились по-разному. Засушливым оказался 2011 год, когда за весь период наблюдений, с мая по сентябрь, количество выпавших осадков не превышало среднемноголетних значений. Следует отметить, что в мае 2012 года количество осадков значительно превысило среднемноголетние значения и составило 56,4 мм. Вторая половина лета и начало осени 2012 года характеризуется засушливыми условиями. В целом, 2013 год был более увлажненным. В июне отмечался максимум выпадения осадков, количество которых превышало нормы более чем в 2 раза, но около 70% осадков выпало только в 3-й декаде месяца, что сказалось на урожайности возделываемых культур. Несмотря на варьирование гидротермических показателей, по годам исследований в целом они отражали специфику сложившихся в регионе условий.

Объектом исследования является система, состоящая из почвы, агрометеорологических условий и агрофитоценоза с яровой пшеницей. В указанной системе изучались зависимости, условия и особенности процессов, происходящих в почве и воздействующих на растения яровой пшеницы при разных системах обработки почвы и комплексном применении средств химизации, а также отдельно составляющих их компонентов (удобрение, гербициды, фунгициды).

Исследования проводились в двухфакторном стационарном опыте, который включал три варианта систем обработки чистого пара (фактор А):

1. Отвальная (вспашка на 20-22 см)
2. Гербицидная («нулевая» обработка гербицидом «Торнадо»)
3. Плоскорезная мелкая (10-12 см)

Для изучения эффективности средств химизации на делянки с обработкой пара налагались варианты химизации (фактор В):

- а. Контроль (без средств химизации)
- б. Удобрения (У)
- в. Гербициды + удобрения (У+Г)
- г. Гербициды + удобрения + фунгицид (У+Г+Ф)

Учетная площадь 172,5 м² (34,5 м x 5 м). Размещение вариантов в повторностях систематическое. Повторность опыта - трехкратная.

Агротехника в опытах принята в соответствии с зональной системой земледелия. При отвальной системе обработки почвы - основная обработка - вспашка на глубину 20-22 см проводилась плугом ПЛН-4-35. При «гербицидной» системе обработки почвы, основная обработка не проводилась, она заменялась обработкой гербицидом сплошного действия Торнадо (5 л/га) с помощью помпового опрыскивателя марки August Profession с нормой расхода рабочей жидкости 300 л/га. При плоскорезной системе обработки основная обработка - плоскорезная на глубину 10-12 см проводилась в сроки отвальной системы обработки культиватором КПЭ-3,8. В период ухода за паром на вариантах отвальной и плоскорезной обработок проводилось 3 культивации АПД-7,2.

Яровая пшеница сорта «Лютесценс 937» возделывалась в трехпольном

зернопаровом севообороте: пар чистый – яровая пшеница – овес. Посев проводился 20-22 мая, норма высева – 5 млн. шт. зёрен/га, глубина заделки семян – 6 – 8 см. Сорт овса «Догой», посев 25 мая, норма высева 5 млн. шт. зёрен/га.

В посевах яровой пшеницы в фазу полного кущения применялась баковая смесь гербицидов Балерина 0,2 л/га + Магnum 5 г/га + Ластик 100 0,4 л/га и фунгицида Колосаль Про (0,3 л/га). Средства защиты растений в посевах вносились с помощью прицепного комплекса Hardi Ranger. Удобрения N₄₀ (аммиачная селитра) вносились сеялкой СЗП- 3,6. В посевах овса средства интенсификации не использовались.

Сопутствующие наблюдения, учеты и анализы почвы проводились общепринятыми методами. Качество зерна определяли в лаборатории технологической оценки качества зерна Красноярского НИИСХ Россельхозакадемии. Математическая обработка данных - по Б.А. Доспехову (1985) с использованием компьютерных программ «Excel» и «Snedecog». Биоэнергетическая оценка - по методу Ю.И.Ермохина, А.Ф.Неклюдова (1994).

Влияние систем обработки на агрофизические свойства чернозема обыкновенного в степной зоне Западного Забайкалья

Структурно-агрегатный состав почвы. Результаты проведенных нами исследований выявили различное влияние способов обработки пара на структурно-агрегатный состав почвы (диаг.1).

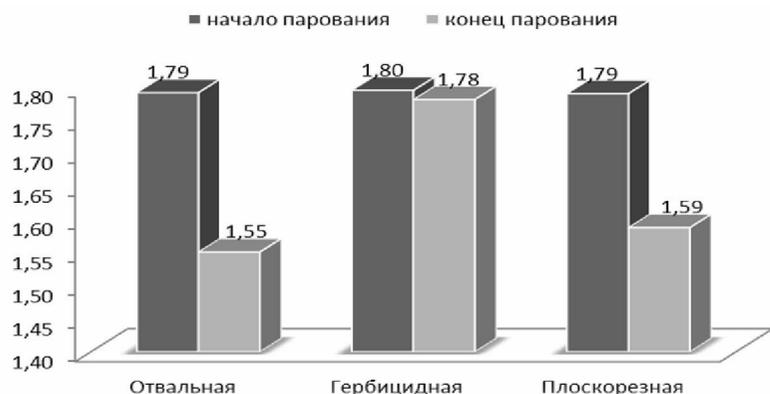


Диаграмма 1. Изменение коэффициента структурности в зависимости от системы обработки пара (среднее за 2011-2013 гг.)

По результатам исследований наибольшее снижение коэффициента структурности произошло на отвальной системе обработки пара, здесь изменения в результате обработки составили 0,24. Несколько лучшие показатели структурности почвы к концу парования имеет пар с плоскорезной обработкой, где коэффициент структурности уменьшился на 0,2. Снижение коэффициента структурности на вариантах с механической обработкой пара обусловлено увеличе-

нием количества фракций диаметром менее 0,25 мм и снижением количества агрономически ценных фракций.

В среднем за 3 года исследований более высокое значение показателя структурности отмечалось на «гербицидной» системе обработки пара и к осеннему моменту определения составляло 1,78.

В таблице 1 представлены данные по изменению структурно-агрегатного состава почвы в посевах яровой пшеницы.

Таблица 1 – Структурно-агрегатный состав почвы в посевах пшеницы, в зависимости от способов подготовки чистого пара (среднее за 2012-2013 гг.)

Система обработки пара		Отвальная		Гербицидная		Плоскорезная	
Период определения		перед посевом	перед уборкой	перед посевом	перед уборкой	перед посевом	перед уборкой
Содержание агрегатов диаметром, %	> 10 мм	23,22	26,15	24,75	26,35	22,96	25,70
	10-0,25 мм	57,12	59,77	60,68	63,30	58,01	61,16
	< 0,25 мм	19,66	14,09	14,58	10,36	19,04	13,14
Коэффициент структурности		1,33	1,49	1,55	1,72	1,38	1,57

По нашим данным, к моменту посева пшеницы коэффициент структурности на вариантах опыта варьировал от 1,33 по отвальному пару до 1,55 по «гербицидному». Наибольшее содержание агрономически ценных агрегатов от 0,25 до 10 мм отмечается на варианте с гербицидной подготовкой пара. В среднем за 2 года на этом варианте данный показатель составил 60,68%, что на 3,56 и 2,67% больше, чем на вариантах с отвальной и плоскорезной подготовкой пара соответственно.

К моменту уборки пшеницы на всех вариантах опыта произошло увеличение содержания глыбистой фракции почвы: на 2,93% по отвальному пару, на 1,60% по гербицидному и на 2,74% по плоскорезному пару.

Таким образом, за период вегетации в посевах пшеницы вне зависимости от способа подготовки пара увеличивается содержание агрегатов диаметром больше 10 мм и уменьшается содержание пылеватой фракции. Значение коэффициента структурности увеличивается на всех вариантах опыта, а вариация значений этого показателя между вариантами опыта к концу вегетаций больше зависит от структурного состояния почвы к посеву, чем от воздействия культуры.

Плотность почвы. Помимо структурно-агрегатного состава почвы, важной характеристикой ее физических свойств является объёмная масса или плотность сложения. Результаты определения плотности почвы в пару представлены на диаграмме 2.

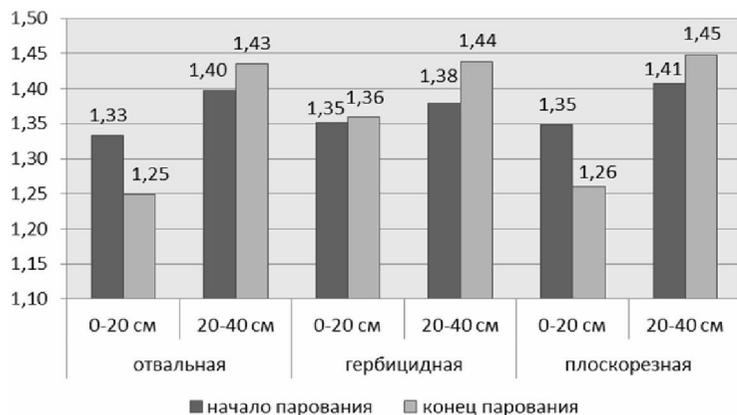


Диаграмма 2. Влияние системы обработки на плотность сложения почвы в пару, г/см³ (среднее за 2011-2013 гг.)

Из представленных данных видно, что к осеннему сроку определения применение механических способов обработки пара уменьшало плотность слоя 0-20 см до 1,25 г/см³ в варианте с отвальной обработкой и до 1,26 г/см³ в варианте с плоскорезной обработкой. В более плотном состоянии находилась почва на «гербицидном» пару, где этот показатель составил 1,36 г/см³.

За период парования слой почвы 20-40 см уплотнялся на всех вариантах опыта. Объёмная масса на варианте с «гербицидной» обработкой на последний срок определения составила 1,44 г/см³, на вариантах с отвальной и плоскорезной обработками – 1,43 г/см³ и 1,45 г/см³ соответственно.

На диаграмме 3 представлены данные по определению плотности почвы в посевах пшеницы.

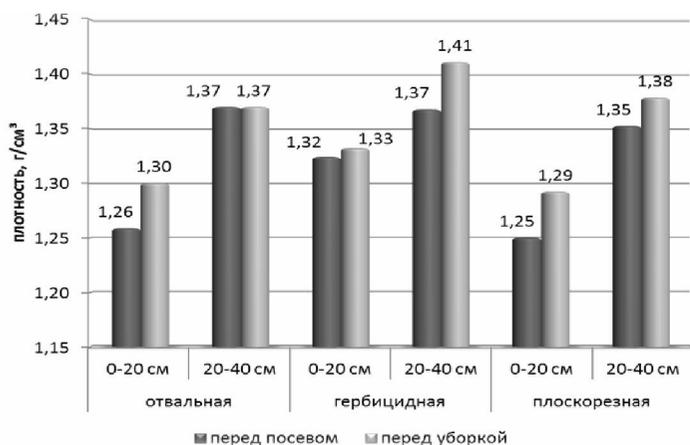


Диаграмма 3. Плотность почвы в посевах пшеницы в зависимости от способа подготовки пара (среднее за 2012-2013 гг.)

К моменту посева пшеницы на варианте опыта, где механическая обработка в пару заменялась обработкой гербицидом сплошного действия, показатель плотности был самым высоким как в слое 0-20 см, так и в слое 20-40 см. Объёмная масса почвы в пахотном слое составила 1,32 г/см³, в слое почвы 20-40 см – 1,37 г/см³.

Значительных различий плотности почвы по слоям между механическими обработками к моменту посева за 2 года исследований не отмечалось. Осенью, к моменту уборки урожая, почва уплотнилась на всех вариантах опыта до 1,29-1,33 г/см³ в пахотном слое и до 1,37-1,41 г/см³ в слое 20-40 см.

Влияние различных обработок пара на показатели плодородия чернозёма обыкновенного

Влажность почвы. Анализ результатов исследований показывает, что к началу парования содержание продуктивной влаги на всех вариантах опыта находится в пределах 15,9-17,0 мм в слое 0-20 см и 31,8-33,3 мм в слое 0-50 см. За период с мая по июнь происходит снижение запасов продуктивной влаги (диаг. 4). Особенно этот эффект проявляется на вариантах с «гербицидной» обработкой, где по всей видимости запасы продуктивной влаги потребляются вегетирующей сорной растительностью.

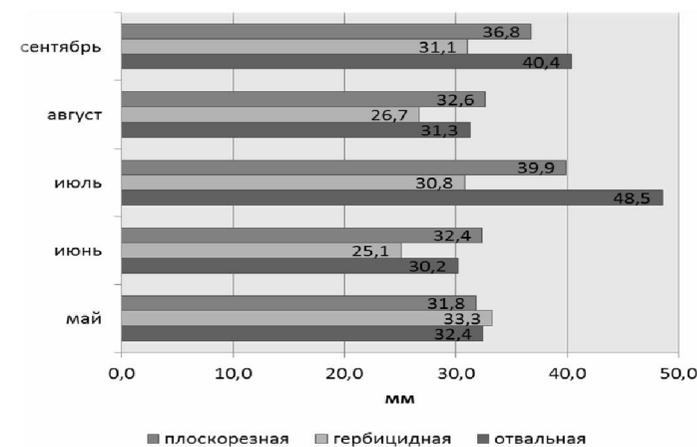


Диаграмма 4. Динамика содержания продуктивной влаги в слое 0-50 см в зависимости от системы обработки пара, мм (среднее за 2011-2013 гг.)

К концу парования запасы продуктивной влаги в слое 0-50 см на «гербицидном» пару практически сравнялись с запасами на начало парования и составили 31,1 мм.

Объективных закономерностей в различии показателей содержания продуктивной влаги за летние месяцы между вариантами с механической обработкой пара нами не выявлено. Однако следует отметить, что отвальный пар в

сентябре имел наибольшие влагозапасы в слое 0-50 см, а прибавка от глубокой обработки составила 8,0 мм. Применение мелкой плоскорезной обработки увеличило запасы продуктивной влаги на 5,0 мм, по сравнению с показателем на начало парования.

Результаты определения содержания продуктивной влаги в посевах пшеницы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание продуктивной влаги в посевах пшеницы в зависимости от способа подготовки пара, мм (среднее за 2012-2013 гг.)

Система обработки пара	Слой почвы, см	Срок определения				
		май	июнь	июль	август	сентябрь
отвальная	0-20	20,5	12,3	7,5	12,4	18,9
	0-50	40,2	31,1	13,9	19,9	32,4
гербицидная	0-20	18,3	6,6	6,2	11,9	14,5
	0-50	37,5	20,5	10,3	18,8	24,4
плоскорезная	0-20	18,9	4,7	5,8	8,2	14,5
	0-50	39,8	16,6	10,8	10,8	25,9

По нашим данным, к моменту посева наибольшее содержание влаги отмечалось на варианте с отвальной обработкой пара и в среднем составило 40,2 мм в слое почвы 0-50 см и 20,5 мм в пахотном слое. На плоскорезном пару запасы влаги составили 39,8 мм в слое 0-50 см и 18,9 мм в слое 0-20 см. На варианте без механических обработок в сравнении со вспашкой влаги было меньше на 7% и 8% в слое 0-50 см и 0-20 см соответственно.

За период вегетации пшеницы наименьшее количество доступной влаги отмечается на вариантах с плоскорезной и «гербицидной» обработкой пара. На момент уборки культуры под влиянием августовских и сентябрьских осадков различие между плоскорезной и «гербицидной» обработкой практически нивелировалось.

Анализ корреляционной зависимости содержания продуктивной влаги в слое 0-50 см на момент посева и урожайностью яровой пшеницы при различных системах обработки пара выявил высокую корреляционную связь этих показателей ($r=0,979$).

Содержание нитратного азота. Из представленных на диаграмме 5 данных следует отметить, что к началу парования содержание нитратного азота в слое 0-40 см в среднем составляло 4,48-5,12 мг/кг абсолютно сухой почвы. К концу парования наибольшее количество нитратов содержится в варианте с отвальной обработкой (11,89 мг/кг почвы). При этом большее их количество отмечается в верхнем 0-20 см слое. Плоскорезный пар уступает отвалному по формированию условий для накопления нитратного азота на 1,26 мг/кг почвы. Наименьшее содержание нитратного азота в последний срок определения отмечается на варианте опыта, где основная обработка заменялась гербицидом

сплошного действия. Здесь содержание нитратной формы азота составило 9,05 мг/кг абсолютно сухой почвы.

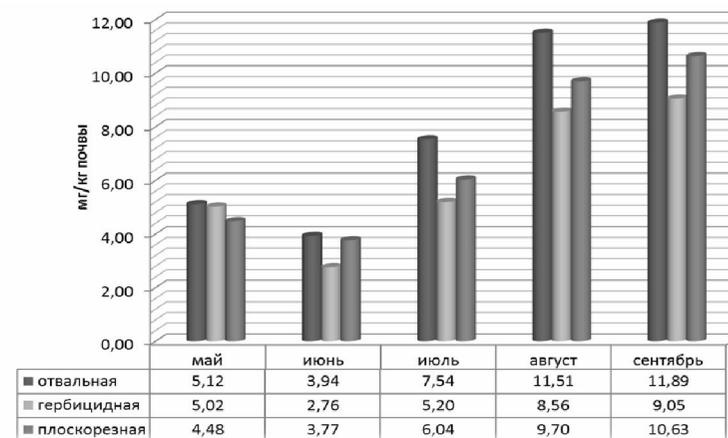


Диаграмма 5. Содержание нитратного азота в зависимости от системы обработки пара в слое 0-40 см (среднее за 2011-2013 гг.)

Представленные на диаграмме 6 данные свидетельствуют о том, что различия между вариантами подготовки пара сохранились к посеву пшеницы. Наибольшее количество нитратного азота содержалось в варианте с отвальной обработкой пара. Запасы нитратного азота в вариантах с плоскорезной и «гербицидной» обработкой пара были меньше на 16% и 34% соответственно.

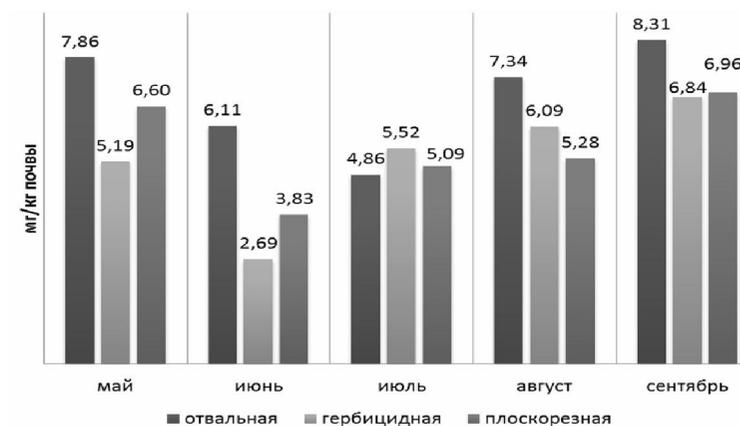


Диаграмма 6. Содержание нитратного азота в посевах пшеницы в зависимости от системы обработки пара в слое 0-40 см (среднее за 2012-2013 гг.)

К концу вегетации пшеницы в среднем за 2 года исследований наибольший показатель содержания нитратного азота сформировался в варианте с отвальной обработкой пара и составил 8,31 мг/кг почвы, что свидетельствует о формировании лучшего питательного режима под вторую культуру после пара на этом варианте. Запасы нитратного азота в посевах по плоскорезному и «гербицидному» парам на последний срок определения практически не отличались и составили 6,84-6,96 мг на кг абсолютно сухой почвы.

Анализ корреляционной зависимости содержания нитратного азота на момент посева и урожайностью яровой пшеницы при различных системах обработки пара выявил высокую корреляционную связь этих показателей ($r=0,988$).

Целлюлозоразрушающая активность почвы. Эффективное плодородие почвы в значительной степени формируется деятельностью почвенных микроорганизмов (Доспехов, 1974).

За период парования наибольшая деструкция льняного полотна отмечалась на варианте с отвальной обработкой пара и в сумме составила 49,5% от исходной массы. Несколько меньшая целлюлозоразрушающая активность проявлялась в варианте с плоскорезной обработкой, где на конец парования сумма по периодам определения составила 48,2%. «Гербицидный» пар уступал вариантам с механической обработкой, здесь в целом за период парования убыль льняного полотна составила 40,4%.

Результаты определения целлюлозоразрушающей активности почвы в посевах пшеницы по периодам экспозиции представлены на диаграмме 7.

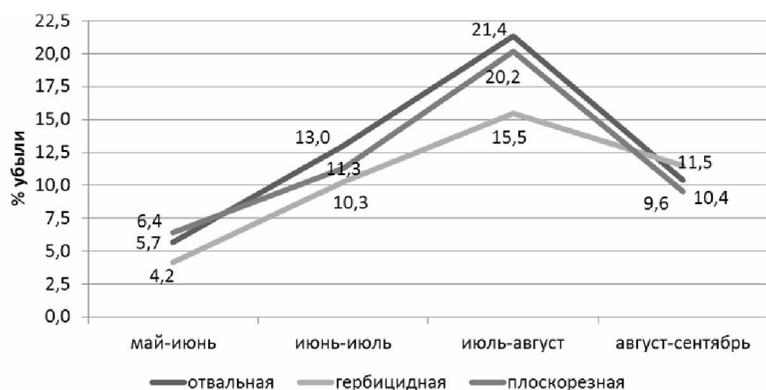


Диаграмма 7. Динамика целлюлозоразрушающей активности почвы в посевах пшеницы в слое 0-20 см (среднее за 2012-2013 гг.)

За период вегетации яровой пшеницы наибольшая деструкция льняного полотна отмечалась на вариантах с отвальной подготовкой пара и составила 50,5% от исходной массы. В варианте, где посев осуществлялся по плоскорезному пару, целлюлозоразрушающая активность составила 47,5%. Меньшие

показатели активности микроорганизмов отмечаются в посевах по «гербицидному» пару. Здесь убыль льняного полотна составила 41,4%, что на 9,1% меньше, чем в варианте с отвальной обработкой пара.

Засорённость и потенциальный запас семян сорняков. По данным наших исследований, к началу парования запас семян сорной флоры на вариантах опыта составлял 474-536 млн. шт. на гектар. Наибольшее очищение пахотного слоя к концу парования отмечалось на варианте с отвальной обработкой. Запас семян на этом варианте снизился на 41,8%. Значительно уступает способ подготовки пара, где основная обработка заменялась мелкой плоскорезной обработкой. Здесь сороочищение составило 33,4%. Июльская обработка гербицидом сплошного действия позволяла уничтожить вегетирующую сорную растительность, однако не избавляла от появления «второй волны» сорняков. Поэтому снижение запасов семян здесь практически в 2 раза ниже, чем по отвальной обработке и составило 22,7% от количества на начало парования.

Различное влияние оказывают способы обработки пара на засорённость посевов яровой пшеницы. В среднем за 2 года исследований в фазу кущения яровой пшеницы количество сорной растительности на 1 м² варьировало от 107 до 125 штук (диаг. 8). Плоскорезная обработка пара превосходила другие варианты опыта по засорённости посевов, что объясняется накоплением семян сорняков в поверхностном слое почвы и их активным прорастанием на следующий год.



Диаграмма 8. Засорённость посевов пшеницы в фазу кущения и к моменту уборки культуры в зависимости от способов обработки пара (шт/м²)

К моменту уборки яровой пшеницы на всех вариантах опыта произошло увеличение количества сорной растительности. В этот период засорённость на варианте с отвальной обработкой была ниже, чем в вариантах с плоскорезной и «гербицидной» обработками пара на 17 и 14% соответственно.

Урожайность культур и продуктивность севооборота в зависимости от обработки чистого пара и средств химизации

Полевая всхожесть яровой пшеницы. Важным показателем, напрямую влияющим на величину урожая, является полевая всхожесть.

Применяемые в пару обработки в значительной степени влияли на формирование условий для прорастания семян. Так, в среднем за 2 года исследований наилучшие условия проявились при отвальной системе обработки пара, где проросло 55,8 % семян. Несколько уступал по этому показателю вариант с плоскорезной системой обработки пара, где на момент определения всходов было на 4,1% меньше.

В варианте с «гербицидной» обработкой пара отмечалась самая низкая полевая всхожесть семян пшеницы. В среднем за годы исследований она составила 45,0%, что на 10,8 и 6,7% меньше, чем на отвальной и плоскорезных системах соответственно.

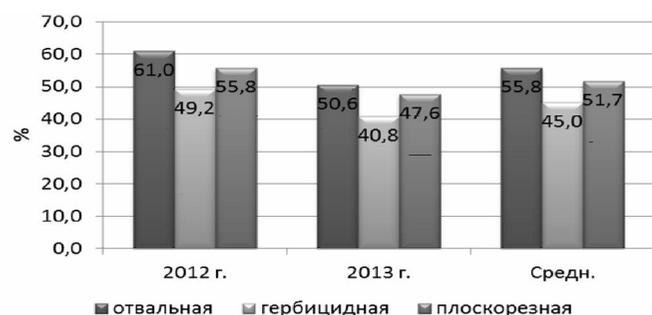


Диаграмма 9. Полевая всхожесть семян яровой пшеницы в годы исследований в зависимости от системы обработки пара, % от нормы высева

Следовательно, сравнительно лучшие условия для прорастания семян формируются при отвальной системе обработки пара. «Гербицидная» обработка в значительной степени уступает отвальной по этому показателю.

Урожайность культур севооборота. Урожайность яровой пшеницы в наших исследованиях на контрольных вариантах по системам обработки варьировала в пределах от 8,3 до 25,7 ц/га и в сильной степени зависела от сложившихся гидротермических условий (табл. 3).

Отказ от механической обработки почвы в пару и замена основной обработки пара общеистребительным гербицидом снизила урожайность яровой пшеницы по сравнению с традиционной технологией возделывания на 11,1 ц/га. Урожайность на этом варианте получена самая низкая и составила 8,3 ц/га.

По нашим данным, максимальная прибавка от применения удобрений в дозе N_{40} в посевах пшеницы прослеживалась на варианте с «гербицидной» обработкой пара и составляло 4,6 ц/га. Прибавка на отвальной и плоскорезной системе обработки была меньше и составила 2,9 и 3,9 ц/га соответственно.

Более высокая урожайность в вариантах с применением аммиачной селитры отмечалась на варианте с отвальной обработкой в пару и составила 25,4 ц/га. Несмотря на самую большую прибавку от удобрения, «гербицидный» пар уступал как отвальной, так и плоскорезной обработкам и в среднем за 2 года урожайность на удобренном фоне составила 15,3 ц/га.

Наибольшая урожайность в опыте получена на варианте с комплексной химизацией при посеве по отвальному пару и составила в среднем за 2 года 29,3 ц/га. На 3,7 ц/га меньше урожайность в варианте с плоскорезной обработкой в пару и применением удобрений, гербицидов и фунгицида в посевах (25,6 ц/га). Несмотря на самую большую прибавку от средств химизации (8,3 ц/га), на гербицидном пару урожайность самая низкая – 19,1 ц/га.

Таблица 3 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от способа обработки и применяемых средств химизации, ц/га

Фактор обработки А	Система химизации В	Год		Сред.	Прибавка к контролю	
		2012	2013		ц/га	%
Отвальная	контроль	25,7	19,4	22,6	-	-
	удобрения	28,8	22,0	25,4	2,9	11,3
	удобрения + гербициды	29,7	25,1	27,4	4,8	17,6
	удобрения + гербициды + фунгицид	31,8	26,7	29,3	6,7	23,0
Гербицидная	контроль	13,2	8,3	10,8	-	-
	удобрения	18,3	12,3	15,3	4,6	29,8
	удобрения + гербициды	21,1	13,7	17,4	6,7	38,3
	удобрения + гербициды + фунгицид	21,9	16,3	19,1	8,3	43,7
Плоскорезная	контроль	21,6	15,5	18,6	-	-
	удобрения	27,4	17,6	22,5	3,9	17,5
	удобрения + гербициды	28,9	19,4	24,2	5,6	23,1
	удобрения + гербициды + фунгицид	29,3	22,0	25,6	7,1	27,5
НСР ₀₅	для фактора А	1,3	1,0			
	для фактора В	1,6	1,2			
	для факторов АВ	2,7	2,0			

Результаты исследования показали, что проведённые в пару обработки оказали своё влияние и на посевы овса. Более высокую урожайность показали варианты с отвальной обработкой пара – 12,3 ц/га. Посевы овса в варианте с плоскорезной обработкой пара уступали посевам по отвальной обработке в пару на 2,1 ц/га. Меньшая урожайность отмечалась на варианте с гербицидной обработкой пара – 8,7 ц/га.

Используемые в посевах пшеницы средства химизации проявили последнее действие в посевах овса. Прибавка от применения аммиачной селитры в посевах предшественника в большей степени сказывалась на урожайности овса в варианте с плоскорезным паром и составляла 4,5 ц/га. Несколько уступала ему величина прибавки урожая в варианте с отвальным (3,8 ц/га) и «гербицидным» (2,8 ц/га) парами.

Продуктивность севооборота. В условиях чернозёмной почвы Западно-го Забайкалья системы обработки и средства химизации оказывают различное воздействие на урожайность культур севооборота (табл. 4).

Из представленных данных исследования следует, что более высокую урожайность зерновых культур (24,3 ц/га) обеспечивала отвальная система обработки пара с применением комплекса средств химизации, включающая удобрения, гербициды и фунгицид. На 1,6 ц/га ей уступает система плоскорезной обработки пара и средств химизации в посевах пшеницы. Урожайность зерновых культур севооборота с «гербицидной» системой обработки пара даже при внесении всех средств химизации уступает контрольному варианту с отвальной обработкой. Урожайность на этом варианте составляет 17,2 ц/га.

Таблица 4 – Урожайность зерновых культур и продуктивность зернопарового севооборота за 2011-2013 гг.

Система обработки пара	Система химизации в посевах пшеницы	Урожайность зерновых культур, ц/га	Продуктивность севооборота, ц/га севооборотной площади		
			Выход зерна	к.ед.	зерн. ед.
Отвальная	Контроль (без средств химизации)	19,0	12,7	16,4	14,4
	Удобрения	22,5	15,0	19,4	16,9
	Гербициды + Удобрения	23,1	15,4	19,9	17,3
	Гербициды + Удобрения + Фунгицид	24,3	16,2	20,9	18,3
Гербицидная	Контроль (без средств химизации)	11,0	7,3	9,4	8,2
	Удобрения	14,9	9,9	12,8	11,2
	Гербициды + Удобрения	16,5	11,0	14,2	12,4
	Гербициды + Удобрения + Фунгицид	17,2	11,5	14,8	12,9
Плоскорезная	Контроль (без средств химизации)	15,9	10,6	13,8	12,0
	Удобрения	21,1	14,0	18,2	15,9
	Гербициды + Удобрения	22,3	14,8	19,2	16,8
	Гербициды + Удобрения + Фунгицид	22,7	15,1	19,5	17,1

Наибольшая прибавка урожайности в севообороте от внесения средств химизации проявляется при применении удобрений и варьирует по вариантам

опыта в пределах 3,3-4,2 ц/га.

Качество зерна. Анализ показателей качества зерна яровой пшеницы выявил их увеличение в результате применения удобрений. В зависимости от способа обработки масса 1000 зёрен увеличилась на 5-10%, натура – на 2-3%, общая стекловидность – на 3-23%, клейковина – на 14-27%. На плоскорезном пару отмечается увеличение содержания белка в результате применения удобрений на 16% к контролю (табл. 5). Применение удобрений в посевах по «гербицидному» пару увеличивало массу 1000 зёрен, общую стекловидность, содержание белка и клейковины.

При совместном применении удобрений и баковой смеси гербицидов в посевах пшеницы отмечается увеличение показателей качества зерна по сравнению с контролем. Комплексное применение средств химизации в посевах приводит к снижению качественных показателей зерна яровой пшеницы по сравнению с вариантами, где применялись только удобрения, а по показателю массы 1000 зёрен и в сравнении с контрольным вариантом.

По результатам валориметрической оценки качества муки отмечается, что показатели варьируют по вариантам опыта в пределах 54 – 64%. Из всех контрольных вариантов только вариант с отвальной и «гербицидной» обработкой пара оценивается как ценная по качеству пшеница (60-61%). Наиболее значительное изменение оценки валориметра отмечается на варианте с плоскорезной обработкой пара и внесением удобрений в посевах пшеницы, где прибавка к контролю составила 10%.

Таблица 5 – Показатели качества зерна и муки яровой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы и химизации

Система обработки	Система химизации	Масса 1000 зерен, г	Натура г/л	Общая стекловид., %	Белок %	Клейковина/ группа	Валориметр. оценка муки, %	Общая хлебоп. оценка, балл
Отвальная	0	33,6	768	59	14,83	27,6/85	60	4,1
	У	35,5	791	61	14,81	32,0/90	62	4,1
	У+Г	32,7	781	65	14,36	34,0/90	57	4,1
	У+Г+Ф	30,8	785	52	15,09	29,2/90	60	4,1
Гербицидная	0	31,2	790	53	12,75	24,8/85	61	4,3
	У	33,4	789	60	12,97	28,4/85	58	4,3
	У+Г	33,5	784	53	12,98	29,2/90	58	4,1
	У+Г+Ф	28,9	778	54	13,5	24,4/85	58	4,1
Плоскорезная	0	31,7	772	46	12,73	24,0/85	54	4,3
	У	35,3	791	60	15,17	32,8/95	64	4,1
	У+Г	34,8	790	69	14,01	32,0/90	58	4,0
	У+Г+Ф	31,2	772	59	13,82	31,6/90	64	4,1

По общей хлебопекарной оценке большая часть анализируемых вариантов характеризуется как наиболее ценные по качеству (4,1 балла). Наибольшую оценку (4,3) получил контрольный вариант «гербицидной» обработки пара и с внесением удобрений, а также контрольный вариант на плоскорезной обработке пара.

Экономико-энергетическая оценка производства зерна яровой пшеницы по различным системам обработки чистого пара и химизации

По основному показателю экономической эффективности – рентабельности – выделяются варианты с отвальной (176 %) и плоскорезной (173 %) системой обработки пара (табл. 6).

Наибольшая величина энергетического коэффициента отмечается на варианте с отвальной обработкой пара на фоне применения удобрений и гербицидов (3,55). На вариантах с механической обработкой добавление в систему химизации фунгицида приводит к уменьшению энергетического коэффициента. Самое высокое значение этого показателя на вариантах с «гербицидной» обработкой пара отмечается при комплексной химизации и составляет 2,30.

Обобщая результаты экономической и энергетической оценок, следует отметить, что эффективность замены основной обработки пара обработкой общеистребительным гербицидом ограничивается, в первую очередь, снижением урожайности по сравнению с отвальной и плоскорезной системами обработки. Поэтому и экономические, и энергетические показатели на этом варианте самые низкие.

Таблица 6 – Сравнительная экономическая и энергетическая оценка технологий возделывания яровой пшеницы по различным системам обработки чистого пара и химизации

Система обработки чистого пара	Система химизации	Урожайность зерна, ц/га	Экономическая оценка			Энергетическая оценка	
			условно чистый доход, руб/га	себестоимость 1 т зерна, руб	рентабельность, %	приращение валовой энергии, МДж/га	энерг. коэф-фиц.
Отвальная	0	22,6	7199	1815	176	29347	3,52
	У	25,4	6913	1885	119	32741	3,46
	У+Г	27,4	7265	2349	113	35625	3,55
	У+Г+Ф	29,3	7109	2574	94	38063	3,52
Гербицидная	0	10,8	1106	3976	26	7506	1,62
	У	15,3	1670	3908	28	13983	2,02
	У+Г	17,4	2074	3808	31	17146	2,19
	У+Г+Ф	19,1	1818	4048	24	19124	2,30
Плоскорезная	0	18,6	5892	1832	173	23379	3,26
	У	22,5	6156	2264	121	28769	3,39
	У+Г	24,2	6360	2372	111	31205	3,46
	У+Г+Ф	25,6	5954	2695	87	32639	3,37

Применяемые в посевах пшеницы средства химизации в различной степени увеличивают энергетический коэффициент в зависимости от применяемой системы подготовки пара, что будет иметь высокую значимость при изменении ценовой составляющей.

Однако, при сложившейся высокой стоимости удобрений, гербицидов и фунгицидов экономическая эффективность от их применения значительно снижается по мере увеличения уровня химизации.

Выводы

1. Почва чернозёма обыкновенного, обрабатываемая по гербицидной технологии, к моменту посева культуры содержит большее количество агрономически ценных фракций и коэффициент структурности, равный 1,55, что на 11-14% выше, чем на вариантах с механической обработкой пара.

2. Чистый пар, подготавливаемый по технологии гербицидной обработки, к концу парования уплотнён сильнее, чем пары с плоскорезной и отвальной системой обработки. К моменту посева яровой пшеницы плотность почвы на «гербицидном» пару выше, чем на отвальном и плоскорезном парах.

3. Замена основной обработки в пару однократной обработкой гербицидом сплошного действия приводит к потерям продуктивной влаги. К концу парования и на момент посева пшеницы наибольшие запасы влаги отмечаются на варианте отвального пара. К концу вегетации пшеницы этот вариант на 20-25% лучше сохраняет влагу в почве под вторую культуру, чем плоскорезная и гербицидная обработки пара.

4. На момент посева яровой пшеницы более высокое содержание нитратного азота в слое 0-40 см отмечается на варианте с отвальной обработкой пара и составляет 7,86 мг/кг почвы, что на 16% и 34% больше, чем на вариантах с плоскорезной и гербицидной системами обработки пара соответственно.

5. Более высокие показатели целлюлозоразрушающей активности микроорганизмов в чистом пару и в посевах яровой пшеницы отмечаются на варианте с отвальной обработкой пара. Вариант обработки, в котором основная обработка пара заменяется обработкой гербицидом сплошного действия и не проводятся культивации, уступает вариантам с применением механической обработки.

6. В условиях степной зоны Западного Забайкалья более высокое очищение пахотного слоя почвы от семян сорняков проявляется в варианте с отвальной обработкой пара. Как следствие этого, засорённость в посевах пшеницы на этом варианте наименьшая. Гербицидная обработка пара в меньшей степени способствует сороочищению. Однако в защите от сорной растительности посевов пшеницы приближается к отвальному пару.

7. Более высокая урожайность зерновых культур и продуктивность зернопарового севооборота отмечается на варианте с отвальной системой обработки пара. Применяемый комплекс средств химизации увеличивает урожайность

зерновых культур на 24-38%, в зависимости от системы обработки пара. Действие средств химизации проявляется на всех вариантах опыта, в которых обнаруживается прибавка от внесения удобрений. Системы обработки пара и удобрения в посевах пшеницы имеют последствие в посевах овса, которое проявляется в изменении показателей урожайности.

8. Исследования качества зерна выявили общую закономерность по всем вариантам обработки чистого пара: отвальной, гербицидной и плоскорезной. Прослеживается определенная тенденция улучшения технологических качеств зерна сорта сильной пшеницы Лютесценс 937 в вариантах при внесении удобрений и удобрений с баковой смесью гербицидов. По совокупности показателей качества в этих вариантах получено зерно более высокого качества.

9. По основному показателю экономической эффективности – рентабельности – выделяются варианты с отвальной (176 %) и плоскорезной (173 %) системой обработки пара. Применение средств химизации при складывающейся их стоимости снижает уровень рентабельности производства. По энергетической оценке также отмечается превосходство отвальной системы обработки пара. Замена механических обработок пара гербицидом сплошного действия имеет самую низкую биоэнергетическую оценку.

Предложения производству

1. На чернозёмной почве в степной зоне Западного Забайкалья предлагается в паровом поле севооборотов применять отвальную систему обработки, которая обеспечивает лучшие результаты по урожайности яровой пшеницы, экономической и энергетической оценке.

2. При необходимом использовании средств химизации следует строго учитывать складывающиеся цены их реализации, имея в виду высокую стоимость удобрений, гербицидов и фунгицидов, которая может снижать рентабельность производства продукции в зернопаровых севооборотах.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Батудаев А.П. Агроэкономическая оценка производства яровой пшеницы по различным обработкам чистого пара в степной зоне Бурятии /А.П. Батудаев, Т.В. Мальцева, Н.Н. Мальцев, **К.И. Калашников** //Вестник БГСХА им. В.Р. Филиппова. – 2013. – №2. – С.31-35.

2. Батудаев А.П. Практические рекомендации по проведению весенне-полевых работ на сельскохозяйственных угодьях Бурятии //А.П. Батудаев ... **К.И. Калашников** и др. – Улан-Удэ: Изд-во БГСХА им. В.Р.Филиппова, 2013. – 119 с.

3. **Калашников К.И.** Агрофизические свойства чернозема обыкновенного в зависимости от способа подготовки чистого пара в условиях Западного Забайкалья /К.И. Калашников, А.П. Батудаев // Мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Алтайского ГАУ «Перспективы инновационно-

го развития АПК сельских территорий». – Барнаул, 2013. – С.282-285.

4. **Калашников К.И.** Влажность черноземной почвы Западного Забайкалья в зависимости от способа подготовки чистого пара /К.И. Калашников, А.П. Батудаев//Сб. трудов всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2013. – Вып. 15. Т.1. – С.155-158.

5. Батудаев А.П. Системы обработки чистого пара в Западном Забайкалье / А.П. Батудаев, В.П. Терентьев, Б.Б. Цыбиков, **К.И. Калашников**, А.А. Карпов // Вестник БГСХА им. В.Р. Филиппова. – 2013. – Выпуск 3(32). – С.25-31.

Подписано в печать 15.11.2013. Бумага офс. №1. Формат 60x84 1/16.

Усл.печ.л. 1,0. Тираж 100. Заказ № 1069.

Цена договорная.

Издательство ФГБОУ ВПО «Бурятская государственная
сельскохозяйственная академия им. В. Р. Филиппова»

670034, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8

e-mail: rio_bgsha@mail.ru