

На правах рукописи

Сметанина Олеся Викторовна

**ВЛИЯНИЕ ПОЛЕВЫХ СЕВОБОРОТОВ И СИСТЕМ
УДОБРЕНИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ
СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ В ЛЕСОСТЕПИ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ**

Специальность 06.01.01 – Общее земледелие

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Улан-Удэ
2011

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ Иркутский НИИ-ИСХ Россельхозакадемии).

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор **Солодун Владимир Иванович**

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор **Чимитдоржиева Галина Доржиевна**
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Цыбиков Бэликто Батоевич

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Красноярский
государственный аграрный университет»

Защита диссертации состоится 08.12.2011г. В 10⁰⁰ час на заседании диссертационного совета Д 220.006.03 при Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р.Филиппова по адресу: 670024, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8, факс: 8(3012)44-21-33

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова и на сайтах www.vak.ed.gov.ru и www.bgsha.ru

Автореферат разослан 2011 г.

Учёный секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук, профессор

Т.М. Корсунова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одним из основных элементов современных адаптивно-ландшафтных систем земледелия являются севообороты. Севообороты играют ключевую роль в системном использовании пашни, сохранении плодородия почвы, упорядоченном применении всех остальных технологических звеньев системы земледелия. В 90-е годы в Предбайкалье произошло резкое сокращение поголовья животных, что обусловило снижение применения органических удобрений и сокращение посевов ценных кормовых листовых культур, являющихся хорошими предшественниками в севооборотах. В качестве ведущего предшественника в регионе стал преобладать чистый пар (до 25 - 30 % и более), а доля зерновых возросла до 55 - 65 %. Переход на зернопаровую структуру использования пашни привел, с одной стороны, к дегумификации почв, увеличению площади низкогумусной пашни, а с другой, к дисбалансу между производством зерна и кормов, животноводства в целом. В связи с этим возникла острая необходимость исследований по сравнительной и всесторонней оценке зернопаровых севооборотов с более биологизированными с занятым паром и плодосменными.

Цель исследований. Установить влияние и наиболее эффективные виды полевых севооборотов и систем удобрений на плодородие и продуктивность серых лесных почв лесостепной зоны Предбайкалья.

Задачи исследований:

- изучить влияние севооборотов на агрофизические и агрохимические свойства, влагообеспеченность почвы и засоренность посевов;
- установить влияние севооборотов при применении минеральной, органической и органо - минеральной системах удобрений на урожайность культур и продуктивность севооборотов;
- дать экономическую и биоэнергетическую оценку полевым севооборотам с учетом разных систем применения удобрений.

Научная новизна. Впервые в условиях лесостепной зоны Предбайкалья на серых лесных почвах изучена эффективность полевых севооборотов при минеральной, органической и органо - минеральной системах удобрений. Установлено, что в условиях лесостепной зоны региона зернопаровой севооборот с чистым паром по агротехнической и комплексной экономико-энергетической оценке менее эффективен, чем севооборот с занятым паром и плодосменный, а чистый пар

как предшественник яровой пшеницы не имеет заметных преимуществ перед занятым паром, кукурузой, клевером.

Защищаемые положения:

- зернопаровой севооборот с занятым паром и плодосменный севооборот с кукурузой и клевером, в отличие от зернопарового с чистым паром способствуют повышению плодородия серых лесных почв и продуктивности севооборотов;

- эффективность полевых севооборотов возрастает при применении минеральной, органической и органо - минеральной систем удобрений;

- экономическая и биоэнергетическая эффективность зернопарового севооборота с занятым паром и плодосменного севооборота выше, чем зернопарового с чистым паром.

Практическая значимость. Для условий лесостепной зоны Иркутской области на серых лесных почвах наиболее эффективными являются полевые севообороты, включающие кукурузу на силос, клевер и зерновые культуры, размещаемые по этим предшественникам один год.

При повторных посевах зерновых вместо ячменя целесообразно возделывать овес, который является более урожайной зернофуражной культурой в зоне проведенных исследований.

Наиболее высокая эффективность полевых севооборотов достигается при применении минеральных удобрений и их сочетании с органическими: навозом, сидератами, использованием на удобрение соломы.

Апробация работы. Основные результаты исследований по теме диссертации доложены и обсуждены на научно-практических конференциях различного уровня: на международных (Новосибирск, 2004; Иркутск, 2005; Иркутск, 2011; Красноярск, 2011), региональной (Иркутск, 2010).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, в том числе 2 статьи в изданиях рекомендованных ВАК.

Личный вклад. Диссертационная работа является обобщением личных материалов, собранных автором в результате полевых исследований 2003-2005гг., на стационарном опытном поле Иркутского НИИСХ.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, семи глав, выводов, предложений производству, списка

литературы и приложений. Изложена на 150 страницах, включает 24 рисунка, 20 таблиц. Список литературы содержит 157 источников, в т.ч. 3 на иностранных языках.

Условия, объекты и методика исследований. Исследования проводились на опытном поле Иркутского НИИСХ (пос. Пивовариха), в 2003 – 2005 г.г.

Объекты исследования – серая лесная почва, полевые севообороты.

Почва участка серая лесная, тяжелосуглинистая, слабокислая, сумма поглощенных оснований 21 - 25 мг/экв. В пахотном слое содержится: гумуса 4,0 – 5,5 %. Количество легкодоступного калия низкое, фосфора высокое. Плотность почвы 0 - 30 см слоя – 1,31 – 1,56 г/см³.

Условия вегетационного периода по годам исследований отличались по основным гидрометеорологическим показателям, но в целом были характерными для лесостепной зоны Иркутской области.

Полевой опыт включает 3 севооборота с короткой ротацией. Зернопаровой с чистым паром (пар чистый – пшеница – ячмень). Зернопаровой с занятым паром (зернотравяной) ((горох – овёс) – пшеница – овёс). Плодосменный (кукуруза – ячмень + клевер – клевер – пшеница).

Во всех трех севооборотах в сравнении с абсолютным контролем изучались минеральная, органическая и органо - минеральная системы поддержания плодородия почвы (4 варианта) по следующей схеме:

1. Контроль (без всех видов удобрений).
2. Минеральная (внесение минеральных удобрений).
3. Органическая (внесение органических удобрений).
4. Органо - минеральная (совместное внесение минеральных и органических удобрений).

В первом севообороте при минеральной системе удобрения ($N_{45} P_{45} K_{45}$) вносились под пшеницу и ячмень. Дозы удобрений – рекомендованные для зоны. При органической системе измельчалась и запахивалась вся солома после уборки пшеницы и ячменя. Одновременно с заашкой соломы вносился азот из расчета 15 кг д.в. на 1 тонну соломы для усиления микробиологической деятельности, с целью более активного разложения соломы и корнепоживных остатков. В чистом пару вносился полуперепревший навоз по 25-30 т/га.

При органо - минеральной системе одновременно применялись агрохимические и биологические приемы: внесение минеральных удобрений, заплата соломы зерновых культур, внесение навоза.

Во втором севообороте (с занятым паром) при минеральной системе под все культуры вносились минеральные удобрения в рекомендованных дозах. При органической, измельчалась и запахивалась вся зеленая масса горохо-овса на сидерат, запахивалась солома пшеницы и овса с одновременным внесением азота по 15 кг д.в. на 1 тонну соломы. При органо - минеральной системе удобрений совместно применялись агрохимические и биологические приемы.

В плодосменном севообороте в минеральной системе также, как и в зернопаровых, вносились только минеральные удобрения. В органической – заплата зеленой массы клевера на сидерат (второй укос), заплата соломы пшеницы с внесением 15 кг д.в. азота на 1 тонну соломы. В органо - минеральной – совместное внесение органических и минеральных удобрений.

Севообороты заложены в трёхкратной повторности во времени и пространстве, общая площадь делянки 105 м² (30,0м x 3,5 м), учётная площадь 72,0 м² (30,0м x 2,4 м).

Агротехника в опытах была общепринятой для лесостепной зоны Иркутской области.

В опытах высевались районированные сорта сельскохозяйственных культур; пшеница – Тулунская 12, ячмень – Неван, овес – Ровесник, клевер – Тулунский, кукуруза–F1 РОСС-197АМВ, горох Аксайский усатый.

В опытах осуществлялись следующие учеты, анализы и наблюдения: метеорологические показатели приведены по данным метеопоста ИрНИИСХ. Структурный агрегатный состав почвы определяли по методике Н.И. Саввинова (сухое и мокрое просеивание почвы). Плотность почвы объёмным буром Н.А. Качинского. Содержание продуктивной влаги в почве термостатно - весовым методом, по слоям почвы через 10 см до глубины 50 см и 1 м. Засоренность в посевах определялась количественно весовым методом (Доспехов, Васильев, 1987). Содержание нитратного азота определяли ионометрическим методом по ГОСТ – 20951 - 86; подвижный фосфор и калий по методу Кирсанова. Учет урожая осуществляли методом сплошной поделочной уборки комбайном, урожай приводился к 100% чистоте (ГОСТ

12037 - 81) и 14% влажности (ГОСТ 10841 - 82). Расчет экономической эффективности технологии возделывания сельскохозяйственных культур проводился по технологическим картам и нормативным расчетам. Биоэнергетическая оценка велась в соответствии с методом Н.В. Абрамова, Г.П. Селюковой (2000). Статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа на персональном компьютере с использованием программы Snedekor по методике Б.А. Доспехова (1985).

ВЛИЯНИЕ СЕВООБОРОТОВ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ

Плотность почвы. Плотность почвы имеет важное значение в регулировании водного, воздушного, пищевого, теплового, питательного режимов, направленности и интенсивности микробиологических процессов. По полученным данным, плотность пахотного слоя серой лесной почвы по её частям колеблется от 1,20 г/см³ в слое 0 – 10 (оптимально для зерновых) до 1,53 г/см³ в слое 20 – 30 см (что значительно выше оптимального). Проведенные исследования показали, что плотность почвы зависит от севооборота и систем применений удобрений (табл. 1).

Таблица 1 – Плотность почвы под культурами севооборотов при разных системах удобрений с слое 0 – 30 см.

Севооборот	Система удобрений	Плотность почвы г / см ³		Изменение +, -, г / см ³
		начало ротации	конец ротации	
зернопаровой				
Пар чистый Пшеница Ячмень	контроль	1,32	1,30	- 0,02
	минеральная	1,33	1,28	- 0,05
	органическая	1,32	1,21	- 0,11
	органо – минеральная	1,33	1,20	- 0,13
зерноотравной				
Пар занятый Пшеница Овёс	контроль	1,37	1,33	- 0,04
	минеральная	1,37	1,31	- 0,06
	органическая	1,38	1,22	- 0,16
	органо – минеральная	1,37	1,22	- 0,15
плодосменный				
Кукуруза Ячмень + клевер Клевер Пшеница	контроль	1,32	1,27	- 0,05
	минеральная	1,33	1,29	- 0,04
	органическая	1,31	1,20	- 0,11
	органо – минеральная	1,30	1,20	- 0,10

Примечание; плотность почвы под культурами севооборотов определялась в фазу, соответствующую полным всходам зерновых культур.

Как следует из таблицы 1, в начале ротации севооборотов плотность почвы по вариантам различалась незначительно и в среднем составляла в слое 0 – 30 см 1,30 – 1,38 г/см³. К концу ротации во всех севооборотах и независимо от систем применений удобрений произошло разуплотнение в почве, при этом во всех изучаемых севооборотах самое незначительное разуплотнение почвы отличалось на контрольном варианте без применения удобрений. Применение удобрений при минеральной, органической, органо - минеральной систем удобрений способствовало более сильному разуплотнению серой лесной почвы.

Структурно-агрегатный состав почвы. Одним из важнейших показателей, характеризующих оптимальное физическое состояние почв является структурно-агрегатный состав.

Наши исследования показали, что по данным сухого просеивания серая лесная почва имеет хорошо выраженную агрономическую ценную структуру пахотного слоя. Количество агрономически ценных агрегатов размером от 10-0,25 мм составляла не зависимо от севооборотов и систем удобрений от 90 до 97%. Однако определение качественного показателя этой структуры (ее водопрочность) показало, что данная структура является не устойчивой к воздействию влаги и находится на уровне хорошей и удовлетворительной (табл.2).

Таблица 2 – Изменение структурного состава пахотного слоя (0 – 30см) почвы в полевых севооборотах при разных системах удобрений (водопрочные агрегаты)

Севооборот	Система удобрений	Агрегаты размером 10 – 0,25 мм, %		Изменение + - , %
		начало ротации	конец ротации	
зернопаровой				
Пар чистый Пшеница Ячмень	контроль	44,2	42,3	- 1,90
	минеральная	45,2	46,2	+ 1,00
	органическая	43,9	45,1	+ 1,20
	органо - минеральная	46,3	48,2	+ 1,90
зернотравяной				
Пар занятый Пшеница Овёс	контроль	42,8	43,0	+ 0,20
	минеральная	45,7	46,7	+ 1,00
	органическая	41,6	44,6	+ 3,00
	органо - минеральная	46,7	49,5	+ 2,80
плодосменный				
Кукуруза Ячмень + клевер Клевер Пшеница	контроль	43,7	44,5	+ 0,80
	минеральная	45,6	48,9	+ 3,30
	органическая	44,5	49,6	+ 5,10
	органо - минеральная	45,1	50,1	+ 5,00

Как следует из таблицы 2, при закладке севооборотов почва опытного участка содержала от 41,6 до 46,7 % водопрочных агрегатов. В дальнейшем на изменение их содержания оказали влияние, как изучаемые севообороты, так и системы применяемых удобрений. Так, в зернопаровом севообороте с чистым паром к концу ротации в варианте без применения удобрений произошло даже некоторое снижение количества водопрочных агрегатов. В этом же севообороте, но с применением всех 3-х систем удобрений отмечена положительная тенденция по росту водопрочности. В зернотравяном севообороте показатели роста водопрочных агрегатов несколько выше, чем в зернопаровом при всех системах удобрений.

Плодосменный севооборот с кукурузой и клевером оказывает положительное оструктурирующее влияние на пахотный слой, как при применении удобрений, так и без удобрений. Сочетание плодосмена с минеральной и особенно органической и органо - минеральной систем удобрений способствуют наиболее значительному формированию ценной водопрочной структуры за счёт большего поступления корнепоживных остатков и скрепления ими почвенных агрегатов.

Запасы продуктивной влаги в почве. Нами проведено сравнительное изучение различных культур как предшественников по накоплению продуктивной влаги на серой лесной почве (табл. 3).

Таблица 3 – Изменение запасов продуктивной влаги по частям почвенного профиля под разными культурами (ср. за 2003 - 2005 г.г.), мм

Культура	Запасы продуктивной влаги в почве по горизонтам					
	до посева		кущение – выход в трубку		перед уборкой	
	0-20	0-50	0-20	0-50	0-20	0-50
Пар чистый	39,5	102,6	44,0	111,5	37,5	103,2
Пар занятый	38,0	90,7	33,2	88,4	31,2	74,1
Кукуруза	42,6	115,8	35,3	81,4	40,5	98,0
Клевер	32,3	87,5	27,9	70,6	28,3	73,6
Пшеница	37,1	88,3	32,4	85,7	24,9	92,3
Ячмень	31,4	86,2	27,3	70,1	24,1	71,6
Овёс	32,1	87,6	25,8	71,4	23,2	73,4

Как следует из данных таблицы 3, в первый срок определения запасы продуктивной влаги под различными культурами в пахотном слое 0 - 20 см отличались незначительно и колебались от 32,3 мм под клевером, до 42,6 мм под кукурузой.

В слое 0 - 50 см различия оставались примерно на том же уровне. Динамика запасов продуктивной влаги под культурами в годы исследований существенно отличалась, что было обусловлено характером распределения осадков по месяцам вегетационного периода, степенью засушливости или увлажнения отдельных лет.

Полученные данные подтверждают ранее сделанные выводы разных авторов о том, что чистый пар в засушливые годы является лучшим предшественником сельскохозяйственных культур.

Изучение изменения запасов продуктивной влаги в среднем в изучаемых севооборотах показало, что они мало различались по срокам определения и по слоям почвы.

Вместе с тем, к концу вегетационного периода большее количество влаги сохранилось в зернопаровом севообороте, затем в плодосменном и меньше всего в зернотравяном. При этом от весны к осени в 50 см слое почвы запасы влаги уменьшились во всех севооборотах, что свидетельствует о том, что как отдельные культуры, так и севообороты в целом не обеспечивают влагонакопление до уровня весенних влагозапасов.

ВЛИЯНИЕ СЕВООБОРОТОВ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Изменение основных агрохимических показателей за ротацию севооборотов. К основным агрохимическим показателям, характеризующим влияние севооборотов на плодородие почв, относятся: кислотность, содержание гумуса, сумма поглощенных оснований, ёмкость поглощения. Полученные нами данные за ротацию трёхпольных севооборотов и три года в плодосменном севообороте показали, что заметных изменений по этим показателям в исследуемых нами севооборотах, независимо от систем применения удобрений не произошло, хотя некоторые тенденции в снижении кислотности, повышении содержания гумуса и ряд других показателей просматриваются, но математически они не доказываются.

Содержание нитратного азота. Многочисленными исследованиями установлено, что основной источник азотного питания растений - нитратный. Наши исследования показали, что содержание нитратного азота в пахотном слое зависело от видов севооборотов, культур возделывания в этих севооборотах и особенно предшествен-

ников. В начале вегетационного периода в среднем по севооборотам во все годы исследований максимальное содержание нитратов содержалось в фазе всходов культур. К моменту кущения, начало выхода в трубку содержания нитратов уменьшалось, а после уборки культуры отмечалось некоторое увеличение содержания $N-NO_3$ азота, что согласуется с данными ранее полученными другими исследователями.

Максимальное накопление $N-NO_3$ отмечено в чистом пару в засушливый 2003 год., в избыточно увлажнённом 2004 году накопление в паровом поле носило более стабильный характер и существенное накопление за период парования не произошло аналогичная динамика нитратного азота складывались в 2005 году который по гидротермическим показателям был близок к средне многолетним показателям. В засушливый год значительное количество нитратов в первый срок определения зафиксировано так же под яровой пшеницей не только по чистому пару но и по занятому, кукурузе на силос и клеверу.

В целом следует отметить, что в засушливые годы процессы нитрификации носят более активный характер, а во влажные более умеренный и стабильный, так как влажные годы, как правило сопровождаются более низкой температурой воздуха и почвы процессы нитрификации замедляются. Вместе с тем, несмотря на отличия в погодных условиях в абсолютных показателях содержанием $N-NO_3$ под яровой пшеницей по чистому пару остаётся более высоким, чем под другим предшественникам. Повторное размещение зерновых (ячменя и овса) приводят к снижению нитратного азота. Необходимо так же отметить, что в среднем по севооборотам в зерновом трёхполье (пар чистый – пшеница – ячмень) обеспеченность нитратным азотом более высокая, чем зернотравяном и плодосменном.

Исследования содержания нитратного азота в пахотном слое почвы 20 - 40 см. показала, что в целом их содержание динамика мало отличались от показателей, полученных по пахотному слою 0 - 20 см. Рассматривая изменения содержания нитратного азота в слоях почвы 20 - 40 см., следует отметить, что в абсолютном выражении их обеспеченность колебалась в среднем от 5 до 20 мг/кг, что по шкале обеспеченности азотом, находится в пределах низкой и выше средней обеспеченности.

Содержание подвижного фосфора. Серые лесные почвы Предбайкалья содержат большое количество подвижного фосфора, а запа-

сы общего фосфора на гектаре достигают от 3 до 18 тонн.

Наши исследования показали, что динамика подвижного фосфора по сравнению с динамикой нитратного азота носит более консервативный характер и менее выражена в течении вегетационного периода.

В засушливом 2003 году наибольшее содержание подвижного фосфора севооборотов в период всходов содержалось под пшеницей по чистому пару и занятому пару – под ячменём после кукурузы и пшеницей после клевера, а наименьшее – под ячменем и овсом, размещаемыми второй культурой по паровым предшественникам в зерновых севооборотах. В плодосменном севообороте, где ячмень и пшеница размещались первой культурой по кукурузе и клеверу, содержание подвижного фосфора приближалось к его содержанию под пшеницей, размещённой по паровым предшественникам.

К периоду кущения и выхода в трубку содержание подвижного фосфора под всеми зерновыми культурами, а также под предшественниками несколько снизилась, к периоду после обработки почвы вновь возросло. При этом осеннее содержание подвижного фосфора было близким к его весеннему содержанию. В целом же обеспеченность подвижного фосфором севооборотов во все фазы развития культур была на уровне средней и выше средней.

Во влажном 2004 году по абсолютным показателям в среднем по севооборотам содержание подвижного фосфора было несколько меньше, чем в засушливом 2003 году. При этом, к осени заметного накопления фосфатов не произошло, хотя отмечалась закономерность большего содержания подвижного фосфора во все сроки определения по паровым и другими предшественникам.

В нормальном по увлажнению 2005 году содержание подвижного фосфора как по предшественникам, так и по срокам определения было близким к 2004 году. В подпахотном слое 20 - 40 см содержание P_2O_5 и его динамика в целом соответствовала данным, полученным по пахотному слою 0 - 20 см.

Содержание подвижных форм калия. В условиях Восточной Сибири недостаток подвижного калия наблюдается редко. Валовое содержание калия в почве в сравнение с азотом и фосфором довольно велико (от 0,7 до 2,5 %), в то время как содержание азота и фосфора в почвах не превышает нескольких десятых долей процента.

Во все годы наших исследований, независимо от севооборотов и

возделываемых на них культур, серая лесная почва содержала K_2O на уровне средней обеспеченности.

ЗАСОРЁННОСТЬ ПОЧВЫ И ПОСЕВОВ

Засоренность почвы. Одна из причин резкого снижения урожая всех возделываемых культур – наличие на сельскохозяйственных угодьях различной сорной растительности.

Наши исследования показали, что в пахотном слое 0 - 30 см серой лесной почвы содержится большое количество семян сорняков до - 485 млн. штук на га. Изменение засоренности почвы в севооборотах показано в таблице 4.

Таблица 4 – Изменение засорённости почвы семенами сорняков на серой лесной почве в разных севооборотах в слое 0-30см (ср. 2003 – 2005 гг.)

Севооборот	Количество семян на 1 га севооборотной площади, млн.шт.		Снижение засорённости к началу ротации	
	начало ротации	конец ротации	млн. шт.	%
зернопаровой				
Пар чистый Пшеница Ячмень	480	387	-93	-19,4
зерноотрубной				
Пар занятый Пшеница Овёс	485	430	-55	-11,4
плодосменный				
Кукуруза Ячмень + клевер Клевер Пшеница	478	410	-68	-14,2

Как следует из таблицы 4, во всех севооборотах произошло снижение потенциального запаса семян сорняков. Наибольшее снижение запасов семян-19,4 % произошло в зернопаровом трёхполье с чистым паром. На втором месте по сороочищаемой способности оказался плодосменный севооборот, где запас семян сократился на – 14,2 %. Меньше всего потенциальная засорённость снизилась в севооборотах с занятым паром - 11,4 %. Это свидетельствует о том, что введение в севообороты чистых паров как предшественников является наиболее эффективным средством снижения потенциальной засорённости.

Наибольшее очищение пахотного слоя от семян сорняков происходит в чистом пару - 33,1 %. В занятом пару и под кукурузой снижение потенциального запаса сорняков было менее значительным. Под клевером первого года пользования происходит незначительное на-

копление семян сорняков, а их наибольшее накопление идёт под пшеницей - 16,4%.

Таким образом, зернопаровые севообороты с чистым паром и с короткой ротацией являются более эффективными по снижению засорённости, чем зернотравяные и плодосменные севообороты. Севообороты с кукурузой и занятым паром также оказывают положительный сороочищающий эффект.

Засорённость посевов. В условиях Восточной Сибири одной из основных проблем земледелия была и остаётся проблема засорённости посевов сельскохозяйственных культур, а потери урожая от сорняков достигают 25 – 30 % и более.

Наши исследования показали, что севообороты оказали не одинаковое влияние на засоренность как отдельных культур, так и севооборотов в целом. В среднем за три года и по годам наименее засоренными были посеы яровой пшеницы, размещаемые по чистому пару.

Под яровой пшеницей по занятому пару количество сорняков было больше на 20 – 25 %. Посевы ячменя, кукурузы и пшеницы по клеверу были более засоренные, чем по чистому, но менее засоренные, чем по занятому пару. Системы применения минеральных удобрений также оказали определенное влияние на степень засоренности посевов.

Применение всех видов удобрений стимулировало прорастание сорняков и особенно при органической системе удобрения. Следует также отметить, что уже под второй зерновой культурой, размещаемой по паровым предшественникам, засоренность посевов существенно возросла, наибольшая засоренность отмечается под овсом после пшеницы по занятому пару.

В среднем за три года наибольшей засоренностью посевов отличался трехпольный севооборот с занятым паром, плодосменный севооборот по степени засоренности занимал промежуточное положение между зернопаровым и зернотравяным севооборотом.

Наименьшей засоренностью обладали посеы пшеницы по чистому пару, а наибольшей посеы овса после пшеницы в зернотравяном севообороте. По степени засоренности в порядке ее повышения предшественники располагаются в следующий ряд: пар чистый – кукуруза – клевер - пар занятый - пшеница.

Из полученных нами данных наибольший процент многолетних сорняков отмечается в зернотравяном севообороте – 26,5 %, а наименьший в плодосменном - 8,2 %. При этом системы применяемых удобрений на соотношение биологических групп сорняков заметного влияния не оказали. Менее значительное количество многолетних сорняков в плодосменном севообороте обусловлено тем, что в нем не было повторных посевов зерновых по зерновым. В зернопаровом и в зернотравяном севооборотах рост численности многолетних сорняков произошел главным образом за счет увеличения посевов вторых зерновых культур (ячменя и овса).

УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВОБОРОТОВ

Итоговым показателем, определяющим эффективность различных полевых севооборотов, является урожайность культур, входящих в севооборот. Урожайность – важнейший показатель, отражающий уровень интенсификации сельскохозяйственного производства.

Урожайность культур в разных севооборотах при разных системах удобрений, представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Урожайность культур в севооборотах в зависимости от систем удобрений (ср. 2003 – 2005 г.г.), ц/га

Культуры севооборотов	Системы удобрений				Прибавка			НСР ₀₅ , ц/га
	контроль	минеральная	органическая	органоминеральная	минеральная к контролю	органическая к контролю	органоминеральная к контролю	
зернопаровой								
Пар чистый	--	--	--	--	--	--	--	--
Пшеница	22,4	25,3	23,6	26,1	2,9	1,2	3,7	2,7
Ячмень	17,7	26,9	22,4	28,2	9,2	4,7	10,5	2,5
зернотравяной								
Пар занятый	129,5	167,3	153,8	181,4	37,8	37,8	51,9	23,9
Пшеница	21,8	25,7	22,7	26,6	3,9	0,9	4,8	1,9
Овёс	26,1	29,7	26,5	30,7	3,6	0,4	4,6	2,3
плодосменный								
Кукуруза	288,8	384,3	303,1	387,9	95,5	14,3	99,1	22,9
Ячмень - клевер	17,1	22,9	17,5	24,1	5,8	0,4	7,0	2,3
Клевер	171,4	208,0	198,2	212,7	36,6	26,8	41,3	22,9
Пшеница	23,0	25,8	23,3	27,5	2,8	0,3	4,5	2,6

Как следует из полученных данных, в среднем за три года наиболее высокая урожайность яровой пшеницы без применения минеральных удобрений получена, по чистому пару – 22,4 ц/га и сидеральному пару – 23,0 ц/га. Применение минеральных удобрений сглаживало раз-

ницу урожайности яровой пшенице по предшественникам. Урожайность зерновой культуры, размещённой после яровой пшеницы (ячмень по пшенице и ячмень по кукурузе), была ниже и составила 17,1 - 17,7 ц/га. Следует отметить, что овёс обеспечил более высокую урожайность, чем ячмень даже при размещении по пшенице, что свидетельствует о том, что урожай овса в юго-восточной лесостепи превосходит урожай ячменя, размещаемых по худшим предшественникам. Овёс всё равно оставался наиболее урожайной зерновой культурой всех севооборотов.

Эффективность различных полевых севооборотов оценивается не только по выходу урожайности с 1 га посевов каждой культуры севооборота, но и по выходу общей продукции с гектара севооборотной площади. Как правило, выход продукции оценивают по выходу зерна (табл. 6).

Таблица 6 – Продуктивность полевых севооборотов при разных системах удобрений (ср. 2003-2005 гг.)

Система удобрений	Выход с 1 га севооборотной площади, ц/га	Севооборот			Прибавка, ц/га			
		зернопаровой	зернотравяной	плодосменный	зернопаровой к плодосменному	зернотравяной к плодосменному	плодосменный к зернопаровым	с чистым паром
Контроль	зерна	13,4	16,1	10,1	3,3	6,0	--	--
	ц. к.ед.	15,3	25,2	30,6	--	--	15,3	5,4
Минеральная	зерна	17,4	18,5	12,2	5,2	6,3	--	--
	ц. к.ед.	19,9	30,3	38,3	--	--	18,4	8,0
Органическая	зерна	15,3	16,5	10,2	5,1	6,3	--	--
	ц. к.ед.	17,6	27,5	32,7	--	--	15,1	5,2
Органо-минеральная	зерна	18,1	19,1	12,9	5,2	6,2	--	--
	ц. к.ед.	20,7	31,7	40,3	--	--	19,6	8,6

Как, следует из полученных данных, наибольший выход зерна в среднем за три года обеспечил зернотравяной севооборот, как без применения удобрения, так и с применением всех других систем удобрений. По количеству же полученных кормов, преимущество при всех системах удобрений осталось за плодосменным севооборотом.

Полученные данные показали, что продуктивность севооборотов зависела от складывающихся климатических условий года, самая низкая продуктивность всех севооборотов была отмечена в 2003 году, а самая высокая в 2004 году. Эта закономерность сохранялась независимо от применяемых удобрений. Хотя, как в засушливые годы, так и в нормальные по увлажнению минеральная и органо-минеральная системы удобрения были более эффективны, чем органическая, а также контроль (без применения удобрений).

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТОВ

Комплексная экономическая и энергетическая оценка трёх исследуемых нами севооборотов, дана в таблице 7.

Таблица 7 – Комплексная экономико-энергетическая оценка полевых севооборотов при разных системах удобрений (ср. 2003-2005гг)

Вид севооборота	Система удобрений	Валовой сбор, с 1 га севооборотной площади, ц. к. ед.	Экономическая эффективность			Энергетическая эффективность			
			прямые затраты, руб./га	условно-чистый доход, руб./га	рентабельность, %	затраты совокупной энергии, МДж/га	выход валовой энергии, МДж/га	энергетический коэффициент	приращение валовой энергии, МДж/га
Зернопаровой с чистым паром	контроль	15,9	2993,6	2232,1	45,6	13840,3	21663,7	1,57	7823,4
	минеральная	20,8	4690,4	3480,1	59,1	15752,2	28130,5	1,79	12378,3
	органическая	18,3	9537,7	2991,3	53,4	14065,8	24813,3	1,76	10747,5
	органо-минеральная	21,6	11067,6	2152,0	48,8	15967,9	29221,6	1,83	13253,7
Зернотравяной с занятым паром	контроль	24,2	3090,7	5011,4	104,7	18040,2	50851,3	2,82	32811,1
	минеральная	28,9	5900,1	8836,9	140,4	20977,6	64306,4	3,07	43328,8
	органическая	26,0	5877,9	7916,2	84,1	18509,7	46869,3	2,53	28359,5
	органо-минеральная	30,4	8584,4	6786,2	111,8	21229,9	69919,4	3,29	48689,6
Плодосменный	контроль	33,4	2700,0	6036,7	217,4	16742,9	54259,5	3,24	37516,6
	минеральная	41,4	5879,9	10525,1	196,5	19833,4	68490,7	3,45	48657,3
	органическая	35,7	5142,3	8339,1	249,3	16981,9	58076,2	3,42	41094,3
	органо-минеральная	42,6	8527,3	34403,4	170,4	20014,7	70235,2	3,51	50220,5

Наиболее высокие затраты труда отмечаются в зернотравяном и плодосменном севооборотах. Эта закономерность сохраняется при всех системах удобрений. Наибольшие затраты труда отмечаются при органо-минеральной системе удобрений, а наименьшие - на контроле без применения удобрений. Однако, за счёт более высокого валового сбора продукции в вариантах с удобрениями в них получен наибольший % рентабельности, при этом самый высокий % рентабельности достигнут в плодосменном севообороте. Наиболее высокий энергетический коэффициент также получен в вариантах с приме-

нением удобрений, а наибольшее приращение валовой энергии в зернотравяном и плодосменном севооборотах с органо - минеральной системой удобрений.

Полученные данные свидетельствуют о том, что дополнительные затраты на внесение органических и минеральных удобрений вполне окупаются дополнительной продукцией и получением валовой энергетической эффективности.

ВЫВОДЫ

1. Севообороты оказывают существенное влияние на физические свойства почвы, влажность почвы, засоренность посевов, урожайность культур, а продуктивность севооборотов больше зависит от чередования и набора культур.

2. Плотность пахотного слоя серой лесной почвы по отдельным горизонтам колеблется от 1,20 г/см³ в слое 0 - 10 см, до 1,53 г/см³ в слое 20 - 30 см. В начале ротации севооборотов плотность почвы по вариантам различалась незначительно и составляла в среднем слое 0-30 см 1,30 – 1,38 г/см³. К концу ротации севооборота происходит некоторое разуплотнение почв. Наибольшее разуплотнение происходит при органо – минеральной системе удобрений, что связано с большим поступлением в почву свежего органического вещества.

Для создания оптимальной плотности серой лесной почвы и для зерновых культур целесообразно вносить минеральные, органические удобрения или их сочетание, что позволит оптимизировать общее физическое сложение почвы.

3. Количество агрономических ценных агрегатов размером от 0,25 до 10 мм составляет независимо от севооборотов и систем удобрений 90 - 97 %. Серая лесная почва содержит 41,6 - 46,7 % водопрочных агрегатов. К концу ротации наиболее высокое количество водопрочных агрегатов отмечается в плодосменном севообороте с клевером и кукурузой при органической и органо – минеральной системах удобрений (до 5%). В зернопаровом севообороте увеличение количества водопрочных агрегатов не происходит.

4. В различных полевых севооборотах и под отдельными культурами на серых лесных почвах отмечается постепенное снижение запасов продуктивной влаги от весны к осени. И только в чистом пару её содержание сохраняется на уровне весеннего максимума или несколько

пополняется.

5. На содержание в серой лесной почве нитратного азота существенное влияние оказывают погодные условия, севооборот и предшественники. В засушливые годы процессы нитрификации имеют более выраженный характер и протекают более интенсивно.

Чистый пар способствует значительному накоплению N-NO₃ до уровня высокого обеспечения. Во влажные годы нитрификация замедляется и к послеуборочному периоду N-NO₃ накапливается меньше. Максимальное содержание подвижного азота под культурами независимо от погодных условий и предшественников отмечается в период всходов, в начале вегетационного периода.

6. Серые лесные почвы в лесостепной зоне Иркутской области содержат подвижный фосфор на уровне средней и высокой обеспеченности. В засушливые годы содержание подвижных форм фосфора на этих почвах несколько выше, чем в годы с повышенным и нормальным увлажнением. По содержанию подвижных форм калия существенных различий по вариантам не отмечено.

7. Наибольший сороочищающий эффект отмечается в зернопаровом севообороте с чистым паром (19,4 % за ротацию), а наименьшая в зернотравяном с занятым паром (11,4 %), плодосменный севооборот занимает промежуточное положение (14,2 %). Непосредственно в чистом пару за период парования уничтожается до 33 % семян сорняков, несколько меньше (на 10-12 %) снижается их запас в пару занятом и под кукурузой. Под пшеницей наоборот, к моменту уборки засорённость почвы возрастает на 16,4 %, что связано с поступлением в почву осыпавшихся семян сорняков. Наибольшая засоренность посевов формируется под второй зерновой культурой, не зависимо от предшественников.

8. Наибольший урожай яровой пшеницы без применения удобрений обеспечивает чистый пар. Размещение ячменя второй культурой после пшеницы снижает его урожайность по сравнению с пшеницей. Овес обеспечивает более высокую урожайность, чем ячмень даже при размещении по пшенице.

Продуктивность севооборотов зависит от климатических условий года и систем применяемых удобрений. Самая низкая продуктивность севооборотов отмечается в засушливые годы. Наиболее высокую продуктивность севооборотов по выходу зерна и кормовых еди-

ниц, обеспечивают минеральная и органо-минеральная система удобрений.

9. По данным комплексной экономической и биоэнергетической оценки трех исследуемых севооборотов наиболее высокие затраты труда отмечаются в зернотравяном и плодосменном севооборотах при органо - минеральной системе удобрений. Однако за счет более высокого валового сбора продукции в вариантах с удобрением в них получен наибольший процент рентабельности, особенно в плодосменном севообороте. Наиболее высокий энергетический коэффициент во всех севооборотах получен при минеральной и органо - минеральной системах удобрений, но наиболее высокий (3,51 - 3,45) в плодосменном севообороте.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения плодородия и продуктивности серых лесных почв лесостепи Предбайкалья вместо трёхпольных зернопаровых севооборотов целесообразно вводить четырёхпольные плодосменные с чередованием культур; кукуруза – ячмень + клевер – клевер – пшеница с запашкой клевера на сидерат, использованием на удобрение соломы и внесением умеренных доз удобрений (N_{45} P_{45} K_{45}) под зерновые культуры.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Семенова О.В. Продуктивность полевых севооборотов при разных уровнях интенсификации в условиях лесостепи Приангарья // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых учёных: труды международной научно – практической конференции молодых ученых СО РАСХН(15-16 ноября 2004г., пос. Краснообск) - Новосибирск, 2004.-С.53-56.

2. Семенова О.В. Продуктивность полевых севооборотов при разных уровнях интенсификации в условиях лесостепи Приангарья // Международная научно – практическая конференция «Севообороты, ресурсосберегающие технологии и воспроизводство плодородия почв в адаптивно – ландшафтном земледелии Приангарья», посвященная 100-летию со дня рождения профессора, заслуженного деятеля наук РФ Кузнецовой А.И. 19-22 октября 2005г. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2005г. С. 170 -174.

3. Сметанина О.В. Продуктивность полевых севооборотов при разных уровнях интенсификации в условиях лесостепи Приангарья // Инновационные технологии в АПК: Материалы региональной научно – практической конференции молодых учёных Сибирского федерального округа с международным участием , посвящённой 65-летию Победы в Великой Отечественной войне., Иркутск, 12-14 мая 2010 г. - Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2010г.-С.91-95

4. Сметанина О.В., Солодун В.И. Продуктивность полевых севооборотов при разных уровнях интенсификации в условиях лесостепи Приангарья // Казанская наука. № 9 Вып.1 2010г. – Казань: Изд-во Казанский Издательский Дом, 2010. – С. 227-229

5. Сметанина О.В. Сравнительная оценка урожайности культур в полевых севооборотах при разных уровнях интенсификации в условиях лесостепи Предбайкалья // Международная научно- практическая конференция. Природа и сельскохозяйственная деятельность человека 23-27 мая, 2011г. Часть 1.- Иркутск: Изд-во ИрГСХА. - С.252-254

6. Сметанина О.В. Влияние влажности на урожайность в полевых севооборотах при разных уровнях интенсификации в условиях лесостепи Предбайкалья // Научно-практический журнал «Вестник ИрГСХА». Вып.43 2011г. - Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2011.- С.43-48

7. Сметанина О.В. Сравнительная оценка полевых севооборотов при разных системах удобрений в условиях лесостепи Предбайкалья //Международная научно – практическая конференция «Аграрная наука –сельскохозяйственное производство Сибири, Казахстана, Монголии и Болгарии» 25-28 июля, 2011г. Часть 1 .-Красноярск: Изд-во Красноярский гос. аграр. ун-т.- Красноярск, 2011. – С.236-238

Подписано в печать 24.10.2011. Бумага офс. №1. Формат 60x84 1/16.
Усл.печ.л. 1,0. Тираж 100. Заказ №
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