

Хайруллин Айдар Ильшатович

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЗАЦИИ И ОСНОВНОЙ
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ ПРЕДКАМЬЯ
ТАТАРСТАНА**

06.01.01 - общее земледелие

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Кинель - 2003

Диссертационная работа выполнена на кафедре общего земледелия Казанской государственной сельскохозяйственной академии в 2000-2002 гг.

Научный руководитель: заслуженный деятель науки РФ, заслуженный агроном РТ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Х. Х. Хабибрахманов**

Официальные оппоненты: заслуженный работник сельского хозяйства РФ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор **И. А. Чуданов**

кандидат сельскохозяйственных наук
Б. А. Борякова

Ведущая организация: ГУ «Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения Российской академии сельскохозяйственных наук»

Защита диссертации состоится 23 сентября 2003 года в _____ часов на заседании диссертационного совета Д. 220.058.01 при Самарской государственной сельскохозяйственной академии.

Адрес: 446442, Самарская область, г. **Кинель-4**, п. Усть-Кинельский, Самарская государственная сельскохозяйственная академия, диссертационный совет.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.

Автореферат разослан " _____ " _____ 2003 года

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Г. К. Марковская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Повышение урожайности культурных растений возможно при решении главной задачи - воспроизводства почвенного плодородия. Как показывают практические результаты, только увеличением применения химических средств, повышением уровня использования технических ресурсов, невозможно поддерживать уровень плодородия почвы без использования органических удобрений. Более того, вследствие большой дороговизны, минеральные удобрения с каждым годом применяются все меньше и меньше и вынесенные с урожаем питательные вещества не возвращаются в почву, что приводит к неизбежному снижению плодородия почвы и урожая сельскохозяйственных культур.

Несмотря на это, в настоящее время все еще недостаточно уделяется внимание применению биологических средств повышения плодородия почвы и урожайности возделываемых культур. Мало площадей многолетних бобовых трав, недостаточно внесение органических удобрений, слабо внедряется использование сидератов, почти не применяется солома, как органическое удобрение. Часто из-за несоблюдения научно-обоснованной системы обработки почвы, поступившее в почву органическое вещество быстро минерализуется, не превращается в гумус.

В связи с этим, изучение элементов биологизации земледелия в сочетании с минеральными удобрениями, при различных способах основной обработки почвы является актуальной задачей сельскохозяйственной науки и производства.

Цель и задачи исследований. Цель исследований: разработать и обосновать эффективные элементы биологизации земледелия в сочетании с расчетными дозами минеральных удобрений при различных способах основной обработки серой лесной почвы в зерновом звене севооборота в условиях **Предкамья** Республики Татарстан.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- определить влияние изучаемых приемов на некоторые агрофизические показатели плодородия почвы;
- изучить влияние биофакторов на содержание в почве органического вещества;

- определить влияние элементов биологизации в сочетании с основной обработкой почвы на водный и пищевой режимы, биологическую активность почвы;

- установить характер изменения фитосанитарного состояния посевов;

- определить влияние изучаемых приемов на рост и развитие культурных растений, урожайность и качество урожая;

- рассчитать экономическую и энергетическую эффективность изучаемых приемов;

- разработать рекомендации для производства.

Основные положения, выносимые на защиту:

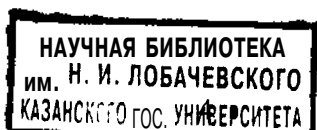
1. Применение элементов биологизации земледелия (промежуточный сидерат, солома) на фоне комбинированной системы основной обработки почвы способствует существенному улучшению основных показателей плодородия почвы, условий роста и развития растений и повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

2. При комбинированной системе обработки почвы приемы биологизации способствуют увеличению содержания гумуса в серой лесной почве.

3. Использование промежуточного сидерата и соломы зерновых культур на удобрение дает существенную экономию средств химизации (минеральных удобрений, пестицидов), что повышает экономическую и энергетическую эффективность производства продукции в зерновом звене севооборота.

Научная новизна. Впервые в многофакторном стационарном опыте в условиях серых лесных почв Предкамья Республики Татарстан в зерновом звене севооборота проведены исследования и доказана эффективность совместного применения промежуточного ярового рапса на сидерат и соломы зерновых культур в сочетании с расчетными дозами минеральных удобрений на фоне комбинированной системы основной обработки почвы.

Практическая значимость. Исследованиями доказаны экологическая целесообразность и экономическая эффективность применения соломы и промежуточного сидерата при комбинированной системе основной обработки почвы. Использование разработанных приемов позволяет повысить плодородие почвы и продуктивность севооборотов.



Реализация результатов исследований. Основные результаты исследований опубликованы в научных статьях и тезисах научных и научно-практических конференций, которые используются в практической работе специалистов.

Результаты исследований используются в учебном процессе Казанской ГСХА.

Апробация работы. Результаты исследований доложены на ежегодных научных конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов агрономического факультета Казанской ГСХА и на заседаниях кафедры общего земледелия (2001, 2002, 2003 гг.), IV научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Республики Татарстан (Казань, 2001), региональной научно-практической конференции в МарГУ (Йошкар-Ола, 2002), где получили положительную оценку. По теме диссертации опубликовано 5 научных статей.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 152 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, выводов и рекомендаций производству, включает 23 таблицы, 11 рисунков, 35 приложений. Список литературы включает 190 наименований, в том числе 11 иностранных авторов.

УСЛОВИЯ, ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Краткая характеристика зоны. Исследования проведены в Республике Татарстан, которая расположена в лесостепи Поволжья и по **почвенно-климатическим** условиям она типична для данного региона. Отличительной особенностью климата **Предкамья** РТ является частая повторяемость засух. Периоды без дождей различной продолжительности наблюдаются три-четыре раза в десятилетие. Для получения стабильных урожаев с высоким качеством особенно важно наличие достаточного количества влаги в летние месяцы.

Агрометеорологические условия вегетационных периодов 2000 и 2001 годов в целом были благоприятными для роста и развития сельскохозяйственных культур (ГТК за вегетацию в 2000 г. - 1,2, в 2001 г. - 1,3). В июле и августе 2002 года наблюдался повышенный температурный режим, осадков выпало всего 37 % от нормы. Сухая погода была неблагоприятной для формирования урожая.

Почва опытного участка. Исследования проведены в 2000-2002 годах на опытном поле кафедры общего земледелия Казанской государственной сельскохозяйственной академии в **Предкамской** зоне Республики Татарстан. Почва опытного участка серая лесная средне-суглинистая. Мощность пахотного слоя 24-26 см, **pH** солевой вытяжки 5,6, содержание **легкогидролизуемого** азота 182 мг на кг почвы, содержание гумуса по Тюрину 3,59 %, подвижного фосфора и обменного калия по Кирсанову 56 и 78 мг/кг, гидролитическая кислотность 5,07 мг/экв, сумма поглощенных оснований 28,24 мг/экв.

Методика исследований. Опыты проводились в зерновом звене севооборота: горох - яровая пшеница - овес.

Изучались следующие варианты:

I. Фон - отвальная система основной обработки почвы (вспашка).

1. Минеральный (контроль)
2. Сидерат
3. Солома
4. Солома + сидерат

II. Фон - комбинированная система основной обработки почвы.

5. Минеральный
6. Сидерат
7. Солома
8. Солома + сидерат

В первом фоне под все культуры проводилась постоянная раз-ноглубинная вспашка: под яровую пшеницу и овес на 20-22 см, под горох 24-26 см. На фоне комбинированной системы обработки почвы применялись: под горох вспашка плугом ПЛН-4-35 на глубину 24-26 см, под яровую пшеницу и овес безотвальное рыхление плугом со стойками **СИБИМЭ** на глубину 20-22 см.

Предпосевная и послепосевная обработки производились согласно общепринятым технологиям в Республике Татарстан.

Содержание вариантов:

1. Минеральный - внесение только минеральных удобрений, рассчитанных **расчетно-балансовым** методом на планируемую урожайность (горох 25 **ц/га**, яровая пшеница и овес 30 **ц/га**) под каждую культуру.

2. **Сидерат** - промежуточный посев ярового рапса на сидерацию после уборки озимой ржи, гороха и яровой пшеницы. После уборки предшественников двукратное дискование вдоль и поперек орудием БДТ-3; **прикатывание** катками марки ЗККШ-6; посев **зернотравяной** сеялкой (СЗТ-3,6) на глубину 1 – 2 см (сорт «Ханна», норма высева 18 кг/га); прикатывание посевов. В первой декаде октября заделка зеленой массы рапса (35-50 ц/га) дискованием БДТ-3 на глубину 8-10 см.

3. Солома - измельчение и разбрасывание соломы озимой ржи (36-41 ц/га), гороха (23-25 ц/га) и яровой пшеницы (40-48 ц/га) во время уборки. Внесение компенсирующей дозы азота из расчета 10 кг д.в. на 1 т соломы. Заделка в почву двукратным дискованием на глубину **8-10 см**.

4. Солома + сидерат — сочетание второго и третьего вариантов.

Во всех вариантах с биофакторами вносились минеральные удобрения в расчетных дозах на запланированные урожаи.

Опыт был заложен в двух закладках, в четырехкратной повторности с систематическим размещением вариантов. Учетная площадь делянок 70 м² (7 x 10). Всего количество вариантов - 8, делянок - 64.

В ходе исследований велись учеты и наблюдения за изменением агрофизических (плотность сложения, структурность) и агрохимических показателей почвы, засоренности посевов, пораженности болезнями, роста и развития культурных растений, учет урожайности возделываемых культур прямым комбайнированием (с пересчетом на стандартную влажность и чистоту). Учеты, наблюдения и анализы проводились по общепринятым методикам. Статистическая обработка результатов исследований осуществлялась методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (1985). Расчет энергетической эффективности проводился по В. М. Володину (1999).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Агрофизические показатели почвы. По результатам исследований установлено, что плотность сложения пахотного слоя почвы в фазе **трубкования** овса была меньше при использовании биологических **факторов** – 1,17-1,22 г/см³, при 1,24-1,26 на минеральном фоне. Наблюдалась обратная зависимость между количеством внесенной органики и плотностью сложения почвы. Положительное влияние

биогенных средств усиливалось на фоне комбинированной системы обработки почвы. Так, плотность сложения почвы в среднем по фону вспашки составила $1,23 \text{ г/см}^3$, при комбинированной системе обработки меньше - $1,20$.

Содержание агрономически ценных агрегатов было больше при биофакторах, как в начале, так и в конце звена. Биогенные средства способствовали увеличению общей структурности к концу звена на $2,2-8,6 \%$ и она составила по сидерату - $54,8-59,3$, соломе - $54,9-61,2$, по соломе и сидерату - $60,2-64,3 \%$. По минеральному варианту на фоне вспашки наблюдалось уменьшение псевдоструктуры на $2,6 \%$ или до $47,8 \%$.

Наши исследования показали, что перед посевом овса общая пористость во всех вариантах была в пределах оптимальных значений. Сравнительно выше она была по варианту «солома + сидерат» - $55,8\%$, по соломе - $55,2$, сидерату - $54,9$, по минеральному фону - $54,0$.

Комбинированная система обработки обеспечила сравнительно лучшую пористость - $55,8 \%$, по сравнению со вспашкой - $55,0$.

Содержание в почве органического вещества и гумуса.

После яровой пшеницы поступление в почву органического вещества (с биофакторами и **пожнивно-корневыми** остатками) по вариантам биологизации составила - $6,33-11,09$ т/га, при $4,45-4,70$ на минеральном фоне. За два года, при применении биологических средств, в почву поступило $10,92-18,05$ т/га органического вещества, а без них - $6,34-6,80$.

Элементы биологизации и способы обработки почвы по-разному влияли на содержание гумуса (табл. 1). В целом по фону вспашки произошло уменьшение гумуса на $0,01 \%$. На минеральном варианте содержание гумуса составила $3,52 \%$, что на $0,03 \%$ меньше по сравнению с уровнем в начале звена. По сидерату также наблюдалось уменьшение гумуса на $0,02 \%$. Это объясняется тем, что при ежегодной вспашке происходит быстрая минерализация органического вещества, следовательно, и снижение количества гумуса. Солома подвергается минерализации менее интенсивно, чем сидерат. Так, по соломе содержание гумуса осталось без изменения - $3,57 \%$, а при совместном использовании с сидератом наблюдалось даже некоторое увеличение содержания гумуса - $3,60 \%$ (+ $0,01 \%$).

Содержание гумуса, %

Варианты	В начале звена, (1999-2000 гг.)	В конце звена, (2001-2002 гг.)	Изменение от исходного
Вспашка			
Минеральный	3,55	3,52	- 0,03
Сидерат	3,56	3,54	- 0,02
Солома	3,57	3,57	0
Солома + сидерат	3,59	3,60	+ 0,01
Среднее по фону	3,57	3,56	-0,01
Комбинированная система			
Минеральный	3,56	3,55	- 0,01
Сидерат	3,60	3,61	+ 0,01
Солома	3,61	3,63	+ 0,02
Солома + сидерат	3,63	3,66	+ 0,03
Среднее по фону	3,60	3,61	+ 0,01

При комбинированной системе обработки наблюдалось увеличение содержания гумуса по всем вариантам биологизации. Так, по **сидерату** содержание гумуса составила - **3,61 %** (+ 0,01 %), соломе - 3,63 (+ 0,02), соломе и сидерату - 3,66 (+ 0,03). Комбинированная система обработки обеспечивала более благоприятные условия для гумификации органических веществ, поступивших в почву.

Водный режим. Исследования показали положительную роль элементов биологизации в накоплении продуктивной почвенной влаги. В среднем за два года определения (табл. 2), перед посевом овса больше продуктивной влаги содержалось по биофакторам - 150-171 мм, при **140-146** без них. Наибольшее количество продуктивной влаги накопилось при совместном использовании соломы и сидерата - **163-171** мм, что больше на **16-17 %**, чем по минеральному фону.

Комбинированная система обработки способствовала большому накоплению влаги - 160 мм, чем вспашка, где количество продуктивной влаги составила **153** мм. К концу вегетации разница в содержании влаги между вариантами опыта сохранилась.

Таблица 2

Динамика содержания продуктивной влаги в слое 0-100 см, мм

Варианты	Горох, 1999-2000 гг.		Яровая пшеница, 2000-2001 гг.		Овес, 2001-2002 гг.	
	перед посе- вом	бутони- зация	перед посе- вом	трубно- вание	перед посе- вом	трубно- вание
Вспашка						
Минеральный	139	111	170	116	140	93
Сидерат	152	115	180	125	150	ПО
Солома	158	117	187	125	157	109
Солома + сидерат	181	120	192	135	163	117
Средняя по фону	158	116	182	125	153	107
Комбинированная система						
Минеральный	142	117	176	121	146	99
Сидерат	160	123	183	131	159	114
Солома	166	125	190	132	165	113
Солома + сидерат	179	128	194	138	171	123
Средняя по фону	162	123	186	131	160	112
НСР₀₅ 1 пор.	5,8		6,2		4,7	
2 пор.	3,5		3,9		3,0	
А	3,1		2,8		2,5	
В	3,9		2,9		3,8	

Коэффициент **водопотребления** в миллиметрах на 1 ц зерна был меньше при совместном использовании сидерата и соломы - 7,82-8,28, при **8,69-9,11** по минеральному варианту.

Питательный режим. Как показали наши исследования, содержание нитратного азота в слое почвы 0-10 см в фазу всходов овса больше было на вариантах биологизации - **39,4-52,1** мг/кг, при 32,3-36,5 на минеральном фоне. На фоне комбинированной системы обработки нитратов содержалось больше - 45,0 мг/кг, чем по вспашке - 39,9. В нижнем слое (10-20 см) содержание азота по вариантам существенно не различалось, однако было меньше, чем в верхнем слое.

Подвижного фосфора в фазу всходов овса сравнительно больше содержалось по **сидерату** и «солома + **сидерат**» на фоне комбинированной системы обработки почвы - 76,4 и 78,0 мг/кг, меньше без биогенов - 68,5. На фоне вспашки содержание подвижного фосфора было меньше по всем вариантам. Установлено, что в первую половину вегетации идет более интенсивное потребление фосфора растениями, чем во второй половине.

Содержание обменного калия в верхних слоях почвы было существенно больше, чем в нижних, а к уборке содержание обменного калия в обоих слоях почвы стало почти одинаковым. Более интенсивное потребление растениями калия шло во второй половине вегетации. Так, в фазу всходов в верхнем слое почвы в среднем по фону комбинированной системы основной обработки почвы содержалось 152,5 мг/кг обменного калия, в фазу выметывания метелки - 147,2, а к уборке содержание калия снизилось до 107,6 мг/кг. На вариантах с соломой обменного калия в почве содержалось больше.

Биологическая активность почвы. Определение биологической активности почвы аппликационным методом показало, что большее разложение льняного полотна происходит на вариантах с биофакторами. Но в зависимости от фонов обработки, по слоям почвы наблюдалась разная биологическая активность. Так, при комбинированной системе обработки разложение льняного полотна интенсивнее происходило в верхнем слое (0-10 см) почвы - **26,2-31,3 %**, в нижнем слое (10-20 см) меньше - 20,0-22,5 %. По вспашке наблюдалась обратная закономерность: в верхнем слое разложение льняного полотна по биогенам составила **16,1-18,2 %**, в нижнем - 21,7-23,6.

На минеральном варианте биологическая активность была больше в нижнем слое по обоим фонам обработки: **18,1 %** по вспашке, 19,6 при комбинированной системе обработки.

Фитосанитарное состояние посевов. В посевах овса в среднем за 2001-2002 гг. в фазе выметывания метелки меньше было сорных растений по сидерату - 24-28 шт./м², при 30-36 на минеральном фоне. Применение соломы увеличило засоренность - 38-43 шт./м², так как с соломой в почву попали семена сорняков. При совместном использовании с соломой сидерат способствовал некоторому снижению засоренности - 30-38 шт./м², по сравнению с одной соломой.

На фоне комбинированной системы обработки почвы посевы засорились меньше - в среднем по фону 31 шт./м², при 37 по вспашке.

Рост и развитие культурных растений. Равномерность заделки семян обеспечена в вариантах биологизации - 87,1-90,5 %, при 84,5-86,7 на минеральном фоне. Положительное влияние биогенных средств усиливалось при комбинированной системе обработки.

Сравнительно лучшая полнота всходов наблюдалась при совместном использовании соломы и сидерата по комбинированной системе обработки почвы - 78,4 %. Сохранность стеблестоя к уборке оказалось выше также при использовании приемов биологизации, особенно при их совместном использовании - 76,0-78,3 %, при 73,1-74,2 на минеральном фоне.

Комбинированная система обработки заметно увеличила сохранность растений к уборке - 76,8 %, по сравнению со вспашкой, где этот показатель составил 74,8 %.

Наши исследования динамики листовой поверхности показали, что в фазу выхода в трубку общая площадь листьев овса была выше при факторах биологизации - 39,0-45,8 тыс. м²/га, особенно при совместном использовании соломы и сидерата - 42,5-45,8, когда на минеральном фоне она составила 36,1-38,8 тыс. м²/га. По комбинированной системе обработке площадь листовой поверхности была сравнительно выше - в среднем по фону она составила 42,3 тыс. м²/га, когда по вспашке - 39,3.

Урожайность культур и качество урожая. В наших исследованиях (табл. 3), сравнительно высокие урожаи культур в звене севооборота, в среднем за два года, сформировались при совместном использовании соломы и сидерата: гороха - 17,6 ц/га, яровой пшеницы - 40,2, овса - 34,3. На минеральном фоне урожайность была меньше: гороха - 14,0 ц/га, яровой пшеницы - 34,6, овса - 29,6. Комбинированная система обработки обеспечила прибавку урожая при совместном использовании биофакторов: гороха - на 1,3 ц/га, яровой пшеницы - на 2,4, овса - на 2,6 ц/га, на минеральном фоне меньше - 1,8, 2,2 и 1,8 ц/га, соответственно по культурам.

На фоне вспашки, солома обеспечила прибавку урожая яровой пшеницы, по сравнению с контролем, на 1,3 ц/га, сидерат на 2,6, солома + сидерат на 5,6 ц/га. На комбинированной системе обработки прибавка урожая от биофакторов увеличилась: по соломе - 4,4, сидерату - 5,6, соломе и сидерату - 8,0 ц/га.

Урожайность культур в звене севооборота, ц/га

Варианты	Горох, 1999-2000 гг.	Яровая пшеница, 2000-2001 гг.	Овес, 2001-2002 гг.
Вспашка			
Минеральный	14,0	34,6	29,6
Сидерат	16,3	37,2	32,2
Солома	15,0	35,9	31,3
Солома + сидерат	17,6	40,2	34,3
Средняя по фону	15,7	37,0	31,9
Комбинированная система			
Минеральный	15,8	36,8	31,4
Сидерат	17,5	40,2	34,6
Солома	16,6	39,0	33,6
Солома + сидерат	18,9	42,6	36,9
Средняя по фону	17,2	39,7	34,1
НСП₀₅ 1 пор.	1,56	1,60	1,59
2 пор.	1,63	1,60	1,41
А	0,78	0,81	0,80
В	1,16	1,13	0,99

Приемы биологизации способствовали и улучшению основных показателей качества урожая яровой пшеницы (натура, **стекло-**видность, содержание клейковины). По качеству клейковина во всех вариантах относилась ко II группе.

Экономическая и энергетическая эффективность изучаемых приемов

В настоящее время деятельность сельскохозяйственных товаропроизводителей должно быть направлено на **ресурсо-** и энергосбережение при возделывании культур.

Расчеты экономической эффективности показали, что экономически более выгодно возделывание культур при использовании биофакторов, особенно на фоне комбинированной системы обработки почвы (табл. 4).

Таблица 4

Экономическая эффективность использования биофакторов (средняя в звене за 1999-2002 гг.)

Варианты	Урожай- ность, ц/га	Стоимость валовой продукции, руб./га	Производ- ственные затраты, руб./га	Себестои- мость 1 ц зерна, руб.	Чистый Доход, руб./га	Уровень рентабель- ности, %
Вспашка						
Минеральный	26,1	6092	5918	226,7	176,0	3,0
Сидерат	28,6	6723	5672	198,3	1051	18,5
Солома	27,4	6415	5352	195,3	1063	19,9
Солома + сидерат	30,7	7232	4979	162,2	2253	45,3
Средняя по фону	28,2	6617	5480	194,3	1137	20,7
Комбинированная система						
Минеральный	28,0	6583	5817	207,8	766	13,2
Сидерат	30,8	7239	5574	180,9	1665	29,9
Солома	29,7	6980	5256	177,0	1724	32,8
Солома + сидерат	32,8	7729	4887	149,0	2842	58,2
Средняя по фону	30,3	7137	5384	177,7	1753	32,6

Сравнительно низкая себестоимость зерна - 149,0 руб./ц и высокая рентабельность - 58,2 % получены при совместном использовании соломы и сидерата на фоне комбинированной системы обработки. По соломе себестоимость зерна составила 177,0 руб., сидерату - 180,9, а рентабельность - 32,8 и 29,9 % соответственно. На минеральном фоне себестоимость зерна была выше - 207,8 руб., рентабельность ниже - 13,2 %.

Биологические средства позволили существенно уменьшить внесение расчетных доз минеральных удобрений под запланированные урожаи сельскохозяйственных культур. Так, в структуре затрат на производство зерна овса расходы на внесение расчетных доз минеральных удобрений на минеральном фоне составили 26,3 %, а при совместном использовании соломы и сидерата - 9,3%, что меньше почти в 3 раза.

Таблица 5

Экономия минеральных удобрений и их окупаемость при использовании биофакторов (в среднем в звене за 1999-2002 гг.)

Варианты	Внесено под культуры, кг д. в./га	Экономия к контролю	Затрачено на 1 ц зерна, кг д. в.
Вспашка			
Минеральный	496	—	6,3
Сидерат	360	136	4,2
Солома	360	136	4,4
Солома + сидерат	219	277	2,4
Средняя по фону	359	X	4,3
Комбинированная система			
Минеральный	470	26	5,6
Сидерат	343	153	3,7
Солома	338	158	3,8
Солома + сидерат	203	293	2,1
Средняя по фону	339	X	3,8

Из таблицы 5 видно, что в целом по звену на варианте «солома + сидерат» минеральных удобрений вносилось на 277-293 кг д. в. или 2,3 раза меньше по сравнению с минеральным фоном.

При использовании биофакторов для получения 1 ц зерна было

затрачено 2,1-4,4 кг д. в. минеральных удобрений, при 5,6-6,3 на минеральном фоне.

Коэффициент энергетической эффективности был выше при совместном применении соломы и сидерата на фоне комбинированной системы основной обработки почвы - 2,59, ниже на минеральном фоне при вспашке - 1,71 (табл. 6).

Таблица 6

Энергетическая эффективность возделывания культур
(средняя в звене за 1999-2002 гг.)

Варианты	Накоплено энергии урожаем, МДж/га	Затраты энергии, МДж/ га	Коэффициент энергоотдачи
Вспашка			
Минеральный	47312	27598	1,71
Сидерат	51894	25647	2,02
Солома	49721	25045	1,99
Солома + сидерат	55801	23386	2,39
Средняя по фону	51208	25419	2,01
Комбинированная система			
Минеральный	50876	27256	1,87
Сидерат	55897	25296	2,21
Солома	53997	24637	2,19
Солома + сидерат	59599	23008	2,59
Средняя по фону	55110	25049	2,20

ВЫВОДЫ

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Приемы биологизации способствовали лучшей разделке почвы, уменьшению **глыбистости**, тем самым повышению качества обработки.

2. Изученные приемы биологизации оказывали положи-

тельное влияние на агрофизические показатели серой лесной почвы (плотность сложения, твердость, структурность, пористость, водопроницаемость), которое усиливалось при комбинированной системе основной обработки почвы.

3. Элементы биологизации способствовали увеличению структурных агрегатов в пахотном слое почвы до 54,8-64,3 %, при 47,8-52,6 на минеральном фоне. При их использовании наблюдалось повышение содержания водопрочных частиц.

4. Использование биофакторов на фоне комбинированной системы обработки почвы привело к увеличению содержания в почве гумуса: по **сидерату** - 3,61 %, соломе - 3,63, солома + **сидерату** - 3,66, при 3,55 % по минеральному варианту.

5. Биологизация звена севооборота обеспечила сравнительно лучшее накопление продуктивной влаги к посеву и более рациональное ее использование. Внедрение элементов биологизации в звене севооборота на фоне комбинированной системы обработки почвы способствовало снижению коэффициента водопотребления культурных растений на 6,2-16,5 %.

6. При использовании средств биологизации установлено повышение биологической активности почвы - 23,1-42,5 %, при 21,2-28,3 на минеральном фоне.

7. Сравнительно лучшая обеспеченность питательными элементами была на вариантах биологизации в сочетании с расчетными дозами минеральных удобрений. Сравнительно высокое содержание в почве нитратного азота наблюдалось при совместном использовании соломы и **сидерата**. Использование промежуточного сидерата способствовало увеличению содержания подвижного фосфора. Содержание обменного калия было больше по вариантам с соломой.

8. Влияние элементов биологизации на фитосанитарное состояние посевов было неодинаковым. Использование соломы приводило к некоторому увеличению количества сорных растений (38-43 шт./м²) и пораженности болезнями возделываемых культур, промежуточные посевы рапса на **сидерат** способствовали их уменьшению (24-28 шт./м²), при 30-36 шт./м² на варианте «минеральный».

9. Сравнительно лучшие условия для роста и развития культурных растений создавались при использовании средств биологизации, особенно на фоне комбинированной системы основной обработки почвы.

10. Элементы биологизации способствовали формированию более повышенных и качественных урожаев сельскохозяйственных культур. Урожайность яровой пшеницы по соломе составила 35,9-39,0 **ц/га**, по **сидерату** - 37,2-40,2, солома + **сидерату** - 40,2-42,6 **ц/га**, против 34,6-36,8 на минеральном фоне.

11. Изученные приемы биологизации способствовали повышению экономической эффективности возделывания культур, в основном за счет экономии минеральных удобрений. Уровень рентабельности возделывания сельскохозяйственных культур при применении биофакторов в среднем за звено составила 18,5-58,2 %, при 3,0-13,2 на минеральном фоне.

12. Сравнительно высокий коэффициент энергетической эффективности получен при совместном использовании соломы и сидерата, особенно на фоне комбинированной системы основной обработки **почвы – 2,59**, против 1,71 на контроле.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур в зерновом звене севооборота горох - яровая пшеница - овес рекомендуем:

1. После зерновых колосовых культур заделывать измельченную при уборке массу соломы в почву. Для предотвращения биологического поглощения азота из почвы необходимо вносить рекомендуемую компенсирующую дозу азота из расчета 10 кг д. в. на 1 т соломы.

2. При условиях ранней уборки основных культур возделывать промежуточный яровой рапс на **сидерат**.

3. Более выгодно совместное использование соломы и сидерата.

4. Для повышения эффективности использования приемов биологизации применять комбинированную систему основной обработки почвы - чередование в звене севооборота отвальных и безотвальных способов обработки: под горох - вспашка на глубину 24-26 см, под яровую пшеницу и овес - безотвальное рыхление на глубину 20-22 см.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Хайруллин А. И., Хабибрахманов Х. Х. Эффективность биогенных факторов в звене севооборота озимая рожь - горох - яровая пшеница. / Агрономическая наука в начале XXI века. Материалы 40-ой научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов агрономического факультета, посвященной 50-летию Пензенской ГСХА. - Пенза, 2001. - С. 74-76.

2. Хайруллин А. И., Хабибрахманов Х. Х. Применение биогенных факторов на зерновых культурах. / IV научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов Республики Татарстан. - Казань, 2001. - С. 99.

3. Хайруллин А. И., Хабибрахманов Х. Х., Набиуллин Р. З. Биофакторы в сочетании с основной обработкой почвы в зерновом звене севооборота в условиях Предкамья Татарстана. / Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения. Материалы региональной научно-практической конференции. - МарГУ. - Йошкар-Ола, 2002. - С. 111-113.

4. Хайруллин А. И., Хабибрахманов Х. Х., Набиуллин Р. З. Биологизация земледелия как важный фактор ресурсосбережения в сельском хозяйстве. / Роль почвы в формировании естественных и антропогенных ландшафтов. Международная научная конференция, посвященная 75-летию кафедры почвоведения КГУ. - Казань, 2003. - С. 127-129.

5. Хайруллин А. И., Хабибрахманов Х. Х., Набиуллин Р. З., Гаянов Ф. М., Ахметзянов М. Р., Лотфуллин И. И., Шакуров А. И., Хузин В. Н. Эффективность биологизации земледелия в условиях Республики Татарстан. / Роль почвы в формировании естественных и антропогенных ландшафтов. Международная научная конференция, посвященная 75-летию кафедры почвоведения КГУ. - Казань, 2003. - С. 134-135.