

**Хахаева Зоя Карповна**

**Влияние сидеральных паров на плодородие почвы, урожайность и качество  
яровой пшеницы в лесостепной зоне Бурятии**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Улан-Удэ  
2016

Диссертационная работа выполнена на кафедре общего земледелия Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова»

**Научный руководитель:**

заслуженный работник сельского хозяйства  
Российской Федерации,  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор

**Батудаев Антон Прокопьевич**

**Официальные оппоненты:**

доктор биологических наук,  
профессор кафедры почвоведения и  
агротехники ФГБОУ ВО  
«Красноярский ГАУ»

**Ульянова Ольга Алексеевна**

кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент, заведующий кафедрой земледелия  
и растениеводства ФГБОУ ВО «Иркутский  
ГАУ им. А.А. Ежовского»

**Зайцев Александр Михайлович**

**Ведущая организация:** ФГБУН «Институт общей и экспериментальной биологии» СО РАН

Защита состоится 29 апреля 2016 г. в 10<sup>00</sup> ч. на заседании диссертационного совета Д 220.006.03 при ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова» по адресу: 670034, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8, тел./факс (3012)44-21-33, e-mail:agro@bgsha.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова» и на сайте БГСХА [www.bgsha.ru](http://www.bgsha.ru)

Автореферат разослан « » \_\_\_\_ 2016 г. и размещен на официальном сайте ФГБОУ ВО «Бурятская ГСХА имени В.Р. Филиппова» [www.bgsha.ru](http://www.bgsha.ru) и в сети Интернет на официальном сайте ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации [www.vak.ed.gov.ru](http://www.vak.ed.gov.ru)

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью предприятия, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат биологических наук, профессор

Т.М. Корсунова

**Введение**

**Актуальность.** Экстремальные природно-климатические условия Западного Забайкалья требуют отличных от других регионов Российской Федерации подходов к построению системы земледелия. Одной из главных задач земледелия в этих условиях является сохранение, поддержание и воспроизводство плодородия почвы. И здесь предлагается использование таких мелиоративных приемов, как применение мергеля, природных цеолитов, осадков сточных вод, цементной пыли, окисленных бурых углей, золы и собственно диспергированной исходной почвы. Однако все эти приемы связаны с достаточно большими затратами на их добычу, доведение до необходимого состояния, транспортировку и внесение, что делает их сегодня не совсем привлекательными.

В связи с этим определение эффективности различных сельскохозяйственных культур в качестве сидератов, обеспечивающих улучшение плодородия и повышение продуктивности почвы, на сегодня остается весьма актуальной народно-хозяйственной проблемой и требует своего решения и в условиях малоплодородных почв Западного Забайкалья, в частности в её лесостепной зоне.

В качестве сидеральных культур, как правило, используются многолетние бобовые травы (Довбан, 1990; Батудаев, 1996; Берзин, 2003; Литвинцев, 2014). В условиях Бурятии изучен только донник (Батудаев, 2004), прочие сельскохозяйственные культуры в качестве сидератов практически не рассматривались. Поэтому появилась настоятельная необходимость в рассмотрении большего числа растений для расширения набора культур пригодных для сидерации и использования в качестве сидерального пара.

**Цель исследований** – изучить влияние сидеральных паров на плодородие серой лесной почвы, урожайность и качество зерна яровой пшеницы.

Достижение поставленной цели достигается через решение **следующих задач:**

- определить влияние различных сидеральных паров на плодородие серой лесной почвы Бурятии;
- установить влияние сидеральных паров на урожайность яровой пшеницы в звене севооборота сидеральный пар – яровая пшеница;
- дать экономико-энергетическую оценку эффективности сидерации различными сельскохозяйственными культурами.

**Защищаемые положения:**

- сидеральные пары в условиях серых лесных почв Бурятии позитивно влияют на плодородие почвы;
- лучшую урожайность яровой пшеницы обеспечивают наряду с чистым паром и сидеральные пары, занятые бобовыми культурами;
- по экономико-энергетической эффективности возделывания яровой пшеницы превосходство остается за звеном севооборота пар чистый-пшеница.

**Научная новизна.** Впервые в условиях лесостепной зоны Бурятии установлена возможность использования сидеральных паров (гороховый и виковой) для улучшения плодородия и продуктивности серой лесной почвы.

**Практическая значимость.** В лесостепных агроландшафтах Западного Забайкалья определена возможность использования ряда сельскохозяйственных культур в сидеральных парах. Выявленные особенности формирования урожая сиде-

ральных культур и яровой пшеницы могут быть использованы при разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия Бурятии. Это позволит сельскохозяйственным предприятиям повысить эффективность использования природных ресурсов агроландшафтов и обеспечит производство сельскохозяйственной продукции не ниже уровня севооборота с чистым паром.

Материалы диссертационной работы используются в учебном процессе при подготовке бакалавров, магистрантов и аспирантов на агрономическом факультете Бурятской ГСХА им.В.Р. Филиппова.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации доложены и обсуждены на научных и научно-практических конференциях и совещаниях: международных (Монголия 2015; Молдавия, 2015), внутривузовских (Улан-Удэ, 2014, 2015), а также на заседаниях кафедры общего земледелия и Ученого совета агрономического факультета БГСХА им. В.Р.Филиппова (2012-2015 гг.).

**Публикации.** Основные положения диссертационной работы опубликованы в 6 печатных работах, в том числе 2 статьи в рекомендованном ВАК РФ издании («Вестник Бурятской ГСХА им. В.Р.Филиппова»).

**Объем и структура диссертации.** Диссертационная работа представляет собой рукопись объемом 132 страницы компьютерного текста, состоит из 6 глав, выводов, предложений производству и приложений, содержит 14 таблиц, 7 рисунков. Список использованной литературы включает 227 наименований, из которых 3 иностранных авторов.

**Личный вклад автора.** Диссертационная работа выполнена на основе экспериментальных материалов, полученных лично автором в результате исследований 2012-2015 гг. на опытно-агрономическом стационаре кафедры общего земледелия Бурятской ГСХА им. В.Р.Филиппова. Автор принимала участие в разработке программы исследований, проводила полевые, камеральные и аналитические работы, интерпретацию экспериментального материала, математическую обработку, подготовку и публикацию основных положений диссертации.

**Условия, объект и методика проведения исследований.** Экспериментальная часть диссертации выполнена в 2012-2015 гг. на богарном участке пашни на территории ФГУП «Байкальское» Кабанского района Республики Бурятия. Лесостепная зона республики, серая лесная почва.

Содержание гумуса в почве опытного стационара 1,50%. Реакция почвенного раствора pH-6,8. По содержанию нитратного азота – 9,2 мг/кг почвы, подвижного фосфора данная почва относится к обеспеченной, а обменного калия – малообеспеченной. Сумма поглощенных оснований 18,6 мг-экв. на 100 г почвы.

Метеорологические условия 2012-2015 годов в целом можно охарактеризовать как сложные. Сумма среднемесячных температур воздуха за вегетационный период в годы проведения исследований была выше на 0,4-0,8°C среднемноголетнего показателя, а сумма осадков ниже на 36,9-49,6%.

Полевой опыт заложен по схеме, где наряду с чистым паром в сидеральных парах представлены следующие сельскохозяйственные культуры, используемые в полеводстве Бурятии:

1. Пар чистый (контроль)
2. Горох

3. Суданская трава
4. Вика
5. Овес
6. Рапс яровой
7. Редька масличная

Площадь делянки 25-50 м<sup>2</sup>, учетная: для сидератов – 10 м<sup>2</sup>, для яровой пшеницы – 25 м<sup>2</sup>. Размещение вариантов последовательное в один ярус. Повторность трехкратная.

Агротехника возделывания парозанимающих культур согласно зональной системе земледелия Бурятии. Запашка сидератов производилась в период с 17 по 20 июля плугом ПЛН-4-35 без предплужников после предварительного измельчения надземной массы БДТ-2.2.

Фон удобрений: без удобрений. Сорга: яровая пшеница - Бурятская 79, овес – Мэргэн, горох – Аксайский, рапс яровой – Ратник, вика – Лиговская, суданская трава – Юбилейная 20, редька масличная – Тамбовчанка.

Сроки посева: 15-17 мая.

Норма высева: яровая пшеница 5 млн.шт. всхожих семян на 1 га, овес – 4,5 млн. шт./га, горох 1,2-1,3 млн. шт./га, рапс яровой 2,5-3,0 млн. шт./га, вика - 2,5 млн. шт./га, суданская трава - 1,5 млн.шт./га, редька масличная 2,0-2,5 млн.шт./га

Глубина заделки: Яровая пшеница 6-8 см, овес 6-8 см, горох 6-8 см, рапс яровой 2-3 см, вика 5-7 см, суданская трава 2-3 см, редька масличная 2-3 см.

#### Свойства почвы под сидеральными культурами

**Структурно-агрегатный состав.** Высокоэффективное плодородие почвы определяется совместным благоприятным сочетанием всех факторов плодородия, из которых физическим свойствам принадлежит ведущая роль. Важнейшим фактором, определяющим, это состояние является степень оструктуренности почв.

В наших исследованиях результаты определения структурного состава почвы показали (табл.1), что запашка сидеральных культур незначительно повлияло на содержание агрономически ценных агрегатов 0,25 – 10,0 мм, оно повысилось от 1,2 до 2,5 % по сравнению с контролем. Малоценные в агрономическом отношении структурные отдельности представлены фракциями > 10 мм (16-22%) и < 0,25 мм (7,40-10,5%).

Таблица 1 – Структурно-агрегатный состав почвы, %

Вариант	Размер фракций, мм			К
	>10	10 – 0,25	<0,25	
Пар чистый (контроль)	16,4	73,8	9,80	2,82
Горох	18,3	74,3	7,40	2,89
Суданская трав	22,2	69,3	8,50	2,26
Вика	17,0	75,0	8,00	3,00
Овес	17,7	71,8	10,5	2,55
Рапс яровой	17,0	73,8	9,20	2,82
Редька масличная	17,6	73,0	9,40	2,70

Характеристикой структурного состава почвы является коэффициент структурности (К). Чем выше этот коэффициент, тем лучше структура почвы.

Высокий коэффициент структурности по сравнению с чистым паром наблюдается на варианте под бобовыми культурами вики и гороха - 3,00 – 2,89. Наименьший – под культурой суданская трава – 2,26. Произошедшее увеличение коэффициента структурности свидетельствует о том, что содержание агрономически ценных структурных агрегатов диаметром 10-0,25 мм повышается, а микро- и глыбистых агрегатов (< 0,25 мм и > 10 мм) уменьшается.

**Влажность почвы.** Качество и продуктивность почв во многом зависят от их водных свойств и устойчивости водного режима. Отсюда в основу разработки систем использования пашни должны быть положены мероприятия, позволяющие наиболее эффективно использовать почвенную влагу путем накопления и сохранения ее от физического испарения, а также производительного ее использования.

Так, в условиях Бурятии многолетней практикой и наукой установлено, что только на парах здесь возможно получение гарантированных и устойчивых урожаев зерновых культур во всех почвенно-климатических зонах. Этот факт многие авторы объясняют, прежде всего, накоплением запасов влаги в почве на пару за счет летних осадков (Батудаев, Бохиев и др., 2010).

Анализ содержания влаги пахотном и подпахотном слоях серой лесной почвы (рис. 1, 2) позволяет констатировать, что в первый срок определения влажности почвы (май) её значения на всех вариантах практически одинакова и находится в пределах 10,23 - 11,81 % от абсолютно- сухой почвы в слое 0-20 см и 10,70 – 12,08 % в слое 0-40 см.

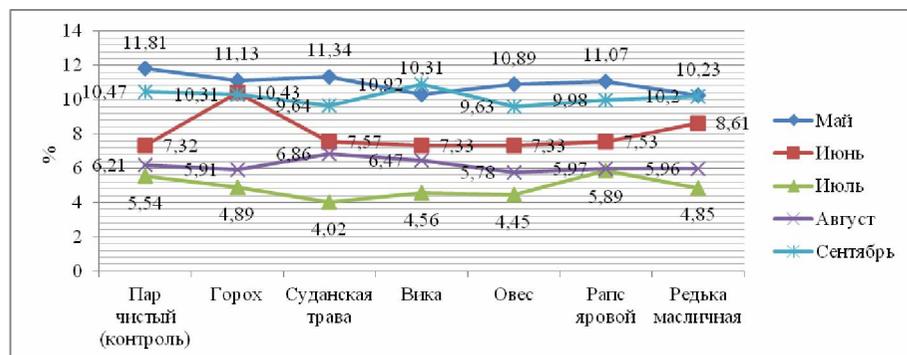


Рисунок 1 - Влажность почвы в период парования в слое 0 – 20 см, % от абс.-сух. почвы (в среднем за 2012-2014 гг.)

Рассматривая содержание влаги в течение парования можно отметить, что её величина устойчиво снижается под всеми сидеральными культурами до заделки сидератов (середина июля), что объясняется потреблением влаги на ростовые процессы, а также обусловлено малым выпадением осадков в этот период. В августе и сентябре на всех вариантах опыта отмечается определенное накопление влаги.

Также следует отметить, что к концу вегетационного периода (сентябрь) влажность почвы на всех вариантах и в обоих слоях почвы по сравнению с предыдущими

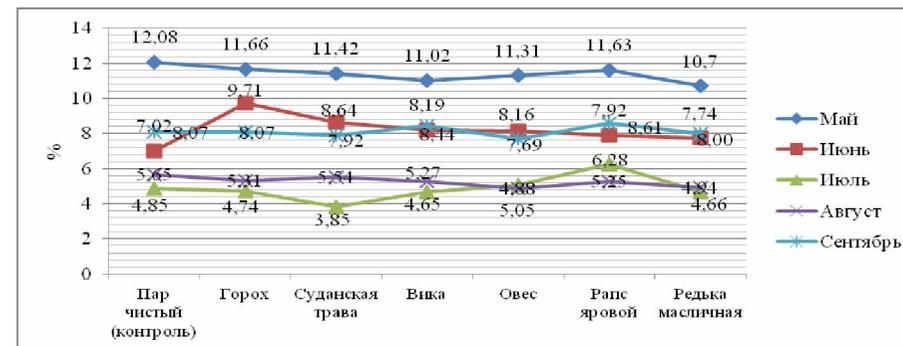


Рисунок 2 - Влажность почвы в период парования в слое 0 – 40 см, % от абс.-сух. почвы (в среднем за 2012-2014 гг.)

ми двумя месяцами (июль, август) существенно увеличилась и достигла в слое 0-20 см 9,63 - 10,92 %, а в слое 0-40 см – 7,69 – 8,61 % от абсолютно-сухой почвы. Причем верхний 0-20 см слой почвы более увлажнен, чем в среднем по слою 0-40 см.

**Содержание нитратного азота.** В наших исследованиях показано, что на нитратный режим почвы существенное влияние оказывают сельскохозяйственные культуры, используемые в качестве сидератов (табл.2).

Таблица 2 - Динамика содержания нитратного азота в период парования в слое почвы 0-20 см, мг/кг почвы (среднее за 2012-2014 гг.)

Вариант	Месяц			
	июнь	июль	август	сентябрь
Пар чистый (контроль)	11,33	9,66	5,13	7,46
Горох	10,45	6,91	4,48	8,38
Суданская трава	8,51	5,46	3,51	6,61
Вика	11,15	6,97	4,64	8,12
Овес	10,32	5,70	4,32	6,46
Рапс яровой	9,13	6,30	3,58	6,67
Редька масличная	8,90	6,37	3,95	6,53

Определение содержания нитратного азота под сидеральными культурами на начало вегетации (июнь) показало, что ее запасы в пахотном слое почвы находились в пределах 8,51 – 11,33 мг/кг. Наибольшее содержание нитратного азота обнаружено на контрольном варианте (чистый пар). Варианты с сидеральными парами уступали пару чистому по этому показателю. Среди сидеральных паров, в первый срок определения, отмечается некоторая тенденция превосходства вариантов, занятых бобовыми культурами (горох и вика).

При июльском сроке определения наибольшее содержание нитратного азота обнаружено при контрольном варианте (чистый пар). Затем выделяются варианты с горохом и викой, далее с рапсом яровым и редькой масличной и наименьшее количество нитратного азота отмечено на вариантах с суданской травой и овсом на зеленую массу.

Осеннее определение (сентябрь) показало превосходство сидеральных паров, занятых горохом и викой. Несколько ниже содержание нитратного азота в чистом

пару. Остальные варианты сидеральных паров обеспечили величину этого показателя на уровне 6,46 – 6,67 мг/кг почвы.

Следовательно, сидеральные пары, занятые горохом и викой в конце парования имеют содержание нитратного азота, превосходящее чистый пар. Прочие варианты уступают чистому пару и особенно сидеральным парам с горохом и викой по накоплению нитратного азота.

**Содержание элементов питания.** По содержанию азота, фосфора и калия, рассматриваемые культуры, существенно различаются (табл. 3). В зеленой массе сидеральных культур наибольшее содержание азота отмечается у вики и гороха, на уровне 1,72-2,11% обнаружено у капустных культур, при 1,39-1,48% у злаковых.

Таблица 3 - Содержание азота, фосфора и калия в зеленой массе и корневых остатках сидеральных культур, % воздушно-сухой массы (среднее за 2012-2014 гг.)

Сидеральная культура	Зеленая масса			Корневые остатки		
	азот	фосфор	калий	азот	фосфор	калий
Горох	3,32	0,27	1,55	1,98	0,20	1,30
Суданская трава	1,48	0,29	2,14	0,87	0,15	1,50
Вика	3,42	0,32	2,10	1,75	0,21	1,46
Овес	1,39	0,24	2,05	0,86	0,22	1,34
Рапс яровой	1,72	0,37	2,23	0,65	0,27	1,62
Редька масличная	2,11	0,32	2,22	0,66	0,29	1,63

Более высокое содержание азота в корневых остатках обнаружено, как и в зеленой массе, по бобовым культурам. По прочим культурам (злаковым и капустным) показаны достаточно близкие между ними содержание, хотя злаковые несколько превосходят по этому показателю капустные.

Содержание фосфора и калия выше в зеленой массе по сравнению с корневыми остатками сидеральных культур. Так, содержание фосфора в зеленой массе находится в пределах 0,24-0,37%, при 0,15-0,29% в растительных остатках.

**Накопление элементов питания парозанимающими культурами.** Все представленные сидеральные культуры существенно отличаются друг от друга по накоплению элементов питания. Этот показатель по зеленой массе находится в пределах 37,9-97,5 кг/га по азоту, по фосфору 6,3-13,0 кг и 35,9-75,3 кг/га калия. Азота в корневых остатках накапливалось соответственно 5,0-13,7 кг/га, фосфора 1,4-2,3 кг и калия 9,0-14,7 кг/га.

Особенно важно определение поступления в почву элементов питания со всей биологической массой (табл.4).

Таблица 4 – Накопление элементов питания всей биологической массой (среднее за 2012-2014 гг.)

Сидеральная культура	азот	фосфор	калий
Горох	90,7	7,7	44,9
Суданская трава	46,4	8,9	69,4
Вика	107,3	10,8	71,3
Овес	54,1	10,2	84,5
Рапс яровой	65,4	15,1	87,8
Редька масличная	67,9	11,7	87,6

Наибольшее количество азота поступает в почву при сидерации викой (107,3 кг/га) и горохом (90,7 кг/га). Капустные растения (рапс яровой и редька масличная) по сравнению с бобовыми культурами накапливают существенно меньше азота, а злаковые – в два раза меньше.

Накопление всей биологической массой сидеральных культур фосфора находится в пределах 7,7-15,1 кг/га, а калия – 44,9-87,8 кг/га. Более других накапливает фосфора капустные культуры, они же превосходят прочие по накоплению калия.

Таким образом, при подборе сидеральных культур для условий лесостепной зоны Бурятии предпочтение следует отдавать вике и гороху, которые обеспечивают накопление азота соответственно 107,3 и 90,7 кг/га, а также возможно использование капустных культур, таких как рапс яровой и редька масличная. Такие культуры как овес и суданская трава малоприспособлены в качестве сидератов.

### Влияние сидеральных паров на почвенные условия под посевом яровой пшеницы

**Влажность почвы.** В засушливых условиях для получения устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур основным лимитирующим фактором является почвенная влага.

Определение содержания влаги под посевами яровой пшеницы, размещенной по различным сидеральным парам показало достаточно близкие уровни значений (рис. 3,4). Так, влажность почвы в пахотном слое по вариантам колебалась от 8,62-10,5 % от абсолютно-сухой почвы, что говорит о практически равной обеспеченности влагой яровой пшеницы на начало ее вегетации (май).

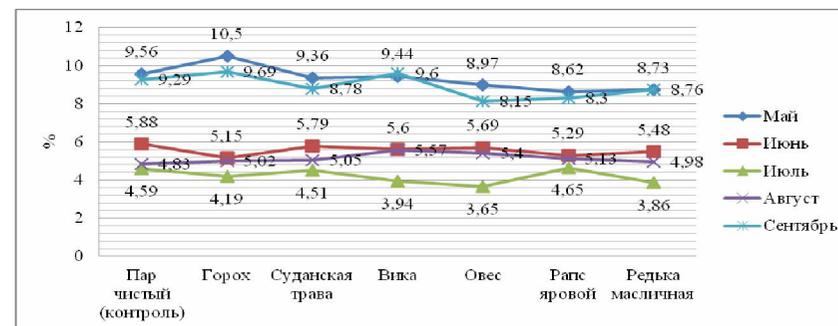


Рисунок 3 - Влажность почвы под посевами яровой пшеницы, в слое 0 – 20 см, % от абс.-сух. почвы (в среднем за 2013-2015 гг.)

Следует отметить тот факт, что среднее содержание влаги в 0-40 см слое почвы по абсолютному своему значению на всех вариантах превосходит слой в 0-20 см.

В последующие месяцы в июне и июле влажность почвы заметно снизилась, что обусловлено использованием влаги на ростовые процессы яровой пшеницы и малым выпадением осадков в этот период.

К уборке яровой пшеницы влажность почвы на всех вариантах и в обоих слоях почвы по сравнению с предыдущими месяцами (июнь, июль, август) существенно увеличилась и достигла в слое 0-20 см 8,15 -9,69 %, а в слое 0-40 см – 7,71-8,51 % от абсолютно-сухой почвы. Причем верхний 0-20 см слой почвы более увлажнен, чем в среднем по слою 0-40 см (рис. 4).

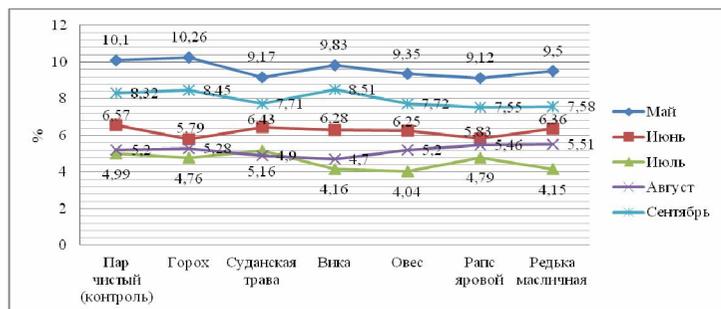


Рисунок 4 - Влажность почвы под посевами яровой пшеницы, в слое 0 – 40 см, % от абс.-сух. почвы (в среднем за 2013-2015 гг.)

Таким образом, в течение всей вегетации яровой пшеницы за 2013-2015 гг. несколько лучшие условия увлажнения имели варианты с чистым паром, горохом и викой, прочие варианты в конце вегетации имели меньшую, но примерно одинаковую влажность почвы, что и оказало наряду с другими условиями негативное влияние на урожайность зерна яровой пшеницы.

**Динамика нитратного азота.** Определение нитратного режима серой лесной почвы показало, что существенное влияние на данный показатель оказывают сельскохозяйственные культуры, используемые в качестве сидератов. Лучшая обеспеченность нитратным азотом в течение вегетационного периода яровой пшеницы наблюдается на вариантах с горохом и викой, по сравнению с остальными вариантами опыта (табл.5). Содержание нитратного азота по чистому пару уступает бобовым культурам, но несколько выше, чем по рапсу яровому и редьке масличной. Наименьшая обеспеченность нитратным азотом посевов яровой пшеницы складывается по сидеральным парам, занятым суданской травой и овсом на зеленую массу.

Таблица 5 - Динамика содержания нитратного азота в почве под посевами яровой пшеницы в слое почвы 0-20 см, мг/кг почвы (среднее за 2013 - 2015 гг.)

Вариант	Месяц				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
Пар чистый (контроль)	12,93	10,27	7,38	7,97	8,30
Горох	14,36	12,05	8,32	9,34	9,01
Суданская трава	9,22	8,27	6,40	6,17	5,85
Вика	16,03	13,32	9,46	9,98	9,64
Овес	9,46	8,76	7,12	5,63	6,06
Рапс яровой	12,03	10,57	7,18	6,60	7,00
Редька масличная	11,92	10,15	6,88	7,01	6,54

Таким образом, в качестве сидеральных культур на серой лесной почве в лесостепной зоне могут выступать такие культуры как горох и вика, которые по накоплению нитратного азота превосходят такой предшественник как чистый пар. Наименьшее количество нитратного азота накапливается по сидеральным парам, занятым суданской травой и овсом на зеленую массу.

**Целлюлозоразрушающая активность.** Одним из важнейших показателей плодородия является биологическая активность почвы. Целлюлозоразрушающая способность почвы – широко принятый показатель биологической активности особенно для почв с низким и средним содержанием гумуса.

В наших исследованиях степень разложения льняного полотна по вариантам различается (рис.5). На контрольном варианте процент убыли льняного полотна составляет 18,1, на вариантах с такими сидеральными культурами как суданская трава, овес, рапс яровой, убыль льняного полотна ниже и составляет 16,9; 17,5; 17,0%.

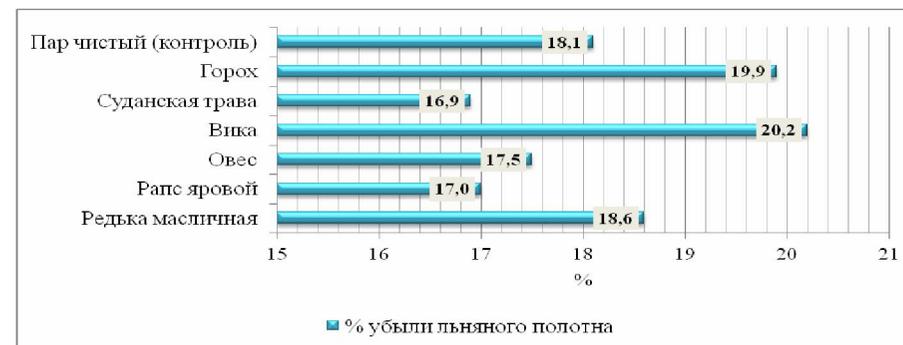


Рисунок 5 - Целлюлозоразрушающая способность почвы под яровой пшеницей (трехмесячная экспозиция), % (среднее за 2014-2015 гг.)

На вариантах с использованием в качестве сидератов гороха и вики, убыль льняного полотна составляет 19,9 и 20,0 %, что 1,8 и 2,1 % выше, чем на контроле.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что на целлюлозоразрушающую способность почвы благоприятное воздействие оказывает поступающий с бобовыми азот, благодаря которому повышаются темпы развития микроорганизмов. Следовательно, использование бобовых сидератов может улучшать такой показатель плодородия, как биологическая активность почвы.

**Полевая всхожесть семян яровой пшеницы.** Среди факторов, оказывающих основополагающее влияние на урожайность сельскохозяйственных культур, является густота стояния растений на единице площади. Производным от этого показателя является полевая всхожесть семян.

Наши данные (табл. 6), рассматривающие различные сидеральные пары на серых лесных почвах, показали наличие их существенного влияния на полевую всхожесть семян яровой пшеницы. Из таблицы 6 видно, что в среднем за годы исследований значение этого показателя находится в пределах 56,4-70,0%. Более высокая полевая всхожесть установлена на вариантах с чистым паром, где она составили 70,0%. Достаточно близкое к этому значение получено по занятым бобовыми культурами парам (горох и вика). Низкий уровень полевой всхожести отмечен по сидеральным парам, занятым злаковыми культурами (суданская трава – 56,4%, овес – 57,3%).

Таблица 6 – Полевая всхожесть семян яровой пшеницы (среднее за 2013-2015 гг.)

Вариант	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее
Пар чистый (контроль)	72,4	70,3	67,3	70,0
Горох	71,6	69,1	60,0	67,0
Суданская трава	60,4	57,4	51,4	56,4
Вика	71,0	69,4	59,8	66,1
Овес	59,9	58,4	53,6	57,3
Рапс яровой	68,9	67,1	58,4	64,8
Редька масличная	67,8	66,1	54,7	62,8
НСР <sub>05</sub>	2,1	1,8	3,6	

На занятых рапсом яровым и редькой масличной она составила соответственно 64,8 и 57,3%. Безусловно, такие различия в полевой всхожести семян яровой пшеницы, вызванные различной густотой стояния растений, оказали существенное влияние на урожайность яровой пшеницы по вариантам опыта.

Следовательно, наилучшие условия для прорастания семян яровой пшеницы формируются при применении чистого пара, а из сидеральных паров - занятых бобовыми культурами, затем капустными и на последнем месте – злаковыми культурами.

#### Урожайность сидеральных культур и яровой пшеницы

**Урожайность сидеральных культур.** Сегодня в связи со складывающейся ситуацией в агропромышленном комплексе интерес к сидеральным культурам вновь растет. И в связи с тем, что в условиях Бурятии набор возможных сидератов весьма узок, появилась настоятельная необходимость в проверке пригодности различных сельскохозяйственных культур в качестве сидератов в паровых полях.

По нашим данным, полученным в условиях серой лесной почвы лесостепной зоны, урожайность надземной зеленой массы сидеральных культур и выход растительных остатков существенно различаются (табл. 7). Наибольший выход надземной массы получен у капустных культур – у рапса ярового -143 ц и у редьки масличной – 115 ц/га. У испытуемых злаковых культур урожайность надземной массы варьирует от 86 ц/га (суданская трава) до 113 ц/га (овес на зеленую массу). Близкие уровни урожайности получены по бобовым культурам – 96 ц/га у вики и 99 ц/га у гороха.

Таблица 7 - Выход надземной массы и корневых остатков (ц/га) в сидеральных парах (среднее за 2012-2014 гг.)

Сидеральная культура	Надземная масса		Корневые остатки	
	сырая	воздушно-сухая	сырая	воздушно-сухая
Горох	99	23,2	16,4	6,9
Суданская трава	86	25,6	21,4	9,8
Вика	96	28,5	17,9	7,9
Овес	113	32,9	23,3	10,5
Рапс яровой	143	35,1	18,4	7,7
Редька масличная	115	29,8	18,3	7,6

По выходу корневых остатков сложилась несколько другая картина. Наиболее высокий выход сырых корневых остатков отмечается у злаковых культур, затем у капустных и наименьшее их количество получено по бобовым культурам.

В среднем за три года наблюдений в надземной массе сидеральных культур накапливалось 23,2-35,1 ц/га воздушно-сухой массы, а в корневых остатках - 6,9-10,5 ц/га.

Корреляционные связи между выходом надземной массы сидеральных культур и влажностью 0-20 см слоя почвы, май – средняя ( $r=0,64$ ), июнь – низкая ( $r=0,18$ ), июль – низкая ( $r=0,17$ ); содержанием N-NO<sub>3</sub> в 0-20 см слое почвы, май – средняя ( $r=0,64$ ), июнь – сильная ( $r=0,83$ ), июль – средняя ( $r=0,36$ ).

**Урожайность яровой пшеницы по сидеральным парам.** Разные условия роста и развития, сложившиеся по предшественникам определили величины урожайности яровой пшеницы. Засушливые условия 2014 и 2015 годов обеспечили слабые уровни урожайности. Следует заметить, что полученные урожайности зерна показывают наличие существенных различий между чистым и сидеральными парами. Заметная разница по урожайности яровой пшеницы отмечается и среди сидеральных паров в зависимости от сельскохозяйственных культур, выполняющих роль сидератов.

Анализ урожайности яровой пшеницы по чистому и различным сидеральным парам в условиях серой лесной почвы лесостепной зоны в среднем за три года показал, что лучшим предшественником яровой пшеницы является чистый пар (табл.8). Сидеральные пары в разной степени уступают по урожайности яровой пшенице по чистому пару. Так, гороховый сидеральный пар обеспечивает урожайность яровой пшеницы на уровне 18,9 ц/га, что практически на уровне чистого пара. Разница в урожайности яровой пшеницы по остальным сидеральным парам относительно чистого пара изменяется от 1,7 до 5,5 ц/га или от 8,6 до 28,0%. Следует отметить, что наименьшие урожайности яровой пшеницы получены по злаковым сидеральным культурам, затем по капустным и достаточно близкие к чистому пару уровни по сидеральным парам, занятыми бобовыми культурами.

Таблица 8 - Урожайность яровой пшеницы по чистому и различным сидеральным парам

Вариант	Урожайность ц/га			Средняя	Прибавка к контролю	
	2013 г.	2014 г.	2015 г.		ц/га	%
Пар чистый (контроль)	39,6	7,8	11,3	19,6	-	-
Горох	38,5	7,6	10,5	18,9	-0,7	-3,6
Суданская трава	31,8	5,8	9,9	15,8	-3,8	-19,4
Вика	35,2	7,3	11,3	17,9	-1,7	-8,6
Овес	26,8	5,2	10,4	14,1	-5,5	-28,0
Рапс яровой	33,6	6,9	10,5	17,0	-2,6	-13,3
Редька масличная	32,9	6,8	8,5	16,1	-3,5	-17,9
НСР <sub>05</sub> , ц/га	3,1	0,5	1,5			

Определение корреляционных связей между:

а) урожайностью зерна яровой пшеницы и показателями агрономических свойств почвы – с влажностью почвы 0-20 см слоя, май – сильная ( $r=0,74$ ), содержанием N-NO<sub>3</sub> в слое 0-20 см слое почвы, май – средняя ( $r=0,42$ ), целлюлозоразру-

шающей способностью почвы – средняя ( $r = 0,40$ ), полевой всхожестью семян – сильная ( $r = 0,87$ ).

Следовательно, в условиях серой лесной почвы лесостепной зоны лучшими предшественниками являются чистый пар и бобовые сидеральные пары. В качестве сидеральных культур могут быть приняты горох и вика, а также возможно использование капустных культур, таких как рапс яровой и редька масличная. Такие культуры как овес и суданская трава малопригодны в качестве сидератов.

**Физические свойства зерна яровой пшеницы.** Нами проведено определение некоторых показателей качества зерна яровой пшеницы в зависимости от паровых предшественников в условиях серых лесных почв Бурятии. Получены данные, показывающие достаточно заметное влияние различных паров на качество зерна (табл. 9).

Таблица 9 - Физические свойства зерна яровой пшеницы (среднее за 2013-2015 гг.)

Вариант	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Натура, г/л
Пар чистый (контроль)	41,4	85,1	793
Горох	42,6	87,4	808
Суданская трава	35,7	72,3	774
Вика	40,9	89,2	798
Овес	34,7	74,5	769
Рапс яровой	36,4	78,7	786
Редька масличная	37,2	80,1	784
НСР <sub>05</sub>	2,1	2,6	10,2

Определение корреляционных связей между урожайностью зерна яровой пшеницы и показателями качества показало: массой 1000 зерен – сильная ( $r = 0,96$ ), натурой зерна – сильная ( $r = 0,95$ ), стекловидностью - средняя ( $r = 0,64$ ).

В нашем опыте масса 1000 зерна в зависимости от паровых предшественников изменялась от 34,7 до 42,6 г, наименьшее значение данного показателя отмечено по овсяному сидеральному пару. Наибольшая масса 1000 зерен отмечена на бобовых сидеральных и чистому парам. В целом на всех изучаемых вариантах зерно яровой пшеницы по массе 1000 зерен относится к группе высокой массы.

Важным показателем качества зерна яровой пшеницы является его натура. При этом на бобовых сидеральных парах и чистом пару натура зерна составила 793-808 г/л, причем величина её снижается от вариантов с бобовыми сидеральными парами к злаковым сидеральным.

Не менее важным показателем физических свойств зерна яровой пшеницы является его стекловидность, которая характеризует консистенцию эндоспермы, косвенно она служит показателем качества белка, содержащегося в зерне. Известно, что при прочих равных условиях из стекловидного зерна получается больший выход муки по сравнению с мучнистым (Авдусь, Сапожников, 1969).

В наших исследованиях наибольшие показатели стекловидности получены на вариантах с сидеральными парами, занятым бобовыми культурами, а наименьшие - отмечены в вариантах с сидеральными злаковыми парами.

#### Экономико-энергетическая оценка возделывания яровой пшеницы по различным парам

Для характеристики эффективности различных технологий возделывания яро-

вой пшеницы необходимо дать экономико-энергетическую оценку, которая позволяет с полной достоверностью сделать вывод о хозяйственной целесообразности внедрения в производство тех или иных предшественников, обеспечивающих повышение урожайности и плодородия почвы.

В таблице 10 приведены показатели экономико-энергетической оценки возделывания яровой пшеницы по чистому и различным сидеральным парам.

Самая низкая себестоимость зерна яровой пшеницы получена при её размещении по чистому пару, а самые высокие уровни себестоимости зерна - по гороху, овсу и вике, достаточно близкими по величине оказались себестоимости по рапсу яровому и редьке масличной. Следует заметить, что экономическая эффективность, наряду с величиной урожайности зерна яровой пшеницы, определяется различными прямыми затратами, которые, в нашем случае, главным образом зависят от крупности и стоимости семян сидеральных культур.

По основному показателю экономической эффективности – рентабельности производства зерна яровой пшеницы первенство остается за чистым паром (221%), затем – сидеральные пары, занятые культурами из семейства капустные – рапсом яровым и редькой масличной. Наименьший уровень рентабельности зерна получен по сидеральному пару занятому горохом, викой и овсом, что связано в первом случае с высокой ценой семян, а по овсу – самой низкой урожайностью зерна яровой пшеницы по этому предшественнику.

Наибольший уровень приращения валовой энергии отмечен в звене севооборота с чистым паром, а среди вариантов с сидеральными парами лучшие результаты получены по бобовым парам, затем по капустными, а наименьший выход энергии - по злаковым парам. По энергетическому коэффициенту на вариантах опыта отмечается аналогичная закономерность.

Таблица 10 – Экономико-энергетическая эффективность возделывания яровой пшеницы по чистому и сидеральным парам (среднее за 2013-2015 гг.)

Вариант	Урожайность яровой пшеницы, ц/га	Экономическая			Энергетическая	
		условно-чистый доход, руб/га	себестоимость, руб/ц	рентабельность, %	приращение валовой энергии, МДж/га	энергетической коэффициент
Пар чистый (контроль)	19,6	9449	218	221	17090	2,15
Горох	18,9	2960	543	29	12678	1,70
Суданская трава	15,8	5259	360	92	9744	1,61
Вика	17,9	4259	462	51	13149	1,82
Овес	14,1	3199	473	48	4943	1,23
Рапс яровой	17,0	7129	281	149	11973	1,76
Редька масличная	16,1	6459	299	134	10284	1,64

\*Цена 1 ц зерна яровой пшеницы 700 руб.

Таким образом, по экономико-энергетической эффективности производства зерна яровой пшеницы выделяется звено пар чистый – яровая пшеница. Из звеньев севооборотов с сидеральными парами лучшими по рентабельности зерна пшеницы являются варианты, где в качестве сидератов выступают рапс яровой и

редька масличная, а по энергетическим показателям обнаружено превосходство бобовых сидеральных паров (горох и вика).

### Выводы

1. Сидеральные пары, занятые горохом и викой в конце парования имеют содержание нитратного азота соответственно 8,36 и 8,12 мг/кг почвы и превосходят чистый пар (7,46 мг/кг почвы). Остальные варианты уступают чистому пару и особенно заметно сидеральным парам с горохом и викой по накоплению нитратного азота.

2. Сидеральные пары, занятые бобовыми культурами, в лесостепной зоне Бурятии на серой лесной почве по осеннему содержанию влаги (10,31-10,92% от абс.-сух.почвы) не уступают чистому пару.

3. В условиях 2012-2014 гг. наибольшая урожайность надземной массы получена на капустных культурах (рапс яровой и редька масличная), соответственно 143 и 115 ц/га. Наименьшие урожайности зеленой массы получены по зернобобовым культурам (горох и вика) и суданской траве.

4. В течение всей вегетации яровой пшеницы лучшие условия увлажнения почвы отмечались при размещении по чистому пару, гороховому и виковому сидеральному парам. Прочие варианты в конце вегетации имели несколько меньшую, но примерно одинаковую влажность почвы.

5. При подборе сидеральных культур для условий лесостепной зоны Бурятии предпочтение следует отдавать вике и гороху, которые обеспечивают накопление азота соответственно 107,3 и 90,7 кг/га, а также возможно использование капустных культур как рапс яровой и редька масличная. Такие культуры как овес и суданская трава малоприспособлены в качестве сидератов.

6. По суммарному удобрительному действию по азоту, фосфору и калию, из изученных сидеральных культур, выделяются капустные культуры (рапс яровой и редька масличная), которые существенно превосходят бобовые по накоплению фосфора и калия, но уступают им по азоту (на 13,0-14,6%).

7. Гороховый сидеральный пар обеспечивает урожайность яровой пшеницы на уровне 18,9 ц/га, что практически не уступает чистому пару. Урожайности яровой пшеницы по остальным сидеральным парам уступают чистому пару от 1,7 до 5,5 ц/га или от 8,6 до 28,0%.

8. Лучшее по качеству зерно яровой пшеницы формируется по сидеральным парам, занятым бобовыми культурами (горох и вика), практически на этом уровне находятся показатели качества и по чистому пару.

9. При экономико-энергетической оценке производства зерна яровой пшеницы выделяется звено севооборота пар чистый – яровая пшеница. Из звеньев севооборота с сидеральными парами лучшими по экономическим показателям зерна пшеницы являются варианты, где в качестве сидератов используются рапс яровой и редька масличная, а по энергетическим показателям – гороховый и виковый сидеральные пары.

### Предложения производству

На основании полученных экспериментальных данных сформулированы сле-

дующие предложения производству:

1. Для достижения наибольшего удобрительного эффекта на малоплодородных серых лесных почвах в сидеральных парах предлагается использовать бобовые (горох и вика) и капустные культуры – рапс и редьку масличную.

2. Для получения наибольшей экономической эффективности в производстве зерна яровой пшеницы по сидеральным парам необходимо их занимать капустными культурами – рапсом или редькой масличной.

3. В пользу более широкого использования в полевых севооборотах сидеральных паров указывает и тот факт, что при возникновении острых ситуаций с заготовкой кормов сельскохозяйственные предприятия могут направить эти посевы на кормовые цели при сохранении достаточного удобрительного эффекта из-за поступления в почву органического материала в виде корневых остатков.

### Список работ, опубликованных по теме диссертации

#### *В журналах рекомендованных ВАК*

1. Хахаева З.К. Сравнительная оценка сельскохозяйственных культур в качестве сидератов в лесостепной зоне Бурятии /М.Б. Батуева, **З.К. Хахаева**, А.П. Батуева //Вестник Бурятской ГСХА имени В.Р.Филиппова, 2015, - №2. – С.131-134.

2. Хахаева З.К. Урожайность яровой пшеницы по чистому и сидеральным парам в лесостепной зоне Бурятии /А.П. Батуева, М.Б. Батуева, **З.К. Хахаева** // Вестник Бурятской ГСХА имени В.Р.Филиппова, 2015. № 4.- С.7-10.

#### *В других изданиях*

3. Хахаева З.К. Эффективность использования сидеральных культур в условиях лесостепной зоны Бурятии /А.П. Батуева, М.Б. Батуева, **З.К. Хахаева** //Ж. Эрдмийн бичиг. International Scientific Conference on Agro ecological issues of Central Asian altitude. 29 August 2014, Ulaanbaatar, Mongolia. Vol. 2., P. 124-129.

4. Хахаева З.К. Влияние различных сидеральных предшественников на урожайность яровой предшественников в условиях лесостепной зоны /А.П. Батуева, М.Б. Батуева, **З.К. Хахаева** // Мат-лы м/н науч.-практ. конф. К 90-летию И.А.Ишигенова (26 марта 2015 г.). Улан-Удэ. Изд-во БГСХА. 2015. С. 141-144

5. Хахаева З.К. Влияние сидеральных культур на плодородие и продуктивность серой лесной почвы в лесостепной зоне Бурятии / А.П. Батуева, М.Б. Батуева, **З.К. Хахаева** //«Rezultatele cercetarilor la cultura plantelor de camp in Republica Moldova», conferinta stiintifico-practica (2015; Chisinau)/ Materialele conferintei stiintifico-practice «Rezultatele cercetarilor la cultura plantelor de camp in Republica Moldova», Balti, 19 iunie 2015, pg.290-294.

6. Хахаева З.К. Влияние сидеральных паров на урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Бурятии / А.П. Батуева, М.Б. Батуева, **З.К. Хахаева** //Мат-лы м/н науч.-практ. конф. «Инновационные аспекты агрономии в повышении продуктивности растений и качества продукции в Сибири» 100 лет Барнакова Н.В., 4.12. 2015 г. Улан-Удэ. – С.17-20.

Подписано в печать 18.03.2016. Бумага офс. №1. Формат 60x84 1/16.

Усл.печ.л. 1,0. Тираж 100. Заказ №

Цена договорная.

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

670034, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8

e-mail: [gio\\_bgsha@mail.ru](mailto:gio_bgsha@mail.ru)