

На правах рукописи



Болучевский Дмитрий Алексеевич

**Плодородие чернозема типичного и урожайность
озимой пшеницы при различных
приемах биологизации в лесостепи ЦЧР**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Воронеж – 2014

Работа выполнена на кафедре земледелия в ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I».

Научный руководитель – доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий кафедрой земледелия,
Дедов Анатолий Владимирович

Официальные оппоненты: **Авдеенко Алексей Петрович,**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет», исполняющий обязанности заведующего кафедрой земледелия и технологии хранения растениеводческой продукции

Беседин Николай Васильевич,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова», заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и земледелия

Ведущая организация – ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы имени А.Л. Мазлумова Россельхозакадемии» (ГНУ ВНИИСС)

Защита диссертации состоится « 26 » ноября 2014 года в 10:00 ч. на заседании диссертационного совета Д 220.010.03, созданного на базе ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» по адресу: 394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1, ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, ауд. 268. тел./факс: 8 (473)253-86-51; E-mail: biolog2011@rambler.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ: ds.vsau.ru, с авторефератом – на сайтах: ВАК Министерства образования и науки РФ – vak2.ed.gov.ru и ВГАУ – ds.vsau.ru.

Автореферат разослан и размещен на сайтах 25 сентября 2014 г.

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные гербовой печатью, просим присылать ученому секретарю диссертационного совета. В отзыве просим указывать фамилию, имя, отчество лица, представившего отзыв, почтовый адрес, телефон, адрес электронной почты (при наличии), наименование организации, где работает автор отзыва, его занимаемую должность в этой организации. Отзывы оппонентов и на автореферат размещаются на официальном сайте организации в сети «Интернет» не позднее, чем за 10 дней до дня защиты диссертации.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Ващенко Татьяна Григорьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Главная причина снижения плодородия черноземов обусловлена уменьшением содержания органического вещества, интенсивной минерализацией его ценных соединений, вследствие чего происходит деградация почвы и снижение урожайности сельскохозяйственных культур. На процессы снижения плодородия почвы негативное влияние также оказывает увеличение нагрузки на почву, так как многие сельхозпроизводители значительное количество площадей занимают высокоинтенсивными пропашными культурами такими, как подсолнечник, кукуруза, сахарная свекла. Восполнить содержание органического вещества можно за счет применения различных биологических приемов, например, посева многолетних бобовых трав и др. Традиционно бобовые травы подсеваются под яровые зерновые культуры. Однако в этом случае в севообороте они не снижают негативного воздействия подсолнечника и чистого пара, так как подсолнечник, как известно, является культурой, которая потребляет большое количество элементов питания и влаги, а в чистом пару активно идут процессы минерализации. С целью устранения указанных недостатков предлагается использовать бинарные посева донника и люцерны с подсолнечником, для того чтобы на следующий год чистый пар можно было заменить кулисно-мульчирующим люцерновым и сидеральным донниковым.

Степень разработанности темы. Анализ имеющейся теоретической базы исследуемой темы показывает, что, несмотря на значительное количество исследований, рекомендующих использование бинарных посевов донника и люцерны с подсолнечником, некоторые аспекты проблемы остаются не до конца изученными, а ряд положений до сих пор носит дискуссионный характер (Авдеенко А.П., 2009; Дедов А.В., 2000; Зезюков Н.И., 1999; Зеленский Н.А., 1991, 1993, 2000, 2002, 2008; Луганцев Е.П., 2008; Пешков Л.В., 1991). В частности, посев озимой пшеницы по кулисно-мульчирующему пару люцерны и сидеральному донниковому пару в разработанном севообороте в ЦЧР до настоящего времени не изучался, в связи с чем возникла необходимость проведения исследований по выявлению влияния данных приемов на плодородие чернозема типичного и урожайность озимой пшеницы. Эти обстоятельства обуславливают актуальность темы настоящего диссертационного исследования.

Целью исследования является изучение влияния приемов биологизации и последствий основной обработки почвы на показатели плодородия чернозема типичного, урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения лесостепи ЦЧР.

В соответствии с поставленной целью исследования решались следующие задачи.

1. Выявить эффективность влияния приемов биологизации (совместное использование на удобрение соломы ячменя и пожнивной сидерации редьки масличной и горчицы белой, бобовых трав в сидеральных и кулисно-мульчирующих парах) и последствий основной обработки почвы на параметры показателей плодородия чернозема типичного, в частности: на поступление в почву свежего органического вещества и содержание детрита; на агрофизические и водно-физические свойства почвы под озимой пшеницей; на содержание основных элементов питания в почве (легкогидролизуемого азота, фосфора и калия).

2. Установить влияние приемов биологизации и последствий основной обработки почвы на урожай и качество зерна озимой пшеницы.

3. Дать экономическую и энергетическую оценку эффективности возделывания озимой пшеницы по кулисно-мульчирующему пару люцерны и сидеральному донниковому пару на фоне разных приемов последствий основной обработки почвы.

4. Рекомендовать производству в зоне недостаточного увлажнения внедрение и освоение севооборотов с различными видами паров, бинарными посевами озимой пшеницы и способами основной обработки почвы.

Научная новизна диссертационного исследования. Основные научные результаты, определяющие новизну проведенного исследования, состоят в следующем:

- теоретически обоснована целесообразность возделывания озимой пшеницы в бинарных посевах в зоне недостаточного увлажнения с целью воспроизводства плодородия черноземов и повышения продуктивности пашни;

- установлена необходимость совершенствования элементов системы земледелия в целях воспроизводства плодородия почвы путем активизации биологических факторов;

- получены экспериментальные данные по влиянию бобовых культур, возделываемых в сидеральных и кулисно-мульчирующих парах, на улучшение агрофизических, агрохимических свойств, обогащение почвы органическим веществом и увеличение продуктивности севооборота.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования. Впервые в ЦЧР предложена схема севооборота, позволяющая возделывать озимую пшеницу в бинарном посеве с люцерной синей после кулисно-мульчирующего пара.

Полученные результаты расширяют знания о влиянии многолетних бобовых трав и последствий основной обработки почвы на физико-химические свойства черноземных почв, что позволит при правильном их применении стабилизировать плодородие почвы, повысить продуктивность севооборотов.

Доказано положительное влияние посева озимой пшеницы по кулисно-мульчирующему пару люцерны синей и сидеральному донниковому пару на физико-химические свойства почвы за счет прихода большего количества растительных остатков в этих вариантах.

Основные результаты исследования могут быть использованы для совершенствования систем земледелия в ЦЧР Российской Федерации и минимализации процессов деградации черноземов.

Материалы исследования рекомендуется использовать при проектировании современных адаптивно-ландшафтных систем земледелия, а также в учебном процессе в высших учебных заведениях при чтении различных дисциплин при подготовке специалистов по профильным специальностям, например: «Растениеводство», «Земледелие», «Агрочвоведение».

Основные положения диссертации, выносимые на защиту.

1. Использование приемов биологизации под озимую пшеницу улучшает показатели плодородия чернозема типичного, увеличивая содержание растительных остатков на 62,6%, детрита – на 41,1% и коэффициент структурности – на 82,7%.

2. Приемы биологизации повышают содержание в почве доступных форм азота, фосфора и калия от 2 до 19% в течение вегетации озимой пшеницы и обеспечивают более рациональное использование этих элементов питания.

3. Приемы основной обработки почвы и биологизации на 9-11% повышают экономическую и в 12 раз энергетическую эффективность, улучшают качество зерна озимой пшеницы по отношению к контрольному варианту.

Апробация результатов исследования. Основные положения диссертационной работы докладывались на научных конференциях профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, проходивших в Воронежском государственном аграрном университете им. императора Петра I (2011, 2012, 2013 и 2014 гг.) и в Белгородской сельскохозяйственной академии им. В.Я. Горина (2014 г.).

Результаты производственного опыта, проведенного с 2011 по 2013 г. в хозяйствах ИП Глава КФХ Палихов А.А. и ООО «Макс-Агро» Хохольского района Воронежской области на площади 44 и 52 га, показали, что использование приемов биологизации под озимую пшеницу способствовало получению чистого дохода с 1 га посевной площади от 10530 до 12294 рублей.

Публикации. Основные результаты проведенного исследования нашли отражение в 9 опубликованных работах общим объемом 4,25 п.л. (авторский вклад – 2,48 п.л.), в том числе 4 статьи опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях.

Личный вклад. Автор диссертационной работы принимал непосредственное участие на всех этапах проведения исследований: в разработке программы и схемы исследований, выборе и разработке методов, планировании и проведении экспериментальных исследований, анализе и обобщении полученных данных, их математической обработке и формулировании выводов, в подготовке публикаций по теме исследования, оформлении диссертационной работы и автореферата. Доля его участия в исследованиях – более 90%.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 179 страницах компьютерного текста и состоит из введения, 6 глав, выводов и предложений производству, списка использованной литературы, включающего 292 наименования, в том числе 11 на иностранных языках, содержит 18 таблиц и 29 приложений.

Автор выражает большую признательность и благодарность научному руководителю профессору А.В. Дедову, заведующему кафедрой земледелия, проректору по научной работе Воронежского ВГАУ, сотрудникам и лаборантам кафедры земледелия за всестороннюю помощь, преподавателям кафедры за критические замечания и рекомендации, высказанные в ходе обсуждения работы.

УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в 2011-2013 гг. в стационарном опыте кафедры земледелия Воронежского ГАУ, заложенном в ИП Глава КФХ Палихов А.А. Хохольского района Воронежской области.

Воронежская область расположена в юго-восточной части Центрально-Черноземного региона Российской Федерации. Климат – умеренно континентальный. Самая холодная температура воздуха, исходя из многолетних данных, отмечается в январе ($-7,4^{\circ}\text{C}$), самая теплая – в июле ($+19,7^{\circ}\text{C}$), продолжительность вегетационного периода в среднем составляет 187 дней. Сумма активных температур изменяется по годам и равна в среднем 2540°C . На теплый период года приходится примерно три четверти осадков. Лесостепная часть Воронежской области, в которой находится опытный участок, по отношению выпадающих осадков к испаряемости относится к зоне неустойчивого увлажнения и периодически повторяющихся засух. За время проведения наших исследований вегетационный период в 2011-2012 гг. был благоприятным по увлажнению и температурному режиму, тогда как в 2012-2013 гг. – засушливым, по данным Хохольской агрометеорологической станции (АГМС).

Пахотный слой почвы стационарного опытного участка обладает благоприятными (средними) для произрастания культур агрохимическими свойствами: содержание гумуса составляет 5,3%, гидролизуемого азота – 62,9 мг/кг, подвижного фосфора – 113 мг/кг, обменного калия – 184 мг/кг, сумма обменных оснований – 34,1, гидролитическая кислотность – 4,32 мг-экв./100 г почвы, $\text{pH}_{\text{сол.}}$ – 5,36.

Размещение культур в стационарном опыте – систематическое, повторность – трехкратная. Общее число делянок в опыте – 108 (девять по каждой культуре в трех повторениях), форма делянки – прямоугольная ($37,8 \times 17,4$ м), площадь, занятая опытом, – 7,32 га. Технология возделывания культур в опыте – общепринятая для лесостепной зоны Воронежской области, кроме заявленных изучаемых приемов биологизации.

Описание схемы стационарного опыта кафедры земледелия Воронежского ГАУ.

Фактор А – предшественники озимой пшеницы:

- посев озимой пшеницы по чистому пару;
- посев озимой пшеницы по сидеральному донниковому пару;
- посев озимой пшеницы по кулисно-мульчирующему пару люцерны синей.

Фактор Б – варианты последствий основной обработки почвы:

- вспашка на глубину 20-22 см;
- дискование на глубину 8-10 см;
- плоскорезная обработка на глубину 20-22 см.

В звене севооборота возделывали следующие сорта: озимая пшеница – Алая заря; донник желтый – Сибирский-2; люцерна синяя – Диана. После посева подсолнечника в те же рядки всевалась вторая культура: донник желтый или люцерна синяя (в зависимости от варианта).

В соответствии с поставленными задачами на всех вариантах опыта исследования проводили согласно общепринятым методикам с определением следующих показателей:

- твердость почвы – с помощью твердомера Ю.Ю. Ревякина (твердость почвы замерялась и усреднялась на глубине 0,25 м) в три срока – посев, колошение, уборка;

- содержание легкогидролизуемого азота – по Корнфильду в мг/кг;

- содержание подвижного фосфора (P_2O_5) и обменного калия (K_2O) – по Чирикову по слоям 0-10, 10-20, 20-30 и 30-50 см (ГОСТ 26204-91);

- влажность почвы – методом послойного (через 10 см) отбора образцов почвы до глубины 100 см в трех точках делянки с последующим их высушиванием до постоянного веса при 105°C (ГОСТ 5180-84);

- плотность почвы – объемно-весовым методом по Н.А. Качинскому;

- агрегатный состав почвы и водопрочность почвенных агрегатов – по И.В. Тюрину и Н.И. Саввинову;

- масса растительных остатков – по Н.З. Станкову;

- содержание детрита – по методике, предложенной сотрудниками ТСХА, по слоям почвы 0-10, 10-20, 20-30 и 30-50 см;

- учет урожайности озимой пшеницы – путем прямого комбайнирования каждой делянки отдельно с последующим пересчетом на 100% чистоту и стандартную влажность;

- качество зерна – белок, клейковина, ИДК, число падения – по ГОСТ 10987-76, 10840-64, 10842-89, 13586.1-68.

Расчет энергетической эффективности проводили согласно методическим указаниям, разработанным на кафедре земледелия Воронежского ГАУ (Зезюков Н.И. с соавт., 1993).

Статистическую обработку и дисперсионный анализ полученных данных проводили по методике Б.А. Доспехова (1985, 1987) с использованием ПЭВМ.

Экономическую эффективность рассчитывали по технологическим картам с использованием типовых норм по ценам 2012 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Накопление растительных остатков в почве под озимой пшеницей. Перед посевом озимой пшеницы по чистому пару масса растительных остатков в слое 0-50 см составляла в среднем 4,0-4,5 т/га и была представлена остатками предыдущих культур – подсолнечника и ячменя. При замене чистого пара на сидеральный донниковый пар масса растительных остатков составила 7,6-8,0 т/га, из которых 3,7 т/га были представлены свежей биомассой донника желтого (рис. 1). При посеве озимой пшеницы по люцерне синей масса растительных остатков составляла 6,2-6,5 т/га, в том числе корни и стержня люцерны – 2 т/га.

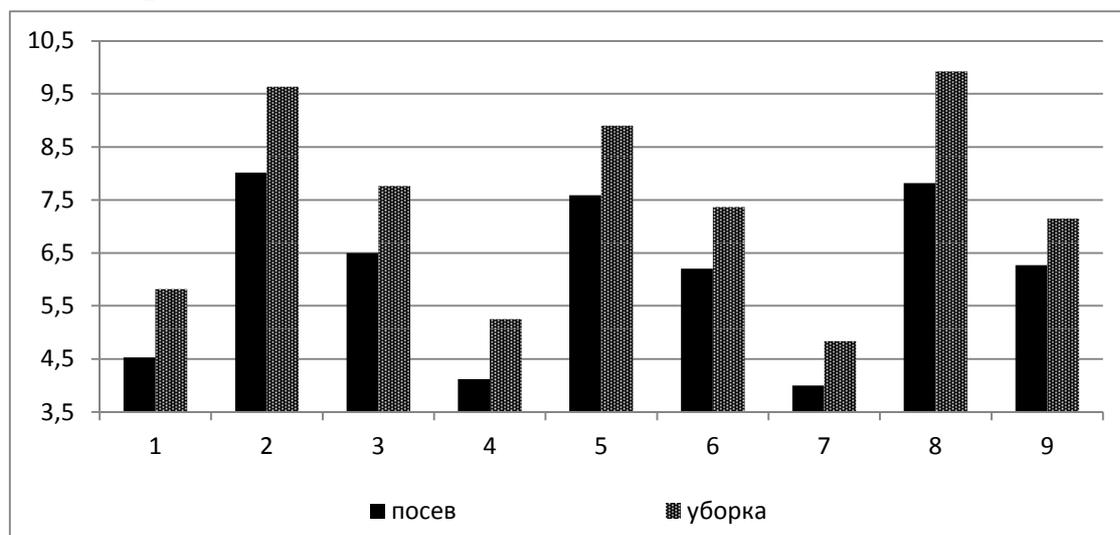


Рисунок 1 – Масса растительных остатков в слое почвы 0-50 см под озимой пшеницей в зависимости от различных предшественников на фоне последствия основной обработки почвы, т/га (2011-2013 гг.): 1 – чистый пар (контроль, вспашка), 2 – сидеральный донниковый пар (вспашка); 3 – кулисно-мульчирующий пар люцерны синей (вспашка); 4 – чистый пар (дискование); 5 – сидеральный донниковый пар (дискование); 6 – кулисно-мульчирующий пар люцерны синей (дискование); 7 – пар чистый (плоскорезная обработка); 8 – сидеральный донниковый пар (плоскорезная обработка); 9 – кулисно-мульчирующий пар люцерны синей (плоскорезная обработка)

Несмотря на разложение растительных остатков в период от посева озимой пшеницы до уборки, их масса в слое 0-50 см увеличилась по всем вариантам за счет стерни, опада и корневой системы озимой пшеницы и составила: по чистому пару – 5,3 т/га, по сидеральному пару и кулисно-мульчирующему пару люцерны – соответственно 9,5 и 7,4 т/га. Из всей массы растительных остатков к уборке масса растительных остатков собственно озимой пшеницы составляла по всем вариантам 5,0-5,3 т/га (поскольку урожай озимой пшеницы был практически одинаковым по всем вариантам).

Таким образом, к уборке озимой пшеницы растительных остатков предыдущих культур оставалось: по чистому пару – 0-0,3 т/га; по сидеральному пару – 4,2 т/га (остатки донника, подсолнечника, озимой пшеницы или ячменя); по кулисно-мульчирующему пару люцерны – 2,1 т/га (остатки подсолнечника, озимой пшеницы, люцерны).

Динамика детрита под озимой пшеницей. Нашими исследованиями установлено, что на содержание детрита по вариантам опыта оказывали влияние погодные условия, температура воздуха, глубина отбора образцов, количество осадков, неодинаковая масса растительных остатков, поступающих в почву.

Ко времени посева озимой пшеницы наиболее высокое содержание детрита в слое почвы 0-50 см отмечено на варианте сидерального пара – 0,15-0,17%, тогда как на вариантах чистого пара и кулисно-мульчирующего пара люцерны в среднем детрита содержалось меньше – соответственно на 19 и 37,5%.

Ко времени уборки содержание детрита в слое почвы 0-50 см по всем вариантам предшественников увеличилось. Так, при размещении озимой пшеницы по чистому пару оно составляло 0,15%, по кулисно-мульчирующему пару люцерны и сидеральному донниковому – соответственно 0,18 и 0,22%. Таким образом, увеличение составило соответственно 50, 38 и 25%, что объясняется повышением скорости разложения негумифицированных растительных остатков в весенне-летний период вегетации озимой пшеницы (за счет хороших гидротермических условий).

Наиболее высокое содержание детрита отмечено в слое 0-10 см (на всех вариантах опыта), тогда как в слое 10-20 см его содержание уменьшилось почти вдвое.

Структурно-агрегатный состав почвы в зависимости от приемов биологизации на фоне последствия основной обработки почвы под озимой пшеницей. Использование приемов биологизации (посев озимой пшеницы по кулисно-мульчирующему пару люцерны и сидеральному донниковому пару) способствует улучшению структурно-агрегатного состояния чернозема типичного (табл. 1).

Таблица 1 – Структурное состояние почвы под озимой пшеницей в зависимости от предшественников на фоне последствия основной обработки почвы в слое 0-30 см (2011-2013 гг.)

Способ обработки (фактор Б)	Предшественники озимой пшеницы (фактор А)	Содержание в навеске, %				Коэффициент структурности
		агрегатов > 10 мм	агрегатов от 10 до 0,25 мм	агрегатов < 0,25 мм	водопрочных агрегатов	
Вспаха (20-22 см)	Пар чистый (контроль)	$\frac{24,6}{21,1}$	$\frac{70,5}{74,6}$	$\frac{4,9}{4,3}$	$\frac{50,41}{55,88}$	$\frac{2,39}{2,93}$
	Сидеральный пар донника желтого	$\frac{24,9}{9,6}$	$\frac{71,5}{86,5}$	$\frac{3,6}{3,9}$	$\frac{54,46}{59,37}$	$\frac{2,50}{6,40}$
	Кулисно-мульчирующий пар люцерны синей	$\frac{14,6}{5,7}$	$\frac{81,6}{89}$	$\frac{3,8}{5,3}$	$\frac{59,58}{57,59}$	$\frac{4,44}{8,13}$
Дисковое (8-10 см)	Пар чистый	$\frac{28,6}{15,6}$	$\frac{67,4}{80}$	$\frac{4,0}{4,4}$	$\frac{53,08}{59,07}$	$\frac{2,07}{4,01}$
	Сидеральный пар донника желтого	$\frac{22,4}{14,4}$	$\frac{73,3}{82}$	$\frac{4,2}{3,6}$	$\frac{54,59}{62,59}$	$\frac{2,75}{4,56}$
	Кулисно-мульчирующий пар люцерны синей	$\frac{15,4}{5,7}$	$\frac{80,9}{90,5}$	$\frac{3,7}{3,8}$	$\frac{57,34}{67,15}$	$\frac{4,24}{9,47}$
Плоскорезная обработка (20-22 см)	Пар чистый	$\frac{25,1}{18,1}$	$\frac{70,9}{78,1}$	$\frac{4,0}{3,8}$	$\frac{54,85}{60,08}$	$\frac{2,44}{3,56}$
	Сидеральный пар донника желтого	$\frac{20,4}{9,7}$	$\frac{76,1}{87}$	$\frac{3,5}{3,3}$	$\frac{57,55}{65,75}$	$\frac{3,18}{6,67}$
	Кулисно-мульчирующий пар люцерны синей	$\frac{14,4}{10,1}$	$\frac{82,0}{87}$	$\frac{3,5}{2,9}$	$\frac{61,90}{70,27}$	$\frac{4,56}{6,67}$
НСР ₀₅ частный эффект		$\frac{6,99-7,98}{5,94-7,85}$	$\frac{7,14-7,46}{7,45-15,4}$	$\frac{1,16-1,32}{1,2-1,72}$	$\frac{3,61-4,96}{4,73-5,49}$	
НСР ₀₅ фактора А		$\frac{2,33-2,66}{1,98-2,62}$	$\frac{2,38-2,49}{2,48-5,15}$	$\frac{0,39-0,44}{0,42-0,57}$	$\frac{1,04-1,37}{143-1,58}$	
НСР ₀₅ фактора Б		$\frac{2,33-2,66}{1,98-2,62}$	$\frac{2,38-2,49}{2,48-5,15}$	$\frac{0,39-0,44}{0,42-0,57}$	$\frac{1,04-1,37}{143-1,58}$	

Примечание: числитель – посев; знаменатель – уборка

Особенно сильное воздействие на оструктуривание почвы оказывает кулисно-мульчирующий пар люцерны синей. При посеве озимой пшеницы в почве этого варианта структурных агрегатов при воздушно-сухом просеве содержалось 81,5%, в почве сидерального донникового и чистого паров – меньше соответственно на 9 и 15%. Глыбистых агрегатов >10 мм в почве чистого пара содержалось

26,1%, сидерального и кулисно-мульчирующего паров – меньше соответственно на 13,5 и 43,3%. Агрегатов <0,25 мм в почве контрольного варианта содержалось на 0,6% больше, чем в почве вариантов при использовании приемов биологизации. Самый высокий коэффициент структурности – 4,4 отмечен в почве варианта кулисно-мульчирующего пара люцерны, что на 36 и 48% выше показателей сидерального донникового и чистого паров; водопрочных агрегатов больше всего содержалось в почве кулисно-мульчирующего пара люцерны – 59,6%, меньше – в почве сидерального донникового и чистого паров – соответственно 55,5 и 52,8% (табл. 1). Это обусловлено тем, что в процессе трансформации органической массы зеленого удобрения образуются гуминовые кислоты, способствующие склеиванию микроагрегатов в структурные отдельности.

К уборке озимой пшеницы количество структурных агрегатов увеличилось по вариантам и слоям с сохранением таких же приоритетов, как и при посеве. Положительное действие приемов биологизации не ограничивается одним годом. При их использовании повышается содержание структурных, водопрочных агрегатов, а также улучшаются и другие показатели. Менее заметное влияние на структуру почвы оказала обработка почвы под подсолнечник, причем безотвальная обработка более благоприятно воздействовала на оструктурирование пахотного слоя почвы, чем вспашка.

Плотность почвы в зависимости от предшественников на фоне последствий основной обработки под озимую пшеницу. Наиболее существенные изменения плотности почвы по всем вариантам предшественников и способам обработки почвы отмечены в верхних слоях – 0-10 и 10-20 см, тогда как в слое 20-30 см изменения плотности почвы были несущественными.

Перед посевом озимой пшеницы плотность почвы по всем вариантам предшественников и способов обработки почвы была оптимальной для посева. Однако этот показатель в слое почвы 0-20 см вариантов сидерального пара и кулисно-мульчирующего пара люцерны был меньше, чем в этом же слое на варианте чистого пара (в среднем соответственно на 0,5 и 0,9 кг/см³).

Способы основной обработки почвы под подсолнечник не оказали влияния на плотность сложения почвы.

За период от посева до колошения озимой пшеницы почва всех вариантов уплотнялась в результате оседания (осенью) и высушивания (весна и июнь), причем величина уплотнения зависела от гидро-

термических условий этого периода, особенно в июне месяце (период колошения). В благоприятный по увлажнению вегетационный период 2011-2012 гг. плотность почвы в слое 0-20 см увеличилась всего лишь на 2-3%, тогда как в засушливый период 2012-2013 гг. почва этого слоя уплотнилась на варианте чистого пара на 10%, а на вариантах сидерального донникового и кулисно-мульчирующего паров – соответственно на 13 и 17%. Независимо от гидротермических условий этого периода на вариантах использования приемов биологизации плотность почвы в слое 0-20 см была на 4-7% меньше, чем на варианте чистого пара, и оптимальной для озимой пшеницы (по всем предшественникам).

За период от колошения до уборки почва продолжала уплотняться: этот показатель в слое 0-20 см на варианте чистого пара составил $1,25 \text{ г/см}^3$, сидерального и кулисно-мульчирующего паров – соответственно $1,22$ и $1,20 \text{ г/см}^3$, а в слое 20-30 см – соответственно $1,34$; $1,31$ и $1,30 \text{ г/см}^3$.

Твердость почвы. Благодаря высокой продуктивности многолетних трав, формированию мощной корневой системы, насыщению почвы органикой на вариантах использования приемов биологизации твердость почвы в течение вегетации по слоям и в целом в пахотном слое была на 8-27% меньше, чем на варианте чистого пара (рис. 2).

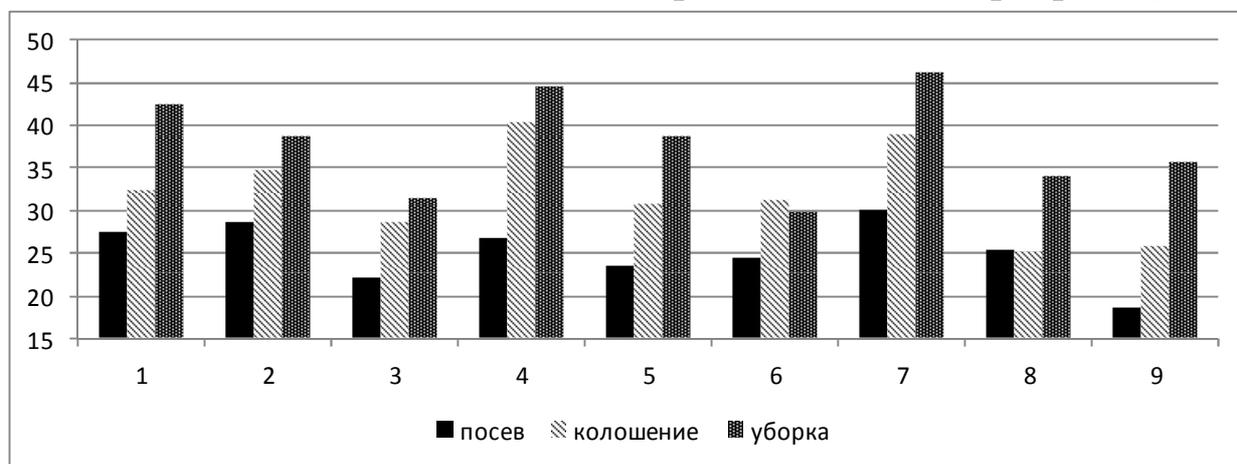


Рисунок 2 – Твердость почвы под озимой пшеницей в слое 0-25 см в зависимости от предшественников на фоне последствия основной обработки почвы (2011–2013 гг.), кг/см²: 1 – чистый пар (контроль, вспашка); 2 – сидеральный донниковый пар (вспашка); 3 – кулисно-мульчирующий пар люцерны синей (вспашка); 4 – чистый пар (дискование); 5 – сидеральный донниковый пар (дискование); 6 – кулисно-мульчирующий пар люцерны синей (дискование); 7 – пар чистый (плоскорезная обработка); 8 – сидеральный донниковый пар (плоскорезная обработка); 9 – кулисно-мульчирующий пар люцерны синей (плоскорезная обработка)

Твердость почвы оказывает влияние не только на рост и развитие озимой пшеницы, но и на сопротивлении почвообрабатывающей технике. Другими словами, чем ниже твердость почвы, тем меньше затрат требуется для ее механической обработки, а именно: можно использовать менее мощные трактора при пониженном расходе ГСМ и степени амортизации используемой техники.

Влажность почвы. Перед посевом озимой пшеницы запасы доступной влаги в слое почвы 0-30 см как в 2011, так и в 2012 г. были достаточными (примерно 30 мм) для получения своевременных и полных всходов озимой пшеницы, что связано с обильными осадками в июле-августе. Запасы доступной влаги в почве глубже 30 см (30-100 см) в этот срок на вариантах сидерального пара и кулисно-мульчирующего пара люцерны были меньше, чем на варианте чистого пара – соответственно на 30 и 40 мм (рис. 3).

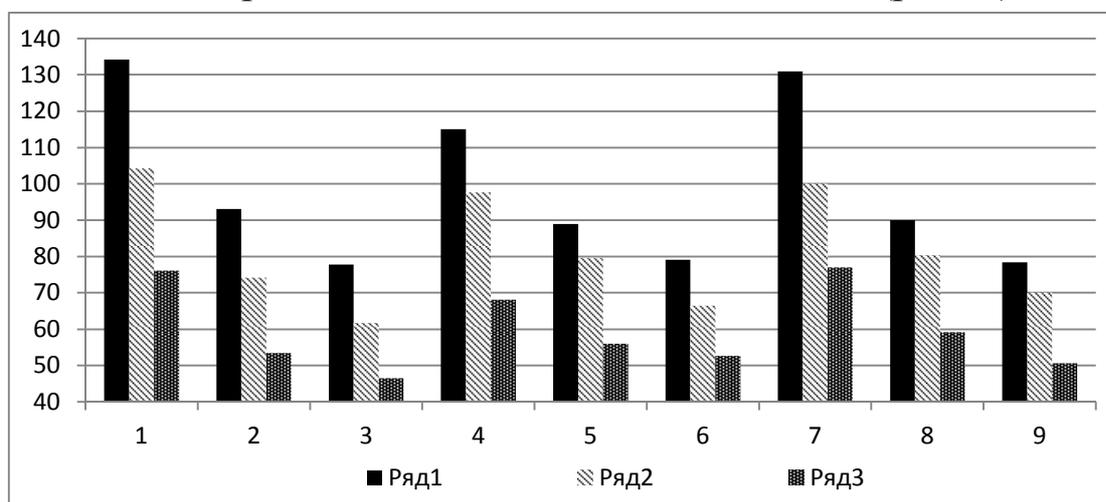


Рисунок 3 – Содержание доступной влаги в почве в зависимости от различных предшественников озимой пшеницы на фоне последствия основной обработки почвы (2011-2013 гг.), мм: 1 – чистый пар (контроль, вспашка); 2 – сидеральный донниковый пар (вспашка); 3 – кулисно-мульчирующий пар люцерны синей (вспашка); 4 – чистый пар (дискование); 5 – сидеральный донниковый пар (дискование); 6 – кулисно-мульчирующий пар люцерны синей (дискование); 7 – пар чистый (плоскорезная обработка); 8 – сидеральный донниковый пар (плоскорезная обработка); 9 – кулисно-мульчирующий пар люцерны синей (плоскорезная обработка)

Запасы влаги в период колошения озимой пшеницы в верхних слоях почвы (до 50 см) зависели от выпадающих осадков в весенне-летний период, а в более глубоких слоях почвы (50-100 см) – от величины весеннего запаса влаги.

В неблагоприятном по осадкам весенне-летнем периоде 2012 г. запасы влаги в слое почвы 0-50 см на вариантах сидерального пара и кулисно-мульчирующего пара люцерны были меньше, чем на варианте чистого пара – соответственно на 24 и 31%, а в слое 50-100 см они были одинаковыми по вариантам всех предшественников. В 2013 г., в условиях засухи, запасы влаги были меньше, чем в 2012 г. Так, в слое 0-50 см на варианте чистого пара они были меньше на 17%, а на вариантах сидерального пара и кулисно-мульчирующего пара люцерны – соответственно на 18 и 23%.

Запасы доступной влаги в слое почвы 0-100 см в период колошения в 2012 г. оцениваются как хорошие, а в 2013 г. – как удовлетворительные. Остаточные запасы влаги (после уборки) в слое почвы 0-100 см являются одним из показателей оценки культур как предшественников. Учитывая это, размещение озимой пшеницы по чистому пару является более предпочтительным, чем по сидеральному пару и кулисно-мульчирующему пару люцерны.

Однако применение биологических приемов способствует более рациональному использованию почвенной влаги. Для формирования одной тонны сухого вещества в звене севооборота предшественник – озимая пшеница на варианте чистого пара необходимо 74,8 мм влаги, а на вариантах сидерального донникового и кулисно-мульчирующего паров – соответственно 52,4 и 47,2 мм.

Динамика легкогидролизуемого азота. Содержание азота в пахотном слое почвы в период вегетации озимой пшеницы изменялось в зависимости от предшественников, гидротермических условий года и не зависело от обработки почвы под подсолнечник. Во время посева озимой пшеницы наибольшее количество легкогидролизуемого азота содержалось в почве чистого пара (226 мг/кг), несколько меньше – сидерального донникового пара (207,2 мг/кг) и кулисно-мульчирующего пара люцерны (175,8 мг/кг). Обеспеченность почв азотом в этот период по всем вариантам оценивается как высокая и очень высокая.

В течение весенне-летней вегетации озимых акценты по содержанию азота между вариантами поменялись. Так, во время колошения озимой пшеницы содержание легкогидролизуемого азота в почве двух вариантов (сидеральный и чистый пары) в слое 0-50 см выровнялось и составило соответственно 136,8 и 145 мг/кг, а в 2013 г. данный показатель на варианте использования приемов биологизации был достоверно выше на 9,2% по сравнению с контрольным вариантом. Осенью и во время отрастания озимой пшеницы лю-

церна синяя росла и потребляла элементы питания, поэтому на варианте кулисно-мульчирующего пара люцерны азота содержалось на 17,9 мг/кг меньше, чем на контроле. Аналогичная ситуация отмечена по содержанию азота и при уборке озимой пшеницы.

Динамика подвижных форм фосфора и калия. Ко времени посева озимой пшеницы содержание подвижного фосфора и обменного калия в слое 0-30 см на вариантах использования приемов биологизации (сидеральный пар и кулисно-мульчирующий пар люцерны) было меньше, чем при размещении озимой пшеницы по чистому пару – соответственно на 13,7-15,6% и 17,1-22,9%, что объясняется выносом фосфора донником и люцерной.

В период вегетации на варианте чистого пара озимая пшеница использовала подвижный фосфор и обменный калий, накопившиеся в период парования и частично за счет разложения растительных остатков прошлых лет. Напротив, на вариантах сидерального пара и кулисно-мульчирующего пара люцерны значительный вынос фосфора и калия озимой пшеницей был за счет фосфора и калия, высвобождавшихся из биомассы донника и люцерны (рис. 4).

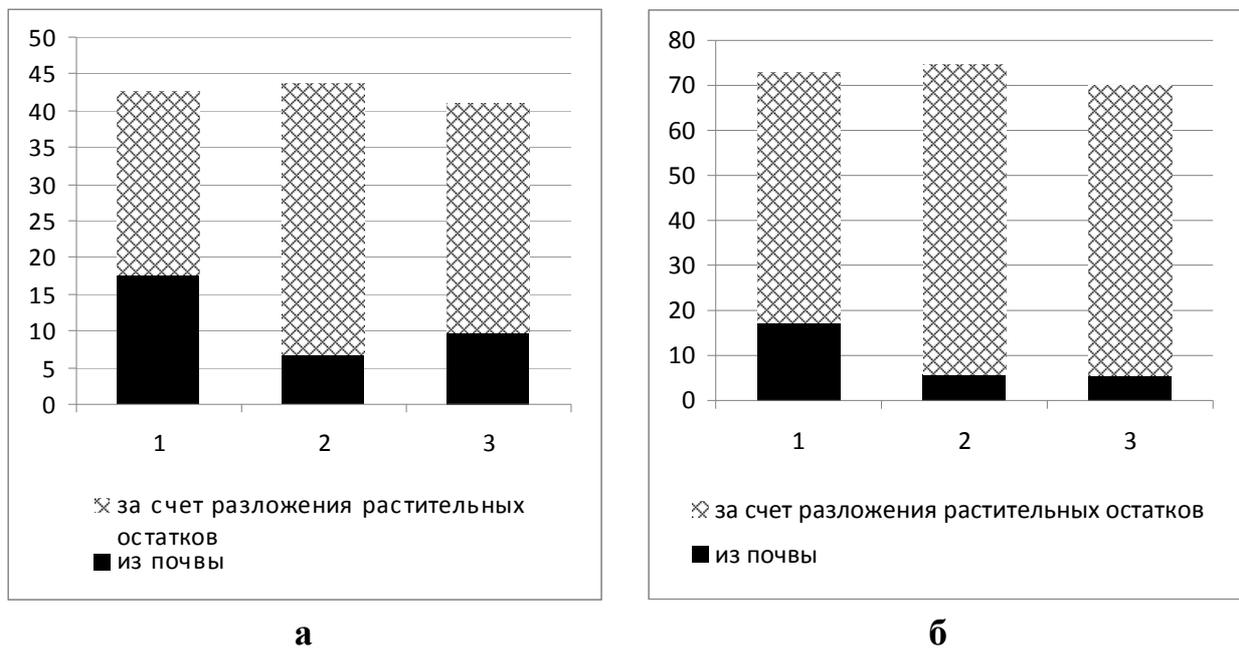


Рисунок 4 – Вынос фосфора (а) и калия (б) с урожаем озимой пшеницы в зависимости от предшественников, кг/га: 1 – чистый пар (контроль); 2 – сидеральный донниковый пар; 3 – кулисно-мульчирующий пар люцерны синей

Отмечено большее или практически одинаковое содержание в почве фосфора и калия во время колошения и уборки озимой пшеницы: в почве сидерального пара – соответственно 123,0 и 104,7 мг/кг и 162,0 и 160,7 мг/кг; кулисно-мульчирующего пара люцерны – 101,7 и

83,0 мг/кг и 182,7 и 166,7 мг/кг; чистого пара – 107,3 и 88,0 мг/кг и 158,7 и 163,3 мг/кг.

Таким образом, на создание урожая озимой пшеницы по чистому пару из почвы было расходувано 17,6 кг/га фосфора и 17,3 кг/га калия. А поскольку урожай зерна озимой пшеницы был практически одинаковым по предшественникам, то растениями озимой пшеницы на варианте сидерального пара было взято 6,9 и 5,8 кг/га фосфора и калия, а на варианте кулисно-мульчирующего пара люцерны – соответственно 9,9 и 5,6 кг/га.

Урожай озимой пшеницы при использовании приемов повышения плодородия на фоне последействия основной обработки почвы. Урожай озимой пшеницы в среднем за годы проведения исследований по всем предшественникам был практически одинаковым – от 4,46 до 4,76 т/га (больше – на вариантах использования биологических приемов). Так, в 2013 г. урожай зерна достоверно больше был получен на варианте сидерального пара (5,36 т/га), что на 7% больше показателя контрольного варианта. Этому способствовало достаточное выпадение осадков перед посевом озимой пшеницы, что позволило получить хорошие дружные всходы, а разлагающаяся масса растительных остатков явилась отличным бесперебойным питанием для растений. Урожай зерна озимой пшеницы по всем вариантам в 2013 г. в среднем на 23% был больше, чем в 2012 г. Последействие приемов основной обработки почвы не оказало заметного влияния на урожайность озимой пшеницы.

Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от приемов повышения плодородия почвы на фоне последействия основной обработки почвы. Использование приемов биологизации способствовало получению более качественного зерна озимой пшеницы по сравнению с контролем (табл. 3). Так, качество зерна озимой пшеницы было выше при посеве по кулисно-мульчирующему пару люцерны, а именно: содержание белка – на 12-15%, клейковины – на 6-8%, ИДК – на 12,6%, число падения – на 10% по сравнению с контролем. Чуть ниже качество зерна (3-й класс) озимой пшеницы было на варианте сидерального донникового пара, занимая промежуточное положение между предшественниками чистым паром и кулисно-мульчирующим паром. Качество зерна озимой пшеницы по всем вариантам в 2012 г. было выше, чем в 2013 г. (клейковина – на 7-13%, белок – на 4-8%, число падения – на 15-25%).

Таблица 2 – Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от предшественников и основной обработки почвы под подсолнечник (2011-2013 гг.)

Способ обработки (фактор Б)	Предшественники озимой пшеницы (фактор А)	Число падения, сек.	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %	ИДК
Вспашка (20-22 см)	Пар чистый (контроль)	174	11,1	24,6	107
	Сидеральный пар донника желтого	178	11,6	24,9	101
	Кулисно-мульчирующий пар люцерны синей	194	12,6	27,4	95
Дискование (8-10 см)	Пар чистый	167	10,9	24,2	109
	Сидеральный пар донника желтого	177	11,6	25,6	100
	Кулисно-мульчирующий пар люцерны синей	190	12,3	27	93
Плоскорезная обработка (20-22 см)	Пар чистый	170	10,9	24,5	107
	Сидеральный пар донника желтого	183	11,7	26	98
	Кулисно-мульчирующий пар люцерны синей	192	12,5	27,1	94
НСР ₀₅		13,04-16,17	0,47-0,53	1,04-1,12	9,6-11,8

Энергетическая и экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от изучаемых факторов. Высокий коэффициент энергетической эффективности с учетом плодородия почвы (6,74-6,67) был отмечен на варианте подсева озимой пшеницы к люцерне синей за счет меньших затрат энергии на возделывание культуры на этом варианте, а также за счет получения большего связывания энергии с урожаем. Самый низкий коэффициент энергетической эффективности был получен в варианте чистого пара и составил 0,49, что связано с большими затратами энергии на обработку почвы в предшествующем поле. Сидеральный пар донника желтого занимает промежуточное положение между вышеуказанными вариантами, коэффициент энергетической эффективности составил 5,57-5,88.

Для определения наиболее экономически выгодной технологии используется показатель рентабельности. Так, наиболее рентабельная технология оказалась на вариантах использования биологических приемов (посев озимой пшеницы по люцерне и сидеральному донниковому пару), рентабельность составила от 88,8 до 92,6% (в зависимости от обработки почвы под подсолнечник), тогда как в чистом пару – 81,0-82,1%, что меньше на 9-11%.

ВЫВОДЫ

1. Масса растительных остатков в слое 0-50 см перед посевом озимой пшеницы по чистому пару составляла 4,0-4,5 т/га. При посеве озимой пшеницы по сидеральному донниковому и кулисно-мульчирующему пару люцерны содержание свежего органического вещества на этих вариантах увеличилось соответственно до 7,6-8,0 и 6,5 т/га.

К уборке озимой пшеницы масса негумифицированных растительных остатков на всех вариантах опыта увеличивалась: в почве варианта чистого пара – до 5,3 т/га, сидерального донникового – до 9,5 т/га, кулисно-мульчирующего пара люцерны – до 7,4 т/га.

2. Масса детрита в пахотном слое почвы под озимой пшеницей зависела от приема основной обработки почвы, удобрений, периода вегетации и гидротермических условий года.

В период от посева озимой пшеницы к уборке на всех вариантах опыта в пахотном слое почвы наблюдалось увеличение содержания детрита: на варианте сидерального донникового пара – до 0,217%, кулисно-мульчирующего пара люцерны – до 0,177% и чистого пара – до 0,147%. Наибольшее увеличение массы детрита отмечено на фоне последствий вспашки и плоскорезной обработки на глубину 20-22 см. По годам исследований показатели содержания детрита в 2012 г. превышали показатели 2013 г.

3. Структурное состояние почвы в опыте в большей степени зависело от предшественников озимой пшеницы и в меньшей – от основной обработки почвы под подсолнечник. Посев озимой пшеницы по кулисно-мульчирующему пару люцерны способствовал увеличению количества структурных агрегатов при воздушно-сухом просеве до 81,5%. На вариантах посева озимой пшеницы по сидеральному донниковому и чистому парам структурных агрегатов было меньше соответственно на 9 и 15%. В то же время уменьшилось содержание глыбистых агрегатов > 10 мм: в почве чистого пара их было 26,1%, а в почве на вариантах посева по сидеральному донниковому пару и кулисно-мульчирующему пару люцерны – меньше соответственно на 13,5 и 43,3%. Количество агрегатов < 0,25 мм практически было одинаковым в почве всех вариантов.

Коэффициент структурности почвы на варианте посева озимой пшеницы по кулисно-мульчирующему пару люцерны составил 4,4, а по сидеральному донниковому и чистому парам – на 36 и 48%

меньше. При посеве озимой пшеницы по кулисно-мульчирующему пару люцерны содержание водопрочных агрегатов в почве было самым высоким – 59,6%, по сидеральному донниковому и чистому парам – соответственно 55,5 и 52,8%. К уборке озимой пшеницы количество структурных агрегатов повысилось в почве всех вариантов и по всем слоям при сохранении тех же соотношений, что и при посеве.

4. Перед посевом озимой пшеницы по кулисно-мульчирующему пару люцерны в слое 0-20 см плотность почвы была меньше по сравнению с вариантами посева по сидеральному донниковому и чистому парам соответственно на 0,5 и 0,9 кг/см³.

За период вегетации озимой пшеницы плотность почвы повысилась и к уборке на варианте чистого пара составила 1,25 г/см³, а сидерального донникового и кулисно-мульчирующего пара люцерны – соответственно 1,22 и 1,20 г/см³.

5. На твердость почвы в опыте оказывали влияние предшественники озимой пшеницы, последствие обработки почвы, гидро-термические условия опыта. Приемы биологизации способствовали уменьшению твердости почвы в слое 0-25 см по сравнению с чистым паром на 8-27%. На всех вариантах опыта и по всем слоям показатели твердости почвы в 2013 г. превышали показатели 2012 г. на 45-60%.

6. Во все годы исследований перед посевом озимой пшеницы запасы доступной влаги в слое почвы 0-30 см были достаточными для получения своевременных и полных всходов озимой пшеницы (27-30 мм).

Запасы влаги в период колошения и уборки озимой пшеницы в верхних слоях почвы (до 50 см) зависели от количества выпадающих осадков в весенне-летний период, а в более глубоких слоях почвы (50-100 см) – от величины весеннего запаса влаги. Так, в фазе колошения озимой пшеницы в метровом слое почвы на вариантах чистого, сидерального донникового и кулисно-мульчирующего паров содержалось соответственно 100,7; 78,0 и 66,1 мм влаги, а перед уборкой – 73,8; 56,2 и 50,0 мм.

7. Применение биологических приемов способствовало более рациональному использованию почвенной влаги. Для формирования одной тонны сухого вещества в звене «предшественник – озимая пшеница» на варианте посева озимой пшеницы по чистому пару

расход влаги составил 74,8 мм, на варианте посева по сидеральному донниковому пару – 52,4 мм и на варианте посева озимой пшеницы по кулисно-мульчирующему пару люцерны – 47,2 мм.

8. Во время посева озимой пшеницы обеспеченность почвы азотом была выше в почве чистого пара. В течение вегетации озимой пшеницы на вариантах сидерального донникового и чистого пара содержание легкогидролизуемого азота в слое 0-50 см повысилось и составило соответственно 136,8 и 145,0 мг/кг, а во влажных условиях 2013 г. посев по сидеральному донниковому пару способствовал увеличению содержания азота на 9,2%. На варианте посева озимой пшеницы по кулисно-мульчирующему пару люцерны синий показатель содержания легкогидролизуемого азота был ниже по сравнению с контролем на 17,9 мг/кг.

9. Озимая пшеница, размещенная по чистому пару, использовала подвижный фосфор и обменный калий, накопившиеся в период парования и частично за счет разложения растительных остатков прошлых лет. На вариантах посева озимой пшеницы по сидеральному донниковому и кулисно-мульчирующему пару люцерны значительный вынос фосфора и калия озимой пшеницей был за счет фосфора и калия, высвобождающихся из биомассы донника и люцерны. Вынос фосфора и калия из почвы с урожаем зерна озимой пшеницы, посеянной по чистому пару, составил соответственно 17,6 и 17,3 кг/га, по сидеральному донниковому пару – 6,9 и 5,8 кг/га и по кулисно-мульчирующему пару люцерны – 9,9 и 5,6 кг/га.

10. Урожайность озимой пшеницы в среднем за годы исследований на всех вариантах опыта была примерно одинаковой – от 4,46 до 4,76 т/га. Урожай зерна озимой пшеницы на всех вариантах в 2013 г. был больше, чем в 2012 г. в среднем на 23%.

Последствие приемов основной обработки почвы не оказало существенного влияния на урожайность озимой пшеницы.

11. Качество зерна озимой пшеницы зависело от предшественников и гидротермических условий года. Кулисно-мульчирующий пар люцерны способствовал повышению качества зерна озимой пшеницы. Содержание белка на этом варианте увеличилось по сравнению с контролем на 12-15%, клейковины – на 6-8%, ИДК – на 12,6%, число падения – на 10%. Посев озимой пшеницы по сидеральному донниковому пару также способствовал получению зерна высокого третьего класса качества. Показатели качества зер-

на озимой пшеницы в 2012 г. на всех вариантах опыта превышали показатели 2013 г.: содержание клейковины было выше на 7-13%, белка – на 4-8%, число падения – на 15-25%.

12. Расчет энергетической эффективности показал, что при посеве озимой пшеницы по кулисно-мульчирующему пару люцерны синей коэффициент энергетической эффективности составил 6,67-6,74, тогда как при посеве озимой пшеницы по сидеральному донниковому пару коэффициент энергетической эффективности составил 5,57-5,88. Самый низкий коэффициент энергетической эффективности был при посеве озимой пшеницы по чистому пару – 0,49.

13. Самый высокий уровень рентабельности технологии выращивания озимой пшеницы был на вариантах использования биологических приемов. Так, рентабельность производства при посеве озимой пшеницы по чистому пару была на уровне 81,0-82,1%.

При посеве озимой пшеницы по кулисно-мульчирующему пару люцерны и сидеральному донниковому пару уровень рентабельности повышается соответственно до 88,8-91,9 и 88,5-92,6% (в зависимости от последствия обработки почвы).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для поддержания и повышения уровня плодородия чернозема типичного при интенсивном ведении сельского хозяйства необходимо использовать биологические приемы, способствующие увеличению поступления в почву растительных остатков, что обуславливает: улучшение структуры почвы и ее водопрочности; снижение твердости почвы; рациональный расход накопленной почвенной влаги и влаги выпадающих осадков; повышение содержания основных элементов питания растений в почве; получение высокого и качественного урожая зерна озимой пшеницы.

В этих целях на черноземе типичном рекомендуем использовать в качестве предшественников озимой пшеницы кулисно-мульчирующий люцерновый и сидеральный донниковый пары.

Предлагается следующая схема севооборота:

1. Пар (кулисно-мульчирующий, сидеральный, чистый).
2. Озимая пшеница.
3. Ячмень.
4. Подсолнечник 1/2 + кукуруза 1/2 с подсевом многолетних трав.

Список работ, в которых опубликованы основные результаты диссертационного исследования

Публикации в рецензируемых научных журналах и изданиях

1. Дедов А.В. Совершенствование основной обработки в ЦЧР / А.В. Дедов, Т.А. Трофимова, Д.А. Болучевский // Земледелие. – 2013. – № 6. – С. 5-7 (0,38/0,15 п.л.).

2. Трофимова Т.А. Энергосберегающие приемы основной обработки почвы в полевых севооборотах ЦЧР / Т.А. Трофимова, Е.В. Коротких, Д.А. Болучевский // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4 (39). – С. 15-21 (0,88/0,33 п.л.).

3. Болучевский Д.А. Урожайность и качество озимой пшеницы в зависимости от приемов биологизации и обработки почвы / Д.А. Болучевский // Агрехимический вестник. – 2014. – № 2. – С. 39-40 (0,25 п.л.).

4. Дедов А.В. Влияние приемов биологизации и обработки почвы на плодородие чернозема типичного и урожайность озимой пшеницы [Текст] / А.В. Дедов, Д.А. Болучевский // Вестник ОрелГАУ. – 2014. – № 1. – С. 38-41 (0,55/0,35 п.л.).

Публикации в других изданиях

5. Алпатова Е.В. Физические свойства чернозема выщелоченного при антропогенном воздействии / Е.В. Алпатова, Д.А. Болучевский, А.С. Черников, Т.А. Трофимова // Молодежный вектор развития аграрной науки: матер. 59-й студ. науч. конф. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. – Ч. I. – С. 10-13 (0,21/0,15 п.л.).

6. Дедов А.В. Влияние бобовых трав и приемов основной обработки почвы на ее влажность и урожайность культур севооборота / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, Д.А. Болучевский // Растениеводство: научные итоги и перспективы: юбилейный сб. науч. тр. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2013. – С. 288-294 (0,44/0,25 п.л.).

7. Дедов А.В. Изменение агрофизических показателей и урожайности озимой пшеницы при комплексном повышении плодородия почвы / А.В. Дедов, Д.А. Болучевский // Растениеводство: научные итоги и перспективы: юбилейный сб. науч. тр. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2013. – С. 258-265 (0,44/0,35 п.л.).

8. Дедов А.В. Питательный режим почвы в зависимости от приемов биологизации при различных способах обработки почвы и влияние его на урожай и качество зерна озимой пшеницы / А.В. Дедов, Д.А. Болучевский // Растениеводство: научные итоги и перспективы: юбилейный сб. науч. тр. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2013. – С. 265-273 (0,55/0,40 п.л.).

9. Трофимова Т.А. Эффективность обработки почвы и удобрений в ЦЧР / Т.А. Трофимова, С.И. Коржов, Д.А. Болучевский // Вестник Мичуринского филиала Российского университета кооперации. – Мичуринск: ОАО «Изд. Дом “Мичуринск”». – 2013. – № 3. – С. 98-102 (0,55/0,25 п.л.).

Подписано в печать 24.09.2014 г. Формат 60x80¹/₁₆. Бумага кн.-журн.
Усл. п.л. 1,0. Гарнитура Таймс. Тираж 100 экз. Заказ №
Типография ФГБОУ ВПО ВГАУ 394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1