

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I»**

На правах рукописи



Дедов Александр Анатольевич

**ПЛОДОРДИЕ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО И УРОЖАЙНОСТЬ
КУЛЬТУР СЕВООБОРОТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПРИЕМАХ БИОЛОГИЗАЦИИ
В ЛЕСОСТЕПИ ЦЧР**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор с.-х. наук, профессор
В.И. Воронин

Воронеж – 2016

Оглавление

	С.
ВВЕДЕНИЕ	4
1 ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ НА СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА, ЛАБИЛЬНЫХ ФОРМ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР (обзор литературы)	10
2 ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	24
2.1 Краткая характеристика почвы опытного участка и схем опытов ...	24
2.2 Методика проведения исследований	27
2.3 Агрометеорологические условия в годы проведения исследований ..	27
2.4 Агротехнические условия опыта	31
3 ТЕМПЫ РАЗЛОЖЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТОВ	34
4 СОДЕРЖАНИЕ В ПАХОТНОМ СЛОЕ ПОЧВЫ ДОСТУПНЫХ ФОРМ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ...	41
4.1 Легкогидролизуемый азот	44
4.2 Подвижный фосфор	48
4.3 Обменный калий	52
5 ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО	59
5.1 Общий гумус	59
5.2 Содержание детрита	62
5.3 Химический состав детрита	70
6 ДИНАМИКА ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ГУМУСА В ПАХОТНОМ СЛОЕ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	78
6.1 Подвижный (щелочерастворимый) гумус	79
6.2 Водорастворимый гумус	85
7 УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	92
8 ЛАБИЛЬНОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТОВ	95

9 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗУЧАЕМЫХ ФАКТОРОВ	101
9.1 Экономическая эффективность	101
9.2 Энергетическая эффективность	106
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	109
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	112
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	113
ПРИЛОЖЕНИЯ	135

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Одна из основных задач современного сельского хозяйства – увеличение производства продуктов питания на основе научно обоснованных систем земледелия и всемерного повышения плодородия почв. Однако в последние годы из-за недостатка финансовых средств сельхозтоваропроизводителям не удается повышать урожайность культур севооборотов традиционными методами. В сложившихся условиях не соблюдается основной закон земледелия – закон возврата, согласно которому все вещества, отчужденные с урожаем сельскохозяйственных культур, должны быть с превышением возвращены в почву, что приводит к усилению процесса минерализация гумуса – основы почвенного плодородия. Это особенно сильно проявляется в тех хозяйствах, где структура посевных площадей перенасыщена чистым паром, кукурузой и подсолнечником. Решение этой научной проблемы, имеющей важное практическое значение, актуально в настоящее время. Для снижения процессов деградации черноземов необходимо искать наиболее дешевые источники пополнения почвы органическим веществом. Ими могут быть бинарные посевы культур с многолетними бобовыми травами, использование соломы зерновых культур на удобрение, сидерации в пару и пожнивно, а также их сочетаний с другими факторами интенсификации.

Изучению режима биологических и агрохимических показателей органического вещества и гумуса, динамики процессов, протекающих в пахотном слое почвы под бинарными посевами культур в различных севооборотах, посвящена диссертационная работа.

Степень разработанности темы. Влияние приемов биологизации на количественные и качественные параметры общего гумуса и лабильного органического вещества являлись предметом исследований многих ученых (В.А. Воронков, 1983; Н.И. Зезюков, 1993; А.В. Дедов, 2000; Б.А. Сотников, 2004; В.В. Верзилин, 2004; С.М. Надежкин, 2004; Г.Г. Тарабрина, 2006; М.А. Несмеянова, 2014; Т.Г. Кузнецова, 2014; Д.А. Болучевский, 2014; Б.М. Когут, 2015 и др.).

Эффективность способов основной обработки почвы под различные культуры рассматривали многие исследователи (С.С. Сдобников, 1989; В.М. Гармашов, 1993; В.А. Воронков, С.И. Коржов, 2002; В.В. Турусов, 2004; Е.А. Родионов, 2006; Т.А. Трофимова, 2014 и др.). Они показали актуальное теоретическое, методологическое и практическое значение способов повышения плодородия почвы. Однако ряд аспектов влияния приемов биологизации и обработки почвы на количественные и качественные параметры, на динамику лабильных форм органического вещества почвы, особенно в севооборотах с бинарными посевами полевых культур и многолетних бобовых трав, по-прежнему остаются недостаточно проработанными, некоторые опубликованные данные носят противоречивый, дискуссионный характер, что и предопределило выбор направления, цели и задач диссертационного исследования.

Цель исследований – установить степень и характер изменения содержания гумуса и его лабильных форм при различных приемах биологизации и обработки почвы в севооборотах с бинарными посевами, выявить лучшие экономически и энергетически обоснованные варианты, обеспечивающие высокую продуктивность культур севооборотов при сохранении потенциального и эффективного плодородия почвы.

В работе решались следующие задачи:

- 1) выявить влияние приемов биологизации, способов основной обработки почвы на урожайность культур севооборотов;
- 2) определить эффективность таких приемов биологизации, как использование на удобрение соломы ячменя и пожнивного сидерата (горчица сарептская), многолетних бобовых трав (в сидеральных и занятом парах), способов основной обработки почвы на показатели плодородия чернозема типичного, а именно на содержание: легкогидролизуемого азота, фосфора, калия, гумуса и его лабильных форм, детрита и его химический состав, водорастворимого и щелочерастворимого гумуса в пахотном слое почвы под культурами севооборотов;
- 3) определить темпы разложения растительных остатков культур в чистом виде, смеси и в севооборотах с бинарными посевами;

4) дать энергетическую и экономическую оценку влияния приемов биологизации и основной обработки почвы на содержание лабильного органического вещества и гумуса в пахотном слое почвы культур севооборотов;

5) рекомендовать производству в зоне недостаточного увлажнения внедрение и освоение севооборотов с бинарными посевами культур и способами основной обработки почвы.

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

- в зоне недостаточного увлажнения теоретически и практически обосновано возделывание в бинарных посевах подсолнечника с донником или люцерной синей, озимой пшеницы с люцерной синей, что позволяет повысить выход продукции в севооборотах на 21-30% при уровне рентабельности 349-375%;

- доказана необходимость использования в севооборотах с бинарными посевами вспашки на глубину 20-22 см под подсолнечник, а под остальные культуры – дисковой обработки на глубину 10-12 и 12-14 см, обеспечивающих повышение на 45-59% содержания детрита с соотношением углерода к азоту от 17 до 18, щелочерастворимого и водорастворимого гумуса соответственно на 12-19% и на 29-53% при равномерном их распределении в пахотном слое почвы;

- получены экспериментальные данные по скорости разложению растительных остатков исследуемых культур в чистом виде, смесей биомассы и в севооборотах, позволяющие увеличивать темпы их минерализации в смеси на 5-28% и на 12-16% в севооборотах с бинарными посевами;

- рекомендовано сельскохозяйственному производству в зоне недостаточного увлажнения внедрение севооборотов с бинарными посевами культур: сидерального, обеспечивающего бездефицитный баланс гумуса, и зернотравянопропашного, достоверно повышающего на 0,3% содержание общего гумуса на фоне отвальной вспашки на глубину 20-22 см и на 0,4% при безотвальной рыхлении на ту же глубину.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Для условий ЦЧР предложены короткоротационные схемы севооборотов, позволяющие возделывать в бинарных посевах озимую пшеницу с люцерной синей, подсолнечник с донником или люцерной синей.

Полученные результаты расширяют знания о влиянии многолетних бобовых трав и основной обработки почвы на содержание гумуса и его лабильных форм, что позволит при их рациональном применении сохранить плодородие чернозема типичного, повысить продуктивность севооборотов.

Доказано положительное влияние совместного посева подсолнечника с люцерной или донником, озимой пшеницы с люцерной синей на биологические свойства почвы за счет регулирования скорости разложения растительных остатков возделываемых культур в этих вариантах.

Научные результаты о темпах разложения растительных остатков в севооборотах с бинарными посевами целесообразно использовать при корректировке доз удобрений на запланированный урожай.

Материалы диссертационного исследования рекомендуется использовать при проектировании современных адаптивно-ландшафтных систем земледелия, а также в учебном процессе в высших учебных заведениях при чтении курса лекций по таким дисциплинам, как «Растениеводство», «Земледелие», «Агрочвоведение», «Системы земледелия».

Методология и методы исследований. Методология исследования основана на аналитическом обзоре опубликованных трудов отечественных и зарубежных ученых, внесших существенный вклад в развитие теории и практики повышения плодородия почвы. Использовались разработки научно-исследовательских институтов, нормативно-справочные материалы, государственные программы развития сельского хозяйства РФ, интернет-ресурсы и передовой практический опыт по теме исследований, а также личные наблюдения автора.

Методы исследований – полевые опыты, учеты и наблюдения, лабораторные анализы.

Положения, выносимые на защиту:

- темпы разложения послеуборочных растительных остатков культур совместно с пожнивным сидератом и многолетними бобовыми травами ускоряются на 5-28% и на 12-16% в севооборотах, что способствует повышению на 5-18% содержания питательных веществ и на 0,3-0,4% – общего гумуса;

- различные приемы биологизации и отвальная основная обработка почвы обеспечивают повышение содержание детрита на 45-59%, щелочерастворимого и водорастворимого гумуса соответственно на 12-19% и 29-53%, а также равномерное распределение питательных веществ в пахотном слое почвы;

- приемы биологизации и основной обработки почвы в севооборотах с бинарными посевами на 7-8% повышают экономическую и при бездефицитном балансе гумуса в 3,5-4,6 раза энергетическую эффективность по отношению к контрольному варианту.

Степень достоверности и апробация результатов. Степень достоверности подтверждается большим объемом экспериментальных данных, полученных в стационарном полевом и в микроделяночных опытах. Исследование выполнено с использованием современных общепринятых методик полевого опыта, стандартных методов математического анализа.

Основные положения и выводы диссертации докладывались автором и получили одобрение на конференциях различного уровня (Воронеж, 2013; Астрахань, 2013; Липецк, 2014; Москва, 2015; Уфа, 2015; Каменная Степь, 2016), а также на ежегодных научных конференциях профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» в 2013-2016 гг.

Производственная проверка проводилась в КФХ «ИП Палихов А.А.» Хохольского района Воронежской области на площади 60 га, в ООО «Возрождение» Каширского района Воронежской области на площади 100 га, в ОАО «Электросигнал» ПСХ Цех 803 Рамонского района Воронежской области на

площади 100 га. Она показала, что бинарные посевы подсолнечника и озимой пшеницы с люцерной синей способствуют увеличению урожайности этих культур (подсолнечника – на 3-5 ц/га, озимой пшеницы – на 2-5 ц/га, ячменя – на 3-6 ц/га) при снижении затрат техногенной энергии и высокой рентабельности производства.

Публикации. Основные результаты исследования нашли отражение в 12 научных работах, в том числе 5 – опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 119 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 8 глав, выводов и предложений производству, списка использованной литературы, включающего 214 наименований, в том числе 12 иностранных авторов, содержит 19 таблиц, 5 рисунков и 19 приложений.

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

1 ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ НА СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА, ЛАБИЛЬНЫХ ФОРМ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР (обзор литературы)

Интенсивное использование черноземных почв в сельском хозяйстве приводит к потере их плодородия [197]. Данные, полученные учеными НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева, подтверждают это [154, 191]. Сравнение опытных данных по содержанию гумуса, определенного еще в 1883 г. В.В. Докучаевым, с данными 1960-1980 годов, полученными другими исследователями на этой же территории, показывает, что количество гумуса уменьшалось в 1,5 раза (по сравнению с исходным значением). На большей части пахотных земель ЦЧР содержание гумуса варьирует от 4-7 до 7-10%. Отмечен рост территорий, содержание гумуса в почвах которых находится на уровне 2-4% и даже ниже – 0,5-2,0%.

Экспериментальные данные многих авторов показывают, что за последние 25-30 лет произошли основные потери гумуса на 30-50% [36-51]. Это вызвано тем, что в это время были распаханы легкие супесчаные и песчаные почвы на склонах.

О значительном снижении запасов гумуса в почвах Центрального Черноземья свидетельствуют данные, полученные сотрудниками института ЦЧО «Гипрозем». По данным И.С. Шатилова, А.Д. Силина, Н.А. Полева, ежегодные потери гумуса на выщелоченном черноземе за последние 20 лет составляли 0,6 т/га [188]. В настоящее время среднегодовые потери гумуса, по экспериментальным данным ученых [132, 133, 143], составляют 0,7-0,9 т/га.

Этому вопросу уделяли и продолжают уделять большое внимание многие исследователи как в России [5, 30, 31, 106, 118, 119], так и за рубежом [57, 60, 207-212, 214]. Существенный вклад в изучение органического вещества был сделан в исследованиях, по результатам которых были разработаны различные рекомендации [9, 52, 62-70, 90, 184, 186, 187, 202]. Одни авторы пред-

лагают непременно повышать содержание гумуса [59, 91, 177, 182], другие – указывают на необходимость улучшать его качественный состав [30, 57, 78, 108, 109] при поддержании содержания гумуса на оптимальном уровне [30, 41, 42, 81, 86, 91].

Что касается оптимального содержания гумуса в почве, то эти аспекты в настоящее время еще недостаточно изучены, поэтому требуют дальнейшей разработки.

Одной из актуальных проблем современного земледелия является сохранение и поддержание бездефицитного баланса запасов органического вещества в почвах. Многие исследователи, изучающие эту проблему, называют основные причины снижения содержания гумуса в черноземах:

1) уменьшение поступления в пахотный слой почвы свежего органического вещества;

2) внесение высоких доз минеральных удобрений, особенно азотных, увеличивающих скорость разложения свежего органического вещества в хозяйствах, имеющих высокий уровень интенсификации земледелия;

3) увеличение площади чистых паров и пропашных культур без использования удобрений из-за высоких цен в хозяйствах, имеющих низкий уровень интенсификации земледелия, что приводит к повышению скорости минерализации гумуса черноземных почв;

4) увеличение потерь гумуса в результате эрозии и дефляции почв за счет распашки земель на склонах [42, 64, 86, 182, 183].

При этом необходимо отметить, что если по числу причин уменьшения содержания гумуса в черноземах у исследователей разногласий нет, то по вопросу, какие причины оказывают на эти процессы большее влияние, а какие меньшее, мнения ученых расходятся. Основной причиной уменьшения содержания гумуса в черноземных почвах многие исследователи считают сокращение поступления в почву свежего органического вещества [3, 5, 42, 64, 90, 157, 161]. Другие авторы считают, что основная причина кроется в том, что увеличилась скорость минерализации гумуса [133].

Наличие различных мнений о характере и степени изменений содержания гумуса показывает, что этот вопрос недостаточно проработан для ЦЧР, почвенно-климатические условия которого значительно отличаются от других мест проведения исследований, поэтому требуется дальнейшее изучение различных аспектов указанной проблемы.

На увеличение потерь гумуса оказывает влияние основная обработка почвы. По данным А.В. Кислова, М.В. Черных [89], отвальная вспашка в течение 12 лет под культуры севооборота снижала содержание гумуса в слое 0-30 см на 0,19%, а применение мелких обработок почвы способствовало его повышению на 0,25%.

Накопление гумуса при минимальной обработке почвы отмечали в своих исследованиях Н.С. Матюк с соавт., считая, что это связано со снижением темпов разложения растительных остатков, соломы и навоза по сравнению со вспашкой [111].

О положительном влиянии безотвальных приемов основной обработки почвы на накопление гумуса свидетельствуют опыты, проведенные в различных почвенно-климатических условиях [7, 177].

В опытах Ф. Делакур не наблюдалась существенной разницы в изменении содержания гумуса при различных способах обработки чернозема типичного в условиях ЦЧР [51].

Э. Рюбензам, К. Рауэ отмечали значительные потери гумуса при ежегодной поверхностной обработке почвы, связывая это с тем, что процессы разложения органического вещества в неглубоком пахотном слое протекают интенсивнее [149].

По мнению Л.Н. Александровой, разлагающиеся на поверхности почвы органические остатки в большей мере минерализуются по сравнению растительными остатками, разлагаемыми в нижних слоях пахотного слоя, куда они попадают при отвальной обработке [6].

Т.А. Трофимовой экспериментально доказано, что наиболее существенное снижение содержания гумуса по безотвальным обработкам имеет место в

слоях 20-30 см и 30-40 см, так как из-за размещения в верхнем слое почвы (0-10 см) удобрений, растительных остатков, корневой системы растений происходит уменьшение органического вещества в более глубоких слоях почвы. Поверхностное распределение удобрений и растительных остатков по безотвальной обработке не способствует повышению содержания гумуса в почве, а, наоборот, приводит к увеличению нерациональных потерь по сравнению с отвальной обработкой на глубину 20-22 см [172].

На основании анализа литературных данных можно сделать вывод, что нет единого мнения среди ученых по вопросу влияния способов обработки почвы на увеличение или уменьшение содержания гумуса в почвах, поэтому требуется дополнительное изучение этого вопроса.

При повышении плодородия черноземов важно обеспечить бездефицитный баланс органического вещества за счет использования различных приемов. Основным условием повышения плодородия черноземов различных подтипов является оптимизация режима органического вещества. При переходе к адаптивно-ландшафтным системам земледелия значение этого фактора усиливается [15, 41, 42, 64]. Необходимо проводить исследования по изучению поступления негумифицированных растительных остатков при возделывании сельскохозяйственных культур и режима органического вещества.

Главными источниками поступления в почву органического вещества, по данным ученых [42, 69, 143, 201], являются культуры севооборотов, которые оставляют после себя большое количество пожнивно-корневых остатков.

Опубликованы данные, свидетельствующие о том, что возделывание полевых культур севооборотов без удобрений уменьшает массу органического вещества почв [11, 92, 94, 114, 115].

В настоящее время для повышения урожая сельскохозяйственных культур используют минеральные удобрения, различные приемы обработки почвы, пестициды, орошение и т. д.

В научной литературе мало сведений о снижении содержания гумуса в черноземах при использовании одних минеральных удобрений [7, 80]. Лишь

некоторые исследователи показывают, что в опытах снижение содержания гумуса было при внесении сложного минерального удобрения с низкими дозами азота [5, 115].

Влияние органоминеральной системы удобрений на процессы накопления и разложения общего гумуса в черноземах оценивается по-разному. Одни ученые показывают, что такие удобрения не полностью предотвращают потери гумуса, но сдерживают их относительно неудобренного варианта [130, 183, 190]; другие считают, что удобрения способствуют сохранению содержания гумуса на исходном уровне [178]; по данным третьих, внесение удобрений способствует накоплению гумуса [153, 183, 189, 198].

Для обеспечения сбалансированного круговорота веществ, биологизации земледелия нетоварная часть урожая культур должна использоваться на корм скоту и подстилку, а затем возвращаться на поля в виде навоза. Если это не происходит, то часть органического вещества исключается из круговорота, поэтому нетоварную часть урожая необходимо использовать (особенно на удаленных от хозяйства полях) на удобрение. Внесение соломы увеличивает содержание гумуса в почве в сравнении с вариантами без соломы [10, 29, 85, 87, 92, 125]. Это согласуется с результатами исследований, которые получены в многофакторных стационарных опытах учеными Воронежского ГАУ [35-51, 64, 97, 143], а также других авторов [58, 78, 104, 167, 185].

Результаты отдельных исследований доказывают, что сжигание соломы ускоряет потери гумуса в 1,5 раза (в среднем за год пахотный слой почвы теряет 0,4 т/га), поэтому сжигание стерни и соломы недопустимо [42, 53, 64].

Невозможно обеспечить бездефицитный баланс органического вещества в севооборотах, если в них нет многолетних трав, только за счет внесения минеральных удобрений (без использования органических). К аналогичному выводу в своих исследованиях пришли многие авторы научных публикаций [14, 54, 87, 98, 122, 137, 141].

Положительная роль многолетних трав в повышении плодородия почвы общеизвестна [6, 17, 18, 23, 24, 92, 94, 166, 173, 177, 196], но при этом не до

конца проработан вопрос о регулирования баланса гумуса в севооборотах с бинарными посевами культур на фоне различных способов основной обработкой почвы под эти культуры.

В ЦЧР бинарными посевами занимались сотрудники кафедры растениеводства Воронежского ГАУ [138]. В их опытах, проведенных в 1990-1991 гг., отработывалась технология возделывания бинарных посевов озимой пшеницы с озимой викой на выщелоченном черноземе. Научная новизна такой агротехнологии заключается в замене азота, поступающего из минеральных удобрений, на биологический, который вырабатывают клубеньковые бактерии, расположенные на корнях растений озимой вики. Результаты исследований показали, что бинарные посева этих культур на 10-40% эффективнее усваивали все питательные вещества. Это также позволяло повысить урожай зерна озимой пшеницы, увеличить поступление негумифицированных растительных остатков и снизить потери гумуса. В дальнейшем эти исследования продолжили другие ученые [1, 2, 71, 74, 126-128], доказавшие, что с помощью бинарных посевов можно эффективнее использовать посевные площади и иметь бездефицитный баланс гумуса в севооборотах.

Освоение технологии бинарных посевов подсолнечника и озимой пшеницы с многолетними бобовыми травами позволило обосновать, что в таких посевах возможно обеспечить бездефицитный баланс гумуса в севооборотах в условиях ЦЧР [2, 35, 37, 48, 49, 74].

В последнее десятилетие многие хозяйства внедряют на своей территории эколого-ландшафтные системы земледелия, которые основаны на повышении роли биологических факторов в интенсификации земледелия, при этом предусматривается широкое использование приемов биологизации при воспроизводстве плодородия почв.

В эколого-ландшафтных системах земледелия одним из приемов биологизации являются сидераты, возделываемые в пару и пожнивно. Сидерат – это посева культур, биомассу которых используют в качестве органического удобрения [107, 124, 131, 150, 151, 160]. Основным условием при подборе си-

деральной культуры является учет почвенно-климатических и экономических условий конкретного хозяйства.

Важной особенностью использования зеленого удобрения заключается в том, что оно выращивается на поле конкретного хозяйства и по сравнению с использованием навоза снижает затраты на транспортировку и внесение. При этом необходимо решить вопрос, где и когда разместить сидераты на том или ином поле севооборота. Результаты исследований ученых показывают, что это можно сделать, если заменить часть площади чистого пара на сидеральный [12, 13, 15, 16, 21, 22, 33, 39, 55, 61, 67, 74, 76, 93, 96, 100, 105, 106, 121, 136, 139, 146, 155, 161, 179, 206]. Можно также в благоприятных почвенно-климатических условиях возделывать сидеральные культуры в промежуточных или уплотненных посевах. Важно при этом сохранить запланированную структуру посевных площадей под основными сельскохозяйственными культурами.

Результаты исследований о влиянии сидератов на новообразование гумуса неоднозначны: одни авторы показывают повышение содержания гумуса при запашке сидератов [4, 74, 76]; другие доказывают обратное, отмечая, что сидераты ускоряют процесс минерализации запасов гумуса и, как следствие, уменьшают его содержание [64, 68, 96]; третьи считают, чтобы выявить влияние сидеральных культур на содержание гумуса, необходим более продолжительный период исследований [3, 5, 106, 141, 204-212, 214]. Несмотря на выявленное положительное влияние зеленого удобрения на плодородие почвы, в научной литературе приводятся весьма противоречивые мнения, поэтому данный аспект проблемы требует дальнейшего изучения.

Таким образом, анализ научной литературы о роли и использовании сидератов в России и других странах, показал, что они являются дешевым дополнительным источником обогащения почвы органическим веществом.

В настоящее время многие хозяйства не занимаются скотоводством и не вносят навоз, поэтому не имеют возможности решить проблему создания бездефицитного баланса гумуса пахотных почв, а тем более его расширенного

воспроизводства. При использовании сидератов повышается урожайность основных и последующих культур севооборота, удается получать экологически безопасную продукцию, не нанося при этом вред окружающей среде [108, 109].

Для научного прогноза динамики гумуса необходимо знать не только количество поступающего в почву органического вещества и как оно распределяется по всему пахотному слою, но и факторы, влияющие на интенсивность его трансформации.

Содержание органического вещества в почвах зависит от массы растительных остатков и условий их разложения, что доказано результатами большого количества экспериментальных работ [43, 64, 70, 143, 157, 161, 165, 169].

Масса растительных остатков, поступающих в пахотный слой почвы, зависит от набора культур севооборота и вносимых удобрений. По данным многих ученых, одни и те же сельскохозяйственные культуры оставляют после уборки различное количество пожнивно-корневых остатков при использовании различных удобрений [22, 42, 64, 117, 135, 143, 165, 176, 201-212, 214]. Из культур, возделываемых в Центральном Черноземье, озимые и многолетние травы оставляют больше всего негумифицированных растительных остатков [119, 140, 147, 151, 155, 162].

Гидротермические условия оказывают влияние на количество поступающей в пахотный слой почвы корневой массы. Отмечено, что в сухие по гидротермическим условиям годы полевые культуры образуют более мощную корневую систему, чем в нормальные по теплу и влаге годы [41, 42, 64, 135, 143].

Увеличение количества осадков не стимулирует развитие корневой системы. В регулировании массы растительных остатков от культур севооборота важную роль играют удобрения. Многие исследователи отмечают положительное влияние всех видов удобрений на накопление негумифицированного органического вещества [29, 39, 135].

Скорость разложения растительных остатков, а также темпы минерализации гумуса увеличиваются или уменьшаются в зависимости от состава культур севооборота. Если в структуре посевных площадей севооборота большую

площадь занимает чистый пар и пропашные культуры, то это увеличивает темпы минерализации органического вещества. Посевы многолетних трав и длительное их использование не только приостанавливают, но и отчасти компенсируют потери гумуса [50, 43, 67, 182]. Многие исследователи связывают это с тем, что многолетние бобовые травы накапливают большую массу растительных остатков с узким соотношением углерода к азоту, разложение которой способствует высвобождению элементов питания в почву и способствует накоплению гумуса.

В последние годы в научной литературе появляются противоречивые мнения о связи урожайности культур с содержанием гумуса. Одни ученые показывают, что в их опытах была тесная корреляционная связь урожая культур с содержанием гумуса [91, 108, 109, 116], другие указывают на ее отсутствие [30, 31, 86, 190].

Тесная положительная корреляционная связь урожая возделываемых культур с запасами гумуса в почве отмечалась в условиях экстенсивного земледелия, когда гумус почв является единственным и основным источником элементов питания для благоприятного роста и развития растений.

Меньшее влияние гумус почв оказывает при интенсификации земледелия при внесении высоких доз минеральных и органических удобрений. В этом случае урожайность культур севооборотов лимитируется другими факторами, а зависимость урожая сельскохозяйственных культур от массы гумуса в пахотном слое почвы ослабевает.

На запасы гумуса и ухудшение его качества, по данным многих ученых, оказывает влияние длительное сельскохозяйственное использование черноземов [6, 28, 30, 41, 64, 97, 116, 119]. При этом возникает вопрос, почему происходит ухудшение качества гумуса и за счет каких его фракций, объединяемых общим понятием «гумус».

Многие авторы результатами своих исследований доказывают, что при нерациональном использовании черноземов происходит уменьшение содержания его подвижных форм [28, 30, 42, 64].

Процесс изменения содержания лабильной группы гумусовых веществ имеет неоднозначное значение [28, 30, 42, 64]. Одни авторы отмечают, что изменение количества в почве подвижного гумуса связано с накоплением и разложением в почве массы негумифицированных растительных остатков. Разложение их биомассы увеличивает или снижает процессы образования лабильных гумусовых веществ. Другие утверждают, что трансформация фракционного состава гумуса приводит к изменению гумусовых веществ. Повышение лабильности гумуса некоторые исследователи [90] считают положительным моментом, по мнению других [129, 190], это скажется отрицательно на плодородии почв. Поэтому такая двойственная ситуация затрудняет оценку процессов накопления гумуса при использовании того или иного агротехнического приема при возделывании культур севооборотов.

Научные публикации Н.Ф. Ганжары [30], А.В. Дедова [42] показывают, что при распашке целинных и залежных земель и дальнейшем их сельскохозяйственном использовании в первую очередь минерализуется детрит.

Детрит (*detritus*) в переводе с латинского означает «истертый», «продукт распада тканей» [30, 42]. Это мельчайшие ворсинки тканей органических остатков, которые невозможно отделить от общей массы почвы при определении содержания общего гумуса хромовокислым методом И.В. Тюрина.

Экспериментально установлено, что содержание детрита повышается при движении с севера на юг от дерново-подзолистых почв к черноземам выщелоченным [30, 42].

Многие авторы в своих исследованиях показывают, что потеря лабильной части гумуса приводит не только к утрате непосредственного источника образования устойчивых гумусовых веществ, но и к нарушению сезонной динамики процессов образования гумуса [22, 28, 30, 34, 42, 165, 169].

Наиболее лабильной частью гумуса является детрит. Считается, что он не связан с минеральной частью гумуса, его устойчивость к разложению зависит от химического состава, поэтому период его деструкции длится от нескольких месяцев до нескольких лет [30, 31].

По определению содержания детрита в пахотных черноземах ЦЧР проводилось много исследований [22, 28, 30, 34, 42, 116, 143, 165, 169]. Но в работах ученых опубликованы различные данные, касающиеся массы детрита, его качественного состава. Это связано, по нашему мнению, с тем, что исследования проводились в различных почвенно-климатических условиях, применялись разные сроки отбора образцов, а также различные системы удобрений. Кроме того, часто проводили определение содержания детрита под культурой или звеном севооборота и редко под всеми культурами севооборота. Мало сведений о содержании детрита и его динамике в севообороте в целом в зависимости от приемов биологизации, а именно это повышает ценность исследований.

Установлено, что содержание лабильного органического вещества в щелочном черноземе на вариантах без удобрений составляет 0,1-0,3%, а при внесении органоминеральных удобрений 0,3-1,5%. При этом оптимальное содержание лабильного органического вещества может быть только в почвах, в которые внесено не менее 4-6 т/га послеуборочных растительных остатков и удобрений [30, 42]. В связи с тем, что такие данные для черноземов типичных лесостепи ЦЧР в имеющихся литературных источниках отсутствуют, этот вопрос был включен в задачи диссертационного исследования.

Различия результатов многих исследований по поводу количества и качества содержания детрита под культурой (культурами севооборота) или севооборотом в целом в зависимости от приемов повышения плодородия почвы [22, 28, 30, 34, 42, 116, 143, 165, 169, 176] требуют дальнейшего тщательного уточнения. Особенно важно изучение для севооборотов с бинарными посевами в различных почвенно-климатических условиях Центрально-Черноземного района.

Анализ гумусного состояния чернозема показал, что его количественные и качественные изменения были связаны с характером сельскохозяйственного использования почвы. Сравнение потерь гумуса пашни и рядом расположенных целинных участков показало, что они составили соответственно 21,6 и

11,9% в пахотном и подпахотном слоях, водорастворимой фракции – 53,4 и 22,0%, подвижного гумуса – 60,0 и 73,6% [9, 30, 42].

Таким образом, сельскохозяйственное использование почвы вызывало наибольшее снижение содержания подвижной (лабильной) фракции органического вещества [28, 42, 64, 97].

Не менее важным лабильным компонентом гумуса, по данным многих исследователей [28, 30, 42, 64, 97], является водорастворимый гумус. Установлено, что водорастворимые гумусовые вещества влияют на формирование корневой системы растений и, как следствие, на поступление питательных веществ в растения [28, 97]. Внесение различных видов удобрений оказывает влияние на содержание водорастворимых гумусовых веществ [28, 30, 97, 165, 169]. По мнению ряда авторов, водорастворимые гумусовые вещества являются промежуточными продуктами разложения растительных остатков и удобрений, поэтому количество водорастворимого гумуса зависит от поступления массы растительных остатков и их химического состава, влияющих на темпы их разложения.

Результатами исследований многих ученых установлено, что в черноземных почвах гумусовые вещества в основном связаны с кальцием [28, 30, 42, 202]. В той части гумуса, которая не связана с кальцием, наиболее активно проходит процесс разложения и накопления гумусовых веществ. Установлено, что гумусовые вещества, которые извлекаются щелочными растворами, составляют лабильную часть гумуса, содержание которой в черноземах составляет 10-15%, а в дерново-подзолистых почвах – 90-100% [28, 94].

Отрицательным моментом считается, если в составе гумуса при внесении тех или иных систем удобрений повышается содержание подвижных гумусовых веществ только за счет фракций, извлекаемых 0,1 N растворами щелочи [28, 30, 42, 129, 202].

В научных публикациях мало данных о содержании лабильных форм гумуса при внесении различных видов удобрений. Часто опубликованные сведения противоречат друг другу.

М.Н. Кулагина утверждает, что при внесении органоминеральных удобрений интенсивно накапливается лабильный гумус [102]. По данным других авторов, при внесении навоза в пахотном слое почвы накапливается не только общий, но и лабильный гумус [28, 41, 42]. Разложение соломы и навоза, содержащего большое количество соломы, способствует образованию собственно гумусовых веществ. Надземные растительные остатки при внесении в почву являются источниками лабильного, а корневые остатки – лабильного и стабильного гумуса.

Большому формированию гуминовых кислот, по мнению некоторых ученых [79], способствуют негумифицированные растительные остатки растений.

Результаты исследований А.М. Лыкова, В.А. Черникова, Б.П. Боинчан доказывают, что эффективное плодородие почв в большей степени зависит от лабильных форм гумуса, а не от общего гумуса [109].

По данным многих авторов научных исследований недостаток тепла и избыток влаги снижают процессы новообразования гумусовых веществ, но при этом отмечалась их миграция вниз по профилю почвы [28, 34, 41, 94, 97].

До настоящего времени в научной литературе недостаточно подробно рассмотрены вопросы о природе различных фракций гумусовых веществ в пахотных черноземах. Нужен тщательный научно обоснованный анализ влияния различных способов повышения плодородия черноземов. Особенно это необходимо при запашке сидератов (в пару, пожнивно), соломы, бинарных посевов культур с многолетними бобовыми травами и их комбинаций.

Для получения достоверной информации необходимо проведение исследования по определению влияния различных приемов биологизации и обработки почвы на плодородие типичного чернозема, на динамику подвижных гумусовых веществ. Такие результаты восполнят пробел по новообразованию и трансформации гумуса при сельскохозяйственном использовании почв.

В последние годы в научной литературе мало сведений о содержании фракции подвижных гумусовых веществ извлекаемых 0,1 N щелочью. Не до

конца изучено влияние различных способов повышения плодородия черноземов при внесении различных удобрений, а по использованию бинарных посевов в севооборотах данные практически отсутствуют.

Следует отметить, что опубликовано много данных, полученных в 2-3-летних опытах при однократном внесении различных видов удобрений под отдельные культуры. Изучение динамики общего гумуса и его лабильных форм необходимо проводить в многолетних стационарных опытах, чтобы исключить ошибочные выводы.

Опубликовано мало информации по скорости разложения растительных остатков в почвах не только в ЦЧР, но и по другим регионам, а имеющиеся данные сильно варьируют. Отсутствие сведений по деструкции растительных остатков, их гумификации, минерализации гумуса затрудняет разработку не только концепции оптимизации режима органического вещества, но рационального использования черноземов.

Недостаточно сведений по влиянию лабильных форм органического вещества (гумуса) на урожайность культур. Мало научных данных по оптимальным параметрам содержания гумуса и его лабильных форм, особенно в бинарных посевах культур с многолетними бобовыми травами в ЦЧР. При использовании приемов биологизации и обработки почвы для воспроизводства плодородия черноземных почв ЦЧР следует регулировать не только их количественный состав, особое внимание необходимо уделять определению оптимальных параметров лабильного органического вещества под культурами, особенно в бинарных посевах культур на различных фонах обработки.

Учитывая вышеизложенное, нами была поставлена цель исследования – установить степень и характер изменения содержания гумуса и его лабильных форм при различных приемах биологизации и обработки почвы в севооборотах с бинарными посевами, выявить лучшие экономически и энергетически обоснованные варианты, обеспечивающие высокую продуктивность культур севооборотов при сохранении потенциального и эффективного плодородия почвы.

2 ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Краткая характеристика почвы опытного участка и схем опытов

Исследования проведены в 2013-2016 годах в многофакторном стационарном опыте, заложенном в КФХ «ИП Палихов А.А.» Хохольского района Воронежской области. Поля стационарного опыта расположены на ровном участке с уклоном до 1°. Почва опытного участка – чернозем типичный среднесиловый глинистый с содержанием гумуса в пахотном слое почвы 5,5-5,6%. Сумма обменных оснований – 34,1, содержание подвижного фосфора (по Чирикову) – 113, обменного калия (по Чирикову) – 184, гидролизуемого азота – 62,9 мг/кг почвы. Исследования проводили в двух опытах.

Опыт 1. Изучалось три вида севооборотов:

- зернопаропропашной: чистый пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник;
- сидеральный: сидеральный пар (донник 2-го года жизни) – озимая пшеница – ячмень + пожнивной посев (горчица сарептская) – бинарный посев подсолнечника с донником 1-го года жизни;
- зернотравянопропашной: занятый пар (люцерна 2-го года жизни) – бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни – ячмень + горчица сарептская (пожнивно) – бинарный посев подсолнечника с люцерной 1-го года жизни.

В опыте под культуры севооборота проводили различную основную обработку почвы (табл. 1). После уборки зерновых культур (озимой пшеницы, ячменя) их солома использовалась на удобрение, ее заделывали в почву дисками на глубину 10-12 см.

При закладке опыта использовали общепринятую методику полевого опыта. Размещение культур звена севооборота систематическое, повторность – трехкратная. Севообороты представлены всеми полями в пространстве. Размер делянки: 37,8 × 17,4 м, общая площадь делянки – 658 м², учетная – 525 м².
Таблица 1 – Схема способов основной обработки почвы и размещения вариантов опыта по полям севооборотов (опыт 1)

Способ основной обработки почвы	Размещение вариантов опыта по полям севооборотов
4-е поле (подсолнечник)	
Отвальная вспашка на глубину 20-22 см	Одновидовой посев подсолнечника
	Бинарный посев подсолнечник с люцерной синей
	Бинарный посев подсолнечника с донником желтым

Безотвальное плоскорезное рыхление на глубину 20-22 см	Одновидовой посев подсолнечника
	Бинарный посев подсолнечник с люцерной синей
	Бинарный посев подсолнечника с донником желтым
1-е поле (пары)	
Комбинированная на фоне вспашки	Чистый пар
	Занятый пар люцерной синей 2-го года жизни
	Сидеральный пар – донник желтый 2-го года жизни
Комбинированная на фоне плоскорезного рыхления	Чистый пар
	Занятый пар люцерной синей 2-го года жизни
	Сидеральный пар – донник желтый 2-го года жизни
2-е поле (озимая пшеница)	
Комбинированная на фоне вспашки	Озимая пшеница по чистому пару
	Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни
	Озимая пшеница после сидерального пара
Комбинированная на фоне плоскорезного рыхления	Озимая пшеница по чистому пару
	Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни
	Озимая пшеница после сидерального пара
3-е поле (ячмень)	
Комбинированная на фоне вспашки	Одновидовой посев ячменя
	Ячмень с посевом горчицы сарептской пожнивно (сидерат)
	Ячмень с посевом горчицы сарептской пожнивно (сидерат)
Комбинированная на фоне плоскорезного рыхления	Одновидовой посев ячменя
	Ячмень с посевом горчицы сарептской пожнивно (сидерат)
	Ячмень с посевом горчицы сарептской пожнивно (сидерат)

Опыт 2. В модельном полевом опыте, заложенном в условиях стационарного опыта Воронежского ГАУ (почва – чернозем типичный) в мае 2012 г., изучали темпы разложения:

а) послеуборочных растительных остатков культур в чистом виде: ячменя, горчицы сарептской, озимой пшеницы, люцерны 1-го года жизни, люцерны 2-го года жизни, люцерны 3-го года жизни, донника 1-го года жизни, донника 2-го года жизни, подсолнечника;

б) смесей послеуборочных растительных остатков культур: ячменя с горчицей сарептской, озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни, подсолнечника с донником 1-го года жизни, подсолнечника с люцерной 1-го года жизни;

в) темпы деструкции растительных остатков этих же культур при ежегодном добавлении к ним растительных остатков согласно схеме севооборотов: пар (черный, сидеральный, занятый) – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник.

В капроновые сетчатые мешочки размером 15×30 см помещали 0,6 кг абсолютно сухой почвы, которую предварительно просеивали через сито с диаметром отверстий 3 мм, и 15 г абсолютно сухих послеуборочных остатков исследуемых культур или их смесей. Соотношение соломы (ячменя, озимой пшеницы) и пожнивного сидерата брали исходя из соотношения урожая основной и побочной продукции этих культур – 3 : 1. Измельчение растительных остатков проводили вручную, длина отрезков 5-7 см, т. е. имитировали измельчение комбайном с измельчителем. Все образцы закладывались сразу в пахотный слой почвы 0-30 см. Повторность опыта трехкратная. Почву участка в течение вегетационного периода поддерживали в чистом от сорняков состоянии. Отмывка образцов проводилась через год методом декантации, водой отделяли растительные остатки от почвы, сливая через сито с диаметром отверстий 0,25 мм. Отмытую массу растительных остатков высушивали в термостате (температура не более 70°C) до абсолютно сухого состояния, а затем взвешивали.

2.2 Методика проведения исследований

Исследования на всех вариантах проводили в соответствии с общепринятой методикой полевого опыта.

Анализ почвы и растений также проводился по общепринятым методикам. Пробы почвы отбирали по слоям 0-10, 10-20 и 20-30 см в следующие фазы:

- озимая пшеница – отрастание, колошение, уборка;
- ячмень – посев, колошение, уборка;
- подсолнечник – посев, начало цветения, уборка;
- пары – отрастание многолетних трав, начало цветения трав, перед посевом озимой пшеницы.

Содержание общего, водорастворимого, подвижного (гидролизуемого 0,1 N щелочью) гумуса в почве определяли методом И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова, окисление – по методу Б.А. Никитина; содержание детрита – по методике Н.Ф. Ганжары, углерода в детрите – по Анстету; содержание общего азота – по методу К.Е. Гинзбург, легкогидролизуемого азота – по Корнфилду, подвижного фосфора (P_2O_5) и обменного калия (K_2O) – по Чирикову (ГОСТ 26204-91).

Уборку культур севооборотов проводили комбайном «Сампо». Урожай с учетных делянок пересчитывали на 100% чистоту и стандартную влажность.

Расчет энергетической и экономической эффективности проводили по общепринятым методикам [63].

Результаты исследований обрабатывали методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием типовых программ.

2.3 Агрометеорологические условия в годы проведения исследований

Воронежская область расположена в Юго-Восточной части Центрально-Черноземного района РФ. Климат зоны умеренно-континентальный. Средняя температура января (самого холодного месяца) на севере – $10,9^{\circ}C$, на юге – $8,2^{\circ}C$, а июля (самого теплого месяца) – соответственно $+19,6$ и $21,8^{\circ}C$.

Продолжительность вегетационного периода варьирует от 180 до 190 дней, а сумма активных температур – от 2440°C на севере до 2930°C на юге. Более половины осадков выпадает в теплый период года.

Место проведения исследований относится к лесостепной зоне, для которой характерна континентальность, недостаточное количество выпадающих осадков с периодически повторяющимися засухами. В целом агроклиматические ресурсы зоны вполне благоприятны для роста и развития большинства сельскохозяйственных культур [35].

За период исследований (2013-2016 гг.) агроклиматические факторы складывались неодинаково (табл. 2, 3).

В октябре 2013 с.-х. года температура и количество осадков были выше среднееголетних данных на 2,3°C и на 12 мм. В ноябре эти показатели были ниже соответственно на -3,7°C и 21 мм. В декабре количество осадков было ниже среднееголетней нормы на 20 мм, а температура – выше нормы на 2,1°C.

Январь, февраль, март 2014 г. характеризовались снижением температуры воздуха от среднееголетней нормы соответственно на 2,7; 12,0; 0,8°C, а количество осадков в январе – ниже на 5 мм, но в феврале и марте их выпало больше соответственно на 11 и 66 мм.

В апреле наблюдалось повышение температуры на 14,0°C по сравнению со среднееголетней нормой, а выпавших осадков было ниже на 36 мм. В мае было отмечено повышение суммы осадков на 3 мм и температуры на 7,0°C. В июне отмечали снижение суммы осадков на 69 мм и температуры на 4,0°C.

В июле и августе продолжалось отмечаться снижение температуры соответственно на 14,6°C и 1,2°C и суммы осадков на 44 и 45 мм от нормы. В сентябре количество осадков превысило среднееголетнюю норму на 12 мм при незначительном увеличении температуры на 0,6°C.

Октябрь 2014 с.-х. года характеризовался снижением температуры на 1,0°C и осадков – на 32 мм. В ноябре, декабре температура была выше среднееголетней соответственно на -0,4 и 1,6°C. Сумма осадков в ноябре была меньше на 40 мм, а в декабре – выше на 22 мм среднееголетней нормы.

Таблица 2 – Среднемноголетняя норма осадков, годовые осадки (мм), температура (°C) [213]

Показатели	В предыдущем году			В данном году									Сумма за		
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-3	4-9	с.-х. год
Месячные и годовые осадки, мм															
Ср. мн. норма	50	47	44	37	33	33	38	44	74	62	52	57	244	335	579
2014	62	26	24	32	42	99	2	47	5	18	7	69	285	148	433
2015	18	7	69	24	62	4	62	46	73	69	30	43	184	323	507
2016	20	99	67	88	42	67	168	76	45	39	54	60	383	401	784
Среднемесячная и среднегодовая температура воздуха, °C															
Ср. мн. норма	6,9	-0,4	-5,0	-6,1	-6,5	-1,0	8,3	14,8	18,5	20,5	19,2	12,8	-2,6	15,4	6,4
2014	8,6	-4,1	-2,9	-8,8	-18,5	1,80	22,3	21,8	14,4	5,9	18,0	13,4	-3,9	15,9	7,8
2015	5,9	-0,8	-3,4	-4,7	-3,4	1,7	8,1	16,3	20,7	21,1	19,8	10,2	-0,7	15,9	7,5
2016	5,1	-2,4	0	-8,0	0,5	2,6	10,3	15,1	19,6	22,6	22,3	12,8	0,8	17,0	8,9

Таблица 3 – Гидротермический коэффициент по месяцам теплого периода

Годы	Месяцы						Среднее
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Среднемноголетняя норма	-	1,0	1,3	1,2	0,9	1,5	1,20
2014	0	0,7	1,8	0,03	0,7	0,1	0,70
2015	-	0,9	1,2	1,0	0,5	1,3	0,80
2016	5,3	1,6	0,8	0,6	0,8	1,5	1,77

В январе, феврале, марте 2015 г. температура воздуха была выше среднелетней нормы соответственно на 1,4, 2,1 и 0,7°C, количество осадков – ниже на 13 и 29 мм в январе и марте, в феврале – больше на 29 мм.

Апрель, май характеризовались повышением температуры на 0,8 и 7,0°C, и осадков – на 24 мм и 2 мм по сравнению со среднелетней нормой.

В июне выпало на 1 мм меньше осадков, а температура была выше на 2,2°C по сравнению со среднелетним уровнем.

В июле и августе было отмечено превышение температуры на 0,6 и 1,6°C и снижение суммы осадков на 7 и 22 мм. В сентябре количество осадков было меньше среднелетней нормы на 14 мм при снижении температуры по сравнению со среднелетними данными на 2,6°C.

Октябрь 2015 с.-х. года характеризовался температурой +5,1°C (среднелетняя – 6,9°C). При норме осадков 50 мм их выпало только 20 мм, или 40%. В ноябре среднелетняя температура составила +2,4°C, отклонение от нормы – +2,8°C. Осадков в ноябре выпало 99 мм. В декабре фактически был отмечен 0°C. Отклонение от нормы составило 5,0°C (среднелетняя – 5,0°C). Осадков в декабре выпало 67 мм, или 152% (норма суммы осадков этого месяца – 44 мм).

Январь 2016 с.-х. года характеризовался температурой -8,0°C при среднелетней норме -6,1°C, отклонение от нормы составило -1,9°C. Количество выпавших осадков составило 88 мм, или 237% (норма суммы осадков этого месяца – 37 мм).

В феврале, марте этого года температура воздуха превышала среднелетнюю норму соответственно на 6,0 и 1,6°C, количество осадков – на 9 мм и на 34 мм.

В апреле и мае наблюдалось повышение температуры: в эти месяцы она превысила норму на 2,0 и 0,3°C. Осадков в апреле выпало больше среднелетней нормы на 130 мм, а в мае меньше – на 29 мм.

В июне температура превышала среднелетний уровень на 1,1°C, осадков выпало меньше нормы на 29 мм.

В июле и августе отмечено повышение температуры на 2,1 и 3,1°C. В июле снижение суммы осадков в июле составило 23 мм, в августе было повышение на 2 мм.

В сентябре осадков выпало на 3 мм выше среднемноголетнего уровня при температуре, равной среднемноголетним данным.

При характеристике условий увлажнения территории в научных исследованиях используется гидротермический коэффициент. Этот показатель рассчитывается для характеристики условий увлажнения, которые были в годы проведения исследований (табл. 3).

По величине гидротермического коэффициента годы распределяются на 4 класса:

- более 1,6 – избыточно увлажненные;
- от 1,6 до 1,3 – влажные;
- от 1,3 до 1,0 – недостаточно увлажненные;
- менее 1,0 – засушливые [189].

Расчет гидротермического коэффициента показал, что исследования проводились в три недостаточно влажных периода вегетации. По гидротермическим условиям вегетационные периоды 2014 и 2015 годов характеризовались как засушливые, а 2016 года – как избыточно влажные. Все это оказывало влияние на формирование режима лабильных форм гумуса и урожайность культур звеньев севооборотов.

2.4 Агротехнические условия опыта

В исследованиях культуры размещались в севообороте со следующим чередованием: пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник. Технология возделывания культур была общепринятой для лесостепной зоны Воронежской области, за исключением изучаемых приемов биологизации и обработки почвы.

В севообороте возделывали следующие культуры и их сорта:

- подсолнечник был представлен кондитерским сортом Посейдон 625;

- озимая пшеница – сортом Алая заря;
- ячмень – сортом Вакула [128].

В бинарных посевах подсолнечника использовали бобовые травы – люцерну синюю и донник желтый, а в посевах озимой пшеницы – люцерну синюю.

Эти многолетние травы имеют мощную глубоко проникающую корневую систему [38], поэтому обладают высокой засухоустойчивостью. Для посева использовали сорт люцерны синей Диана, сорт донника желтого – Сибирский 2. Горчица белая как пожнивной сидерат способна за короткий период вегетации формировать хороший урожай надземной и корневой биомассы [64]. Для посева использовали сорт горчицы белой Радуга.

После уборки ярового ячменя проводились подрезание и заделка в верхний слой почвы стерни и измельченной соломы дисковой бороной БДМ 4×4 на глубину 10-12 см. После этого сразу же проводили посев горчицы белой на глубину 3-4 см, норма высева – 20 кг/га.

В период цветения проводили дискование бороной БДМ 4×4 на глубину 10-12 см. Через две-три недели, при массовом появлении сорняков, выполняли основную обработку почвы под следующую культуру севооборота. Весной при физической спелости почвы проводили ранневесеннее боронование почвы для закрытия влаги боронами БЗСТ-1,0. Перед посевом почву культивировали на глубину 5-6 см культиватором КПС-5У.

Посев подсолнечника проводили сеялкой УПС-8. Норма высева 50 тыс. шт. всхожих семян на 1 га, ширина междурядий – 70 см. Посев бинарного компонента проводили в один ряд с семенами подсолнечника этой же сеялкой, используя для этого специальные высевающие диски. При этом если глубина посева семян подсолнечника была 5-6 см, то семян бобовых трав – 2-3 см. Норма высева донника желтого – 2 кг/га, люцерны синей – 7 кг/га. За период вегетации подсолнечника и бинарных компонентов проводили одну междурядную обработку культиватором КРН-5,6 со стрельчатými лапами и бритвами и одно окучивание культиватором КРН-5,6 с окучниками.

После уборки подсолнечника никаких агротехнических операций не выполняли, поэтому его стебли и биомасса многолетних бобовых трав оставались в поле до следующей весны.

Весной и летом поле чистого пара обрабатывали дисковыми боронами БДМ 4×4 в два следа с последующей культивацией по мере отрастания сорняков. Всего приходилось выполнять шесть культиваций. В занятом и сидеральном парах проводили только одну междурядную обработку культиватором КРН-5,6. В фазу начала цветения биомассу донника заделывали в почву дисковыми боронами БДМ 4×4 на глубину 6-8 см. В течение вегетации на этом варианте проводили еще два дискования на эту же глубину.

Перед посевом озимой пшеницы на вариантах с чистым и сидеральным парами почву обрабатывали сплошным культиватором КПС-5У на глубину 3-4 см. Посев проводили поперек обработки почвы сеялкой СЗУ-3,6 с нормой высева 2,8 ц/га.

После уборки озимой пшеницы поле сразу же дисковали на глубину 10-12 см. По мере отрастания сорняков (через 2-3 недели) проводили повторное дискование на глубину 12-14 см. Весной после предпосевной культивации на глубину 4-5 см сеяли ячмень, используя сеялку СЗУ-3,6. Норма высева – 2,5 ц/га. После уборки ячменя поле сразу же дисковали на глубину 5-6 см, а затем высевали пожнивной сидерат, используя для этого семена горчицы сарептской.

Уборку зерновых и подсолнечника проводили комбайном «Сампо», вырезая учетные делянки по культурам севооборота.

Учет урожайности культур севооборотов проводили вручную, убирая отдельно каждую учетную делянку. После этого делали пересчет на 100% чистоту и стандартную влажность.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3 ТЕМПЫ РАЗЛОЖЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТОВ

Скорость разложения растительных остатков полевых культур севооборотов в условиях Центрально-Черноземного района изучается около 50 лет, эта проблема являлась предметом исследований целого ряда авторов [1-10, 19], но многие вопросы остаются не до конца проработанными. До настоящего времени мало данных о влиянии гидротермических условий на темпы разложения биомассы, а имеющиеся сведения в опубликованных источниках часто противоречат друг другу. Нет пока точного ответа на вопрос, как долго и при каких условиях разлагаются в пахотном слое почвы послеуборочные остатки каждой конкретной культуры, особенно в севообороте. Мало данных о влиянии скорости разложения и направленности процесса трансформации растительных остатков на плодородие почвы, а именно на новообразование и накопление гумуса.

Наличие противоречивых данных по обсуждаемому вопросу, по нашему мнению, связано с тем, что изучение темпов разложения растительных остатков проводилось авторами разными методами. Близкие результаты исследований скорости разложения послеуборочных остатков получены при проведении исследований в лабораторных условиях. В этом случае большая часть факторов, которая влияет на темпы разложения растительных остатков, находилась в оптимальных параметрах. Результаты исследований, полученные в лабораторных условиях, характеризуют потенциальную возможность разложения растительных остатков культур [35-51, 62-70].

В регулировании плодородия почвы важную роль играют послеуборочные растительные остатки культур, ценность которых определяется не только их количеством, но и темпами разложения биомассы, что влияет на поступление в пахотный слой почвы питательных веществ и, как следствие, на формирование урожая культур севооборотов [4, 8].

Результаты диссертационного исследования показывают, что поступившие в почву после уборки растительные остатки возделываемых культур (солома и биомасса сидератов) подверглись процессу разложения. Темпы разложения зависели от вида остатков.

В чистом виде (табл. 4, приложения 1-4) в первый год наиболее интенсивно разлагались послеуборочные остатки горчицы сарептской (82%), медленнее – подсолнечника (45%), ячменя (26%) и озимой пшеницы (25%).

Таблица 4 – Скорость разложения растительных остатков сельскохозяйственных культур (модельный полевой опыт 2)

Вид остатков (культура, смесь культур)	За период исследования разложилось от исходного, %			
	1 год	2 года	3 года	4 года
Один вид остатков (опыт 2а)				
1. Солома ячменя (С _я)	26,0	78,8	83,8	94,2
2. Солома озимой пшеницы (С _{оз})	25,0	71,9	86,5	98,1
3. Люцерна 1-го года жизни (Л ₁)	66,0	88,4	97,9	98,5
4. Люцерна 2-го года жизни (Л ₂)	62,4	83,1	92,7	96,8
5. Люцерна 3-го года жизни (Л ₃)	59,4	80,1	93,0	94,6
6. Донник 1-го года жизни (Д ₁)	60,0	80,3	96,0	97,3
7. Донник 2-го года жизни (Д ₂)	58,9	77,8	92,5	95,8
8. Горчица сарептская (ГС _п)	82,0	91,1	97,1	98,6
9. Подсолнечник (П)	45,1	72,5	89,6	92,7
Смесь остатков (опыт 2б)				
10. С _я + ГС _п	38,0	79,8	97,7	98,1
11. С _{оз} + Л ₃	53,5	76,8	92,1	97,5
12. П + Л ₁	49,0	82,7	94,6	96,8
13. П + Д ₁	47,3	76,2	91,5	95,3
НСР ₀₅	1,39	1,94	1,41	1,85

Темпы разложения растительных остатков многолетних бобовых трав (люцерны синей, донника) зависели от года их жизни и разлагались на 59,4-66,0%, донника на 58,9-60,0%. При этом следует отметить, что чем старше были многолетние травы, тем медленнее они разлагались.

Скорость деструкции биомассы послеуборочных растительных остатков в течение второго года зависела от степени их разложения в первый год. Если

в первый год она была высокой, то на второй год снижалась. Так, за второй год масса остатков уменьшилась: горчицы сарептской – на 8,1%, ячменя – на 52,8%, озимой пшеницы – на 46,9%, подсолнечника – на 54,8 %, люцерны синей и донника – соответственно на 20,7-22,4% и 18,9-20,3% в зависимости от года жизни

За третий год разлагалось от 6,0 до 17,0% послеуборочных остатков, что связано с недостатком субстрата для разложения. За это время практически полностью разложилась биомасса горчицы сарептской, люцерны синей 1-го года жизни, донника 1-го года жизни, а остатки ячменя, озимой пшеницы и подсолнечника разложились только на 83,8-89,6%.

На четвертый год проведения опыта биомасса культур разлагалась от 92 до 98%. За это время практически полностью разложилась биомасса горчицы сарептской, люцерны синей 1-го года жизни, донника 1-го года жизни, соломы ячменя, озимой пшеницы и подсолнечника. В целом за год разлагалось от 0,5% до 2,3% биомассы.

Таким образом, результаты исследований микроделяночного полевого опыта показали, что исследуемые культуры по темпам разложения их растительных остатков располагаются в следующем убывающем порядке:

- люцерна 1-го года жизни (98,5%);
- горчица сарептская (98,1%);
- донник 1-го года жизни (97,3%);
- люцерна 2-го года жизни (96,8%);
- донник 2-го года жизни (95,8%);
- люцерна 3-го года жизни (94,6%);
- подсолнечник (92,7%), солома ячменя (94,2%).

При возделывании сельскохозяйственных культур в пахотный слой почвы поступают растительные остатки нескольких культур, поэтому их интенсивность разложения будет другой.

Проведенными исследованиями установлено, что скорость разложения смеси растительных остатков культур была выше, чем темпы разложения

остатков культур в чистом виде и зависела от состава смеси растительных остатков (табл. 4, приложения 1-4).

В первый год наиболее интенсивно разлагались послеуборочные остатки соломы озимой пшеницы и люцерны 3-го года жизни – 53,5%, медленнее – подсолнечника и люцерны 1-го года жизни – 49,0, подсолнечника и донника 1-го года жизни – 47,3%; соломы ячменя и горчицы сарептской – 38,0%.

Скорость разложения смеси послеуборочных остатков в течение второго года, так же как и остатков в чистом виде, зависела от степени их разложения в предыдущий период. Если она была высокой в первый год, то на второй год она резко снижалась. Интенсивнее разлагались послеуборочные остатки смеси соломы ячменя с горчицей сарептской – 40,0%, подсолнечника с люцерной 1-го года жизни – 33,7%, медленнее – соломы озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни – 23,3%, подсолнечника с донником 1-го года жизни – 28,9%.

На третий год интенсивность разложения биомассы послеуборочных остатков смеси культур замедлилась и была следующей: солома ячменя с горчицей сарептской – 17,9%, солома озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни – 15,3%, подсолнечник с донником 1-го года жизни – 15,3%, подсолнечник с люцерной 1-го года жизни – 11,9%.

На четвертый год интенсивность разложения послеуборочных остатков смеси культур зернопаропропашного севооборота замедлилась и была следующей: солома ячменя с горчицей сарептской – 0,4%, солома озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни – 5,4%, подсолнечник с донником 1-го года жизни – 2,2%, подсолнечник с люцерной 1-го года жизни – 3,8%.

Таким образом, скорость разложения смеси растительных остатков исследуемых культур за четыре года снижалась в следующем убывающем порядке:

- солома ячменя с горчицей сарептской (98,1%);
- солома озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни (97,5%);
- подсолнечник с люцерной 1-го года жизни (96,8%);
- подсолнечник с донником 1-го года жизни (95,3%).

Для составления схем севооборотов, планирования системы удобрения необходимо знать, как будут разлагаться растительные остатки в порядке чередования культур по схеме севооборота, когда каждый год поступают растительные остатки различных культур и вносятся удобрения. Для этого был заложен модельный полевой опыт, в котором моделировали схемы севооборотов: пар (чистый, занятый, сидеральный) – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник.

Исследования показали, что скорость разложения смесей растительных остатков при имитации севооборотов зависела от возделываемых культур и приемов биологизации (рис. 1, приложение 5-6).

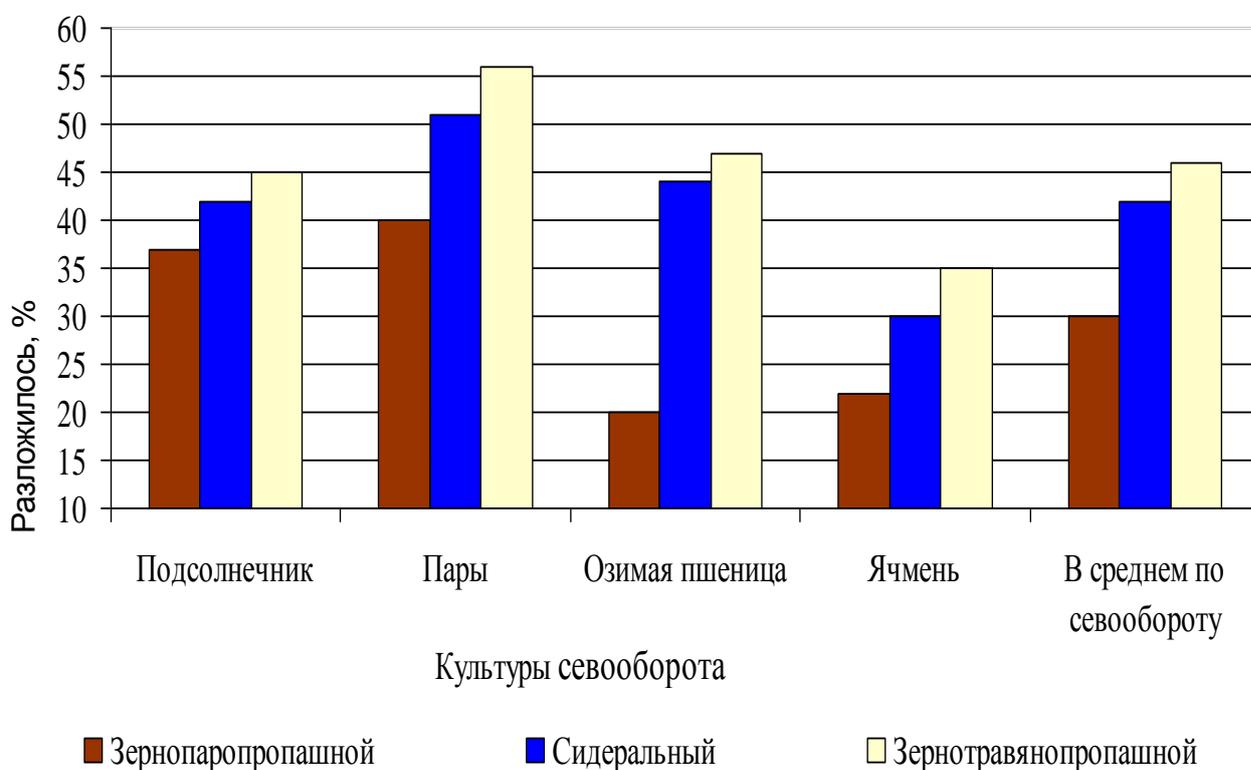


Рисунок 1 – Скорость разложения растительных остатков культур севооборотов (модельный полевой опыт 2в), %

Растительные остатки подсолнечника за год разложились на 37% от исходного количества. В бинарном посеве этой культуры с люцерной 1-го года жизни темпы разложения остатков увеличивались на 5%, с донником 1-го года жизни – на 9%, что, по нашему мнению, связано с поступлением свежих, обо-

гащенных азотом остатков многолетних бобовых трав. Именно их поступление увеличивает темпы разложения.

Скорость разложения смеси остатков в течение второго года зависела от степени их разложения в предыдущий период, последующей культуры севооборота и приема биологизации.

В чистом пару скорость разложения растительных остатков увеличилась до 40% за счет рыхления верхнего пахотного слоя.

Разложение биомассы культур сидеральных паров в лесостепи ЦЧР характеризуется тем, что их надземная биомасса содержит много влаги (75-80%), а это особенно важно летом при ее дефиците. Зеленая биомасса сидератов содержит меньше, чем созревшие, готовые к уборке растения, трудно разлагаемых веществ – лигнина, целлюлозы и больше средне- и легкодоступных микроорганизмам моно- и дисахаров, белков. Сроки заделки сидератов наступают в период, когда в почве еще имеются хорошие запасы доступной влаги осенне-зимних осадков [35-51].

В пахотный слой занятого люцерной синей и сидерального донникового паров поступали растительные остатки, обогащенные азотом, поэтому скорость разложения увеличивалась соответственно до 51% и 56%.

На третий год интенсивность разложения смесей остатков культур севооборота была разной. При добавлении соломы озимой пшеницы в зернопаропропашной севооборот темпы разложения снижались до 20%, а при ее смешивании с остатками многолетних бобовых трав возрастали: с люцерной синей – до 44%, с донником – до 47%.

На четвертый год интенсивность разложения остатков смесей культур севооборотов была разной. При добавлении соломы ячменя в зернопаропропашном севообороте темпы разложения снижались до 22%. При ее смешивании с остатками пожнивного сидерата (горчица сарептская) возрастали: с люцерной синей – до 30%, с донником – до 35%.

За четыре года исследований в зернопаропропашном севообороте разложилось 48,7% поступившей биомассы растительных остатков. В сидераль-

ном и в зернотравянопропашном севооборотах с бинарными посевами темпы разложения увеличились соответственно на 16,4% и 20,5%.

Таким образом, результаты исследований в модельных полевых опытах по изучению темпов разложения растительных остатков доказывают целесообразность замены чистого пара на сидеральный (донник желтый) или занятый (люцерна синяя), использование бинарных посевов подсолнечника с люцерной синей или донником, озимой пшеницы с люцерной синей, а также посев пожнивного сидерата сразу же после уборки ячменя, используя для этой цели горчицу сарептскую.

Результаты диссертационного исследования, полученные в опытах на черноземе типичном, согласуются с выводами многих ученых (Н.И. Зезюков [64], А.В. Дедов [42], Б.А. Сотников [165], Г.Г. Тарабрина [169], Н.И. Придворев [143] и др.), к которым они пришли в результате опытов на черноземе выщелоченном.

4 СОДЕРЖАНИЕ В ПАХОТНОМ СЛОЕ ПОЧВЫ ДОСТУПНЫХ ФОРМ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

При интенсивном земледелии управление плодородием почвы является важнейшим условием реализации адаптивного потенциала урожайности культур агроценоза. Использование черноземных почв в современных условиях обуславливает расширение применения биологических приемов воспроизводства плодородия.

По мнению многих авторов, в регулировании плодородия почвы и создания оптимального уровня эффективного плодородия в условиях ЦЧР наряду с традиционными приемами важнейшую роль играют сидераты, которые могут использоваться как в пару, так и пожнивно [96].

К настоящему времени очень перспективным приемом биологизации земледелия и регулирования плодородия почвы является использование бинарных посевов. Применение крестоцветных сидеральных и многолетних бобовых трав позволяет мобилизовать фосфатный и калийный фонды почвы в пахотном и подпахотных горизонтах, вовлекать элементы питания в биологический круговорот и активизировать продукционный процесс [35].

Механическая обработка черноземных почв является наиболее мощным фактором мобилизации их плодородия и регулирования режима питательных веществ. Многолетние исследования и дискуссии о преимуществах разных способов обработки приводят к неоднозначным выводам, так как они проводились в неодинаковых условиях.

В исследованиях А.И. Пупонина показано, что при безотвальной плоскорезном рыхлении по сравнению с отвальной вспашкой повышается содержание доступных форм фосфора и калия в верхнем слое и в слое расположения корневой системы зерновых культур, что усиливает процессы фотосинтеза и повышает урожай культур севооборотов [144].

Некоторые авторы относят безотвальную обработку к приему ингибирования нитрификации и охраны окружающей среды [88, 120].

Большинство исследователей отмечают, что при безотвальных обработках ухудшается питательный режим растений [2, 25, 26, 99, 172].

При использовании приемов повышения плодородия почвы важно установить роль и значение способов обработки в регулировании процессов трансформации органического вещества. Способы обработки почвы как в прошлом, так и в настоящее время обладают неодинаковым характером воздействия и мобилизующей способностью в формировании почвенных режимов.

На основании результатов многолетних исследований В.В. Медведев, С.Ю. Булыгин [112], Т.А. Трофимова [172] сделали вывод, что длительное применение плоскорезной обработки на черноземных почвах ведет к снижению темпов минерализации растительных остатков. Поэтому они рекомендуют чередовать безотвальную и отвальную обработки. Это позволит снизить отрицательное воздействие на биологическую активность безотвальной обработки.

Применение любой технологии возделывания культур обуславливает изменение плодородия почвы и режима органического вещества. Сторонники безотвальной обработки указывают на большую роль в сохранении гумуса пожнивных остатков, находящихся в верхнем слое почвы при этом способе обработки. При вспашке в верхних слоях сосредотачивается около 32% негумифицированных органических веществ, при плоскорезной обработке – свыше 40% [172].

Результаты исследований Н.К. Микула [113] показывают, что внесение органических и минеральных удобрений на фоне мелкой безотвальной и нулевой обработках почвы в зернопропашном севообороте позволяет получить положительный баланс гумуса. По мнению этого автора, безотвальная обработка в сочетании с органическими удобрениями ускоряет образование гумуса по сравнению с отвальной обработкой, так как моделирует дерновый процесс почвообразования.

В исследованиях ряда авторов установлено, что почвообразовательный процесс при безотвальных обработках приводит к сохранению и новообразованию органического вещества. При этом уменьшаются непроизводительные

потери гумуса и азота, особенно в верхнем слое почвы, который насыщен растительными остатками [152, 161, 170, 172].

В опытах [111] установлено, что высокие темпы накопления гумуса происходят при минимальной обработке почвы. Это снижает темпы деструкции соломы и навоза по сравнению со вспашкой.

Исследованиями А.В. Кислова [89] установлено, что применение отвальной обработки почвы под культуры севооборота в течение 12 лет уменьшало массу гумуса в пахотном слое почвы на 0,19% при повышении его содержания на 0,25% при мелкой обработке почвы.

По мнению Л.Н. Александровой [6], органические остатки разлагались быстрее на поверхности почвы по сравнению с остатками, которые разлагались в нижних слоях пахотного слоя почвы, куда они попадают при отвальной обработке. По ее мнению, разложение органического вещества на поверхности почвы сравнимо с процессом «медленного горения».

В опытах Л.И. Никифорова [129] выявлено, что содержание гумуса при использовании безотвальных обработок в нижних слоях почвы уменьшается на 0,15-0,42%. Автор объясняет это тем, что большая часть растительных остатков при безотвальном рыхлении остается в верхнем слое почвы, а зона активной гумификации органического вещества находится в более глубоких слоях.

Анализ литературных источников показывает, что если одни исследователи считают, что улучшение режима минеральных питательных веществ и повышение содержания гумуса можно реализовать посредством оставления на поверхности почвы растительных остатков и удобрений, то другие утверждают, что их необходимо заделывать почву на различную глубину.

В практическом плане актуально выявить оптимальное сочетание приемов биологизации и соответствующего способа обработки, что позволит более рационально использовать накопленные растительные остатки сидератов, занятого пара, бинарных посевов. При этом такие нетрадиционные источники органического вещества создают разный режим воспроизводства плодородия почвы и условия протекания продукционного процесса у растений.

В опытах П.П. Колпакова С.Н. Наумова [91], А.А. Павликова [134], Т.А. Трофимовой [172], которые были проведены на черноземных и серых лесных почвах, урожайность зерновых, зернобобовых и паропропашных культур не снижалась при использовании безотвальных обработок в течение 3-5 лет по сравнению со вспашкой.

В настоящее время опубликовано большое количество экспериментальных данных об эффективности разных способов обработки почвы при возделывании различных культур по различным технологиям по всем регионам России. Анализ показывает, что в разных регионах в соответствии с их почвенно-климатическими условиями различные способы обработки неодинаково влияют на почвенные режимы, что сказывается на жизни растений и формировании урожая культур.

В современной земледелии с ростом интенсификации использования почв важно в наибольшей степени повышать биологизацию севооборотов и поступление в почву органического вещества. При этом при применении разных способов обработки почвы создаются особые условия превращения растительных остатков и создания эффективного плодородия за счет их минерализации.

4.1 Легкогидролизуемый азот

В составе фракции легкогидролизуемого азота (по Корнфилду) находятся азотсодержащие органические соединения (аминосахара, моноаминокислоты, амиды и др.), а также минеральные формы азота – нитратный и аммиачный. Данная фракция азота является резервом азотного питания растений в течение вегетации. Ее величина находится в динамическом равновесии с процессами разложения растительных остатков в почве.

Полученные экспериментальные данные (табл. 5-11, приложения 7-9) отражают процессы формирования режима подвижных элементов минерального питания по вариантам опыта и фазам развития культур. В период весеннего отрастания и в последующие сроки определения большее содержание легкогидролизуемого азота по вариантам опыта отмечалось в чистом пару зер-

нопаропропашного севооборота. По нашему мнению, это результат активизации разложения растительных остатков и новообразования фракций (табл. 5, 6, приложение 7). Эта тенденция отмечается во все годы исследований.

По всем срокам определения (от посева к уборке) достоверно снижается содержание легкогидролизуемого азота из-за его потребления и мобилизации на формирование урожая. Следует отметить, что на всех вариантах предшественников озимых содержание легкогидролизуемого азота на фоне отвальной обработки достоверно превышало показатели на фоне безотвальной плоскорезной обработки из-за разной интенсивности новообразования фракций и минерализации.

На вариантах возделывания озимой пшеницы отмечается снижение содержания легкогидролизуемого азота. В период вегетации озимой пшеницы азот данной фракции активно поглощался, поэтому снижалось его содержание, при этом в динамике к уборке озимой пшеницы отмечалось наименьшее содержание этой формы азота. Влияние отвального способа обработки по всем предшественникам озимой пшеницы оказало влияние на содержание азота во все сроки определения (по Корнфилду). Данное влияние выразилось в замедлении темпов разложения растительных остатков, а, следовательно, и новообразования фракций азота на варианте безотвального рыхления, в то время как на варианте отвальной обработки эти процессы активизировались (данные различия достоверны).

На вариантах возделывания ячменя проявляется подобная динамика, как и у озимой пшеницы. Вместе с тем, вследствие накопления медленно разлагающихся остатков зерновых под ячменем на всех вариантах снижались процессы новообразования легкогидролизуемого азота. В начале вегетации ячменя содержание азота достоверно повышалось, на что оказал влияние предшественник – бинарный посев озимой пшеницы с люцерной синей. Влияние отвального способа обработки под ячменем было достоверно по сравнению с безотвальным рыхлением, при этом данные различия между вариантами опыта наблюдались во все годы исследований.

Таблица 5 – Содержание легкогидролизуемого азота в пахотном слое почвы (0-30 см) под культурами севооборотов при использовании различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы, мг/кг

Варианты опыта	Содержание легкогидролизуемого азота в годы исследований по фазам вегетации											
	2014 г.				2015 г.				2016 г.			
	1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее
Предшественники озимых (1 – отрастание, 2 – колошение, 3 – перед посевом озимых)												
Пар чистый (контроль)	<u>238</u> 218	<u>197</u> 181	<u>145</u> 156	<u>193</u> 185	<u>241</u> 212	<u>182</u> 164	<u>137</u> 142	<u>187</u> 172	<u>195</u> 198	<u>145</u> 143	<u>122</u> 112	<u>154</u> 151
Сидеральный пар (донник)	<u>209</u> 204	<u>170</u> 162	<u>160</u> 136	<u>180</u> 167	<u>214</u> 208	<u>160</u> 143	<u>133</u> 124	<u>169</u> 158	<u>200</u> 205	<u>177</u> 156	<u>154</u> 122	<u>177</u> 161
Занятый пар (люцерна)	<u>212</u> 195	<u>161</u> 155	<u>126</u> 115	<u>166</u> 155	<u>225</u> 199	<u>158</u> 149	<u>123</u> 103	<u>169</u> 150	<u>200</u> 192	<u>177</u> 171	<u>154</u> 140	<u>177</u> 168
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – колошение, 3 – уборка)												
Пар чистый (контроль)	<u>186</u> 167	<u>155</u> 139	<u>129</u> 112	<u>157</u> 140	<u>183</u> 157	<u>140</u> 128	<u>114</u> 98	<u>145</u> 128	<u>171</u> 152	<u>136</u> 161	<u>103</u> 123	<u>137</u> 159
Сидеральный пар (донник)	<u>186</u> 177	<u>150</u> 144	<u>113</u> 111	<u>150</u> 143	<u>167</u> 169	<u>143</u> 133	<u>105</u> 102	<u>139</u> 135	<u>166</u> 159	<u>151</u> 172	<u>115</u> 107	<u>144</u> 146
Занятый пар (люцерна)	<u>214</u> 191	<u>174</u> 150	<u>129</u> 124	<u>172</u> 155	<u>196</u> 182	<u>155</u> 146	<u>115</u> 109	<u>155</u> 146	<u>193</u> 178	<u>161</u> 193	<u>123</u> 115	<u>159</u> 155
Ячмень (1 – посев, 2 – колошение, 3 – уборка)												
Озимая пшеница (по чистому пару)	<u>170</u> 161	<u>143</u> 133	<u>119</u> 108	<u>144</u> 134	<u>152</u> 150	<u>128</u> 119	<u>111</u> 96	<u>130</u> 122	<u>193</u> 159	<u>161</u> 163	<u>123</u> 127	<u>159</u> 151
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной	<u>181</u> 177	<u>144</u> 150	<u>122</u> 115	<u>149</u> 147	<u>171</u> 169	<u>134</u> 144	<u>114</u> 101	<u>140</u> 140	<u>178</u> 162	<u>133</u> 149	<u>110</u> 130	<u>138</u> 147
Озимая пшеница (по сидеральному пару)	<u>198</u> 168	<u>160</u> 136	<u>116</u> 112	<u>158</u> 139	<u>183</u> 165	<u>146</u> 128	<u>101</u> 101	<u>143</u> 132	<u>173</u> 161	<u>147</u> 173	<u>121</u> 95	<u>147</u> 143
Подсолнечник (1 – посев, 2 – цветение, 3 – уборка)												
Одновидовой посев (контроль)	<u>225</u> 203	<u>182</u> 154	<u>147</u> 124	<u>170</u> 160	<u>203</u> 182	<u>172</u> 148	<u>133</u> 115	<u>169</u> 149	<u>196</u> 180	<u>205</u> 194	<u>126</u> 122	<u>176</u> 165
Бинарный посев с донником	<u>206</u> 198	<u>169</u> 156	<u>139</u> 122	<u>171</u> 159	<u>197</u> 205	<u>158</u> 143	<u>122</u> 122	<u>159</u> 157	<u>188</u> 193	<u>199</u> 210	<u>143</u> 136	<u>177</u> 180
Бинарный посев с люцерной синей	<u>206</u> 198	<u>196</u> 142	<u>129</u> 113	<u>162</u> 151	<u>214</u> 194	<u>146</u> 154	<u>125</u> 96	<u>162</u> 148	<u>190</u> 181	<u>210</u> 201	<u>154</u> 143	<u>185</u> 175

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см; под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Таблица 6 – Содержание легкогидролизуемого азота в пахотном слое почвы (0-30 см) под культурами севооборотов при использовании различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы, мг/кг

Варианты опыта	Содержание легкогидролизуемого азота в среднем за 2014-2016 гг. исследований по фазам вегетации				
	1	2	3	Среднее	По отношению к контролю, %
Предшественники озимых (1 – отрастание, 2 – колошение, 3 – перед посевом озимых)					
Пар чистый (контроль)	$\frac{225}{209}$	$\frac{175}{163}$	$\frac{135}{137}$	$\frac{178}{170}$	$\frac{100}{95}$
Сидеральный пар (донник)	$\frac{208}{206}$	$\frac{169}{154}$	$\frac{149}{127}$	$\frac{175}{162}$	$\frac{98}{91}$
Занятый пар (люцерна)	$\frac{212}{195}$	$\frac{165}{158}$	$\frac{134}{119}$	$\frac{171}{158}$	$\frac{96}{89}$
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – колошение, 3 – уборка)					
Пар чистый (контроль)	$\frac{180}{159}$	$\frac{144}{143}$	$\frac{115}{111}$	$\frac{146}{137}$	$\frac{100}{94}$
Сидеральный пар (донник)	$\frac{173}{168}$	$\frac{148}{150}$	$\frac{111}{107}$	$\frac{144}{142}$	$\frac{98}{97}$
Занятый пар (люцерна)	$\frac{201}{184}$	$\frac{163}{163}$	$\frac{122}{116}$	$\frac{162}{154}$	$\frac{111}{105}$
Ячмень (1 – посев, 2 – колошение, 3 – уборка)					
Озимая пшеница (по чистому пару)	$\frac{172}{157}$	$\frac{144}{138}$	$\frac{118}{110}$	$\frac{144}{135}$	$\frac{100}{94}$
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной синей	$\frac{177}{169}$	$\frac{137}{148}$	$\frac{115}{115}$	$\frac{144}{149}$	$\frac{99}{100}$
Озимая пшеница (по сидеральному пару)	$\frac{185}{165}$	$\frac{151}{146}$	$\frac{113}{103}$	$\frac{149}{138}$	$\frac{103}{95}$
Подсолнечник (1 – посев, 2 – цветение, 3 – уборка)					
Одновидовой посев (контроль)	$\frac{208}{188}$	$\frac{186}{165}$	$\frac{135}{120}$	$\frac{177}{158}$	$\frac{100}{89}$
Бинарный посев с донником	$\frac{197}{199}$	$\frac{175}{170}$	$\frac{135}{127}$	$\frac{169}{165}$	$\frac{96}{93}$
Бинарный посев с люцерной синей	$\frac{203}{191}$	$\frac{184}{166}$	$\frac{136}{117}$	$\frac{174}{158}$	$\frac{99}{89}$

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см; под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

2014 г. был самым благоприятным по гидротермическим условиям и соответственно условиям разложения и новообразования азота (по Корнфилду), особенно на вариантах бинарного посева озимой пшеницы с люцерной.

В бинарных посевах подсолнечника с бобовыми культурами максимальное содержание легкогидролизуемого азота отмечалось в начале вегетации, когда было незначительным поглощение азота растениями. В середине вегетационного периода сельскохозяйственных культур содержание азота в пахотном слое почвы снижалось, а к уборке подсолнечника количество легкогидролизуемой фракции азота выравнивалось по вариантам опыта.

Следует отметить, что в посевах подсолнечника, как и других культур опыта, наблюдалось усиление новообразования легкогидролизуемого азота в пахотном слое на вариантах отвальной обработки почвы.

Применение биологических приемов повышения плодородия, поступления растительных остатков, активизации их разложения позволяет создать благоприятный биологический фон и необходимый уровень эффективного плодородия почвы. В этих условиях, как показывает данный опыт и результаты других исследователей, отвальный способ обработки обладает наибольшими возможностями по активизации биологических процессов разложения и новообразования легкогидролизуемого азота в пахотном слое, являющегося резервом азотного питания в период вегетации и создающим более высокий уровень эффективного плодородия.

4.2 Подвижный фосфор

В условиях биологизации земледелия регулирование эффективного плодородия почвы во многом определяется применяемой технологией возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и способами основной обработки почвы. При этом формирование режима макроэлементов минерального питания является необходимым условием интенсификации продукционного процесса у растений.

В полевом опыте изучался режим подвижного фосфора по способам обработки почвы.

Содержание подвижного фосфора по культурам севооборотов и способам обработки почвы было различным. В чистом пару накопление подвижного фосфора было наименьшим по сравнению с сидеральным и занятым парами во все сроки определения (табл. 7, 8, приложение 8). Бобовые культуры в парах способствовали повышению мобилизации фосфора из фонда почвы.

В 2014 г. содержание подвижного фосфора по предшественникам было на 30-40% выше, чем в 2015 г., что можно объяснить различиями сложившихся гидротермических условий. Наибольший мобилизующий эффект, повышающий накопление подвижного фосфора, отмечен на варианте применения отвального способа обработки, особенно по различным предшественникам озимой пшеницы.

Варианты озимой пшеницы значительно различались с предшественниками как по фазам развития, так и по годам: различия достигали в среднем 40-50%. Это обуславливалось более длинным периодом потребления больших количеств подвижных фосфатов. Среди вариантов опыта под озимой пшеницей не отмечается достоверных различий, однако содержание подвижного фосфора по каждому варианту и сроку определения в 2014 г. достоверно превышает показатели в 2015 г., что обусловлено сложившимися гидротермическими условиями, оказавшими влияние на процесс мобилизации фосфатного фонда почвы.

Не наблюдалось значимых различий в формировании режима подвижных фосфатов на вариантах опыта с ячменем по фазам развития растений, но были отмечены достоверные отличия по способам основной обработки почвы, которые влияли на мобилизацию фосфатного фонда почвы и накопление подвижных фосфатов в пахотном слое, что можно объяснить более активными биологическими процессами и мобилизацией недоступных фосфатов на фоне применения отвальной обработки почвы в сравнении с безотвальной рыхлением.

Таблица 7 – Содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы (0-30 см) под культурами севооборотов при использовании различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы, мг/кг

Варианты опыта	Содержание подвижного фосфора в годы исследований по фазам вегетации											
	2014 г.				2015 г.				2016 г.			
	1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее
Предшественники озимых (1 – отрастание, 2 – колошение, 3 – перед посевом озимых)												
Пар чистый (контроль)	<u>144</u> 136	<u>154</u> 145	<u>130</u> 124	<u>143</u> 135	<u>62</u> 63	<u>106</u> 105	<u>85</u> 84	<u>84</u> 84	<u>110</u> 100	<u>134</u> 122	<u>100</u> 91	<u>115</u> 104
Сидеральный пар (донник)	<u>152</u> 142	<u>151</u> 149	<u>152</u> 142	<u>152</u> 144	<u>69</u> 60	<u>128</u> 130	<u>101</u> 108	<u>99</u> 99	<u>134</u> 127	<u>149</u> 135	<u>117</u> 103	<u>133</u> 122
Занятый пар (люцерна)	<u>159</u> 147	<u>183</u> 162	<u>158</u> 155	<u>167</u> 154	<u>74</u> 75	<u>140</u> 138	<u>124</u> 118	<u>113</u> 110	<u>146</u> 139	<u>159</u> 153	<u>132</u> 128	<u>145</u> 140
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – колошение, 3 – уборка)												
Пар чистый (контроль)	<u>75</u> 62	<u>58</u> 52	<u>46</u> 43	<u>59</u> 52	<u>76</u> 66	<u>57</u> 55	<u>41</u> 41	<u>58</u> 54	<u>54</u> 48	<u>61</u> 56	<u>37</u> 35	<u>51</u> 46
Сидеральный пар (донник)	<u>82</u> 71	<u>56</u> 47	<u>64</u> 55	<u>67</u> 58	<u>89</u> 72	<u>66</u> 59	<u>55</u> 45	<u>70</u> 58	<u>75</u> 65	<u>80</u> 82	<u>44</u> 39	<u>66</u> 60
Занятый пар (люцерна)	<u>79</u> 70	<u>52</u> 45	<u>72</u> 62	<u>67</u> 59	<u>88</u> 71	<u>69</u> 59	<u>52</u> 49	<u>70</u> 59	<u>82</u> 69	<u>92</u> 78	<u>61</u> 53	<u>78</u> 66
Ячмень (1 – посев, 2 – колошение, 3 – уборка)												
Озимая пшеница (по чистому пару)	<u>52</u> 47	<u>78</u> 66	<u>53</u> 48	<u>61</u> 54	<u>63</u> 56	<u>74</u> 64	<u>48</u> 51	<u>62</u> 57	<u>46</u> 43	<u>71</u> 70	<u>44</u> 40	<u>54</u> 51
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной синей	<u>58</u> 48	<u>86</u> 70	<u>52</u> 43	<u>65</u> 54	<u>65</u> 64	<u>84</u> 74	<u>58</u> 52	<u>69</u> 63	<u>53</u> 50	<u>79</u> 66	<u>56</u> 52	<u>63</u> 56
Озимая пшеница (по сидеральному пару)	<u>56</u> 48	<u>89</u> 74	<u>58</u> 48	<u>68</u> 57	<u>71</u> 52	<u>85</u> 70	<u>71</u> 54	<u>75</u> 59	<u>62</u> 54	<u>83</u> 72	<u>54</u> 46	<u>66</u> 57
Подсолнечник (1 – посев, 2 – цветение, 3 – уборка)												
Одновидовой посев (контроль)	<u>87</u> 97	<u>92</u> 87	<u>87</u> 86	<u>89</u> 90	<u>85</u> 88	<u>78</u> 76	<u>71</u> 69	<u>78</u> 78	<u>74</u> 71	<u>86</u> 80	<u>64</u> 56	<u>75</u> 69
Бинарный посев с донником	<u>98</u> 99	<u>96</u> 93	<u>98</u> 107	<u>97</u> 97	<u>103</u> 101	<u>98</u> 93	<u>90</u> 84	<u>97</u> 93	<u>83</u> 79	<u>94</u> 84	<u>72</u> 65	<u>83</u> 76
Бинарный посев с люцерной синей	<u>66</u> 84	<u>84</u> 84	<u>93</u> 83	<u>88</u> 84	<u>93</u> 93	<u>77</u> 73	<u>62</u> 62	<u>77</u> 76	<u>88</u> 72	<u>102</u> 107	<u>78</u> 68	<u>89</u> 79

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см; под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Таблица 8 – Содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы (0-30 см) под культурами севооборотов при использовании различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы, мг/кг

Варианты опыта	Содержание подвижного фосфора в среднем за 2014-2016 гг. по фазам вегетации				
	1	2	3	Среднее	По отношению к контролю, %
Предшественники озимых (1 – отрастание, 2 – колошение, 3 – перед посевом озимых)					
Пар чистый (контроль)	$\frac{105}{100}$	$\frac{131}{124}$	$\frac{105}{100}$	$\frac{114}{108}$	$\frac{100}{95}$
Сидеральный пар (донник)	$\frac{118}{110}$	$\frac{143}{138}$	$\frac{123}{118}$	$\frac{128}{122}$	$\frac{112}{107}$
Занятый пар (люцерна)	$\frac{126}{120}$	$\frac{161}{151}$	$\frac{138}{134}$	$\frac{142}{135}$	$\frac{124}{119}$
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – колошение, 3 – уборка)					
Пар чистый (контроль)	$\frac{68}{59}$	$\frac{59}{54}$	$\frac{41}{40}$	$\frac{56}{51}$	$\frac{100}{91}$
Сидеральный пар (донник)	$\frac{82}{69}$	$\frac{67}{63}$	$\frac{54}{46}$	$\frac{68}{59}$	$\frac{121}{106}$
Занятый пар (люцерна)	$\frac{83}{70}$	$\frac{71}{61}$	$\frac{62}{55}$	$\frac{72}{62}$	$\frac{128}{110}$
Ячмень (1 – посев, 2 – колошение, 3 – уборка)					
Озимая пшеница (по чистому пару)	$\frac{54}{49}$	$\frac{74}{67}$	$\frac{48}{46}$	$\frac{59}{54}$	$\frac{100}{94}$
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной синей	$\frac{59}{54}$	$\frac{83}{70}$	$\frac{55}{49}$	$\frac{66}{58}$	$\frac{99}{100}$
Озимая пшеница (по сидеральному пару)	$\frac{63}{51}$	$\frac{86}{72}$	$\frac{61}{49}$	$\frac{70}{58}$	$\frac{119}{98}$
Подсолнечник (1 – посев, 2 – цветение, 3 – уборка)					
Одновидовой посев (контроль)	$\frac{82}{85}$	$\frac{85}{81}$	$\frac{74}{70}$	$\frac{80}{79}$	$\frac{100}{98}$
Бинарный посев с донником	$\frac{95}{93}$	$\frac{96}{90}$	$\frac{87}{85}$	$\frac{92}{89}$	$\frac{115}{111}$
Бинарный посев с люцерной синей	$\frac{82}{83}$	$\frac{88}{88}$	$\frac{78}{71}$	$\frac{83}{81}$	$\frac{103}{100}$

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см; под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

При возделывании подсолнечника в бинарном посеве с бобовыми травами не выявлено достоверных различий в изменении содержания подвижных фосфатов. Отмечается лишь тенденция усиления мобилизации фосфатов на варианте бинарного посева подсолнечника с люцерной синей. На всех вариантах возделывания подсолнечника по фазам развития растений на формирование режима подвижных фосфатов оказывало влияние активное поглощение растениями в период вегетации, и различие фосфатов по вариантам обуславливалось в основном степенью развития подсолнечника в конкретном варианте. Незначимыми были различия между способами обработки почвы под подсолнечником.

4.3 Обменный калий

Важнейшим макроэлементом минерального питания для растений является обменный калий. Содержание калия в черноземах достаточно высокое и колеблется даже в пределах подтипа. В регулировании калийного режима важнейшую роль играют процессы мобилизации недоступного калия с помощью различных агротехнических приемов.

В заложенном опыте определяли содержание подвижного калия в зависимости от различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы (табл. 9, 10, приложение 9).

В чистом пару (контроль) от посева к уборке было достоверное снижение содержания подвижного калия по сравнению с сидеральным и занятым паром. В 2015 г. отмечали повышение уровня подвижного калия по всем срокам определения по сравнению с 2014 и 2016 гг.

Снижение содержания калия по вариантам озимой пшеницы связано с интенсивным поглощением культуры этого макроэлемента. Влияние вспашки было значимым в формировании режима подвижного калия по всем вариантам опыта с озимой пшеницей. Незначимыми были различия по годам исследования.

Таблица 9 – Содержание обменного калия в пахотном слое почвы (0-30 см) под культурами севооборотов при использовании различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы, мг/кг

Варианты опыта	Содержание обменного калия в годы исследований по фазам вегетации											
	2014 г.				2015 г.				2016 г.			
	1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее
Предшественники озимых (1 – отрастание, 2 – колошение, 3 – перед посевом озимых)												
Пар чистый (контроль)	<u>187</u> 179	<u>183</u> 168	<u>163</u> 150	<u>178</u> 166	<u>183</u> 197	<u>178</u> 166	<u>191</u> 180	<u>184</u> 181	<u>171</u> 164	<u>180</u> 173	<u>155</u> 147	<u>169</u> 161
Сидеральный пар (донник)	<u>190</u> 177	<u>187</u> 183	<u>190</u> 169	<u>189</u> 178	<u>201</u> 203	<u>196</u> 187	<u>226</u> 184	<u>208</u> 191	<u>186</u> 169	<u>193</u> 210	<u>210</u> 191	<u>196</u> 190
Занятый пар (люцерна)	<u>215</u> 196	<u>213</u> 202	<u>205</u> 200	<u>211</u> 199	<u>215</u> 206	<u>222</u> 206	<u>231</u> 198	<u>223</u> 204	<u>193</u> 180	<u>208</u> 203	<u>213</u> 220	<u>205</u> 201
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – колошение, 3 – уборка)												
Пар чистый (контроль)	<u>89</u> 78	<u>102</u> 99	<u>112</u> 107	<u>101</u> 95	<u>85</u> 77	<u>111</u> 96	<u>110</u> 97	<u>102</u> 90	<u>76</u> 69	<u>95</u> 86	<u>106</u> 95	<u>92</u> 83
Сидеральный пар (донник)	<u>80</u> 69	<u>145</u> 131	<u>114</u> 104	<u>113</u> 101	<u>83</u> 76	<u>130</u> 118	<u>115</u> 106	<u>109</u> 100	<u>78</u> 75	<u>124</u> 120	<u>112</u> 100	<u>105</u> 98
Занятый пар (люцерна)	<u>88</u> 84	<u>160</u> 147	<u>131</u> 121	<u>126</u> 117	<u>94</u> 80	<u>152</u> 129	<u>127</u> 113	<u>124</u> 107	<u>86</u> 78	<u>147</u> 134	<u>120</u> 119	<u>118</u> 111
Ячмень (1 – посев, 2 – колошение, 3 – уборка)												
Озимая пшеница (по чистому пару)	<u>158</u> 145	<u>158</u> 151	<u>123</u> 104	<u>146</u> 133	<u>154</u> 147	<u>155</u> 156	<u>136</u> 137	<u>148</u> 147	<u>133</u> 128	<u>146</u> 139	<u>115</u> 110	<u>131</u> 126
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной	<u>168</u> 158	<u>147</u> 134	<u>121</u> 107	<u>145</u> 133	<u>174</u> 156	<u>160</u> 154	<u>139</u> 137	<u>158</u> 149	<u>148</u> 135	<u>156</u> 147	<u>140</u> 130	<u>148</u> 137
Озимая пшеница (по сидеральному пару)	<u>133</u> 126	<u>128</u> 111	<u>153</u> 106	<u>127</u> 114	<u>158</u> 165	<u>158</u> 146	<u>137</u> 132	<u>151</u> 148	<u>154</u> 146	<u>165</u> 158	<u>146</u> 140	<u>155</u> 148
Подсолнечник (1 – посев, 2 – цветение, 3 – уборка)												
Одновидовой посев (контроль)	<u>156</u> 162	<u>151</u> 139	<u>153</u> 162	<u>153</u> 154	<u>153</u> 138	<u>151</u> 126	<u>150</u> 116	<u>151</u> 126	<u>135</u> 140	<u>138</u> 131	<u>130</u> 129	<u>138</u> 131
Бинарный посев с донником	<u>154</u> 124	<u>134</u> 160	<u>153</u> 152	<u>147</u> 145	<u>155</u> 131	<u>158</u> 140	<u>158</u> 129	<u>157</u> 134	<u>141</u> 130	<u>152</u> 138	<u>147</u> 146	<u>148</u> 138
Бинарный посев с люцерной синей	<u>131</u> 137	<u>143</u> 123	<u>176</u> 174	<u>150</u> 145	<u>157</u> 139	<u>162</u> 132	<u>181</u> 140	<u>167</u> 137	<u>150</u> 142	<u>171</u> 166	<u>189</u> 153	<u>170</u> 153

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см; под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Таблица 10 – Содержание обменного калия в пахотном слое почвы (0-30 см) под культурами севооборотов при использовании различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы, мг/кг

Варианты опыта	Содержание обменного калия в среднем за 2014-2016 гг. исследований по фазам вегетации				
	1	2	3	Среднее	По отношению к контролю, %
Предшественники озимых (1 – отрастание, 2 – колошение, 3 – перед посевом озимых)					
Пар чистый (контроль)	$\frac{180}{180}$	$\frac{180}{169}$	$\frac{170}{159}$	$\frac{177}{169}$	$\frac{100}{95}$
Сидеральный пар (донник)	$\frac{192}{183}$	$\frac{192}{193}$	$\frac{209}{181}$	$\frac{198}{186}$	$\frac{112}{107}$
Занятый пар (люцерна)	$\frac{208}{194}$	$\frac{214}{204}$	$\frac{216}{206}$	$\frac{213}{201}$	$\frac{124}{119}$
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – колошение, 3 – уборка)					
Пар чистый (контроль)	$\frac{83}{75}$	$\frac{103}{94}$	$\frac{109}{100}$	$\frac{98}{89}$	$\frac{100}{91}$
Сидеральный пар (донник)	$\frac{80}{73}$	$\frac{133}{123}$	$\frac{114}{103}$	$\frac{109}{100}$	$\frac{101}{100}$
Занятый пар (люцерна)	$\frac{89}{81}$	$\frac{153}{127}$	$\frac{126}{118}$	$\frac{123}{112}$	$\frac{125}{113}$
Ячмень (1 – посев, 2 – колошение, 3 – уборка)					
Озимая пшеница (по чистому пару)	$\frac{148}{140}$	$\frac{153}{149}$	$\frac{125}{117}$	$\frac{142}{135}$	$\frac{100}{95}$
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной синей	$\frac{163}{150}$	$\frac{154}{145}$	$\frac{133}{125}$	$\frac{150}{140}$	$\frac{106}{98}$
Озимая пшеница (по сидеральному пару)	$\frac{148}{146}$	$\frac{150}{138}$	$\frac{145}{126}$	$\frac{148}{137}$	$\frac{104}{96}$
Подсолнечник (1 – посев, 2 – цветение, 3 – уборка)					
Одновидовой посев (контроль)	$\frac{148}{147}$	$\frac{147}{132}$	$\frac{144}{136}$	$\frac{146}{138}$	$\frac{100}{94}$
Бинарный посев с донником	$\frac{150}{128}$	$\frac{148}{146}$	$\frac{153}{142}$	$\frac{150}{139}$	$\frac{103}{95}$
Бинарный посев с люцерной синей	$\frac{146}{129}$	$\frac{159}{140}$	$\frac{182}{156}$	$\frac{162}{145}$	$\frac{111}{99}$

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см; под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Возделывание ячменя на вариантах опыта имеет аналогичную закономерность в формировании режима подвижного калия с вариантами возделывания озимой пшеницы. Больше подвижного калия накапливалось на вариантах опыта с ячменем в зернотравянопропашном и сидеральном севооборотах с бинарными посевами. Способ возделывания оказывал более сильное воздействие в 2014 г., когда содержание калия при вспашке достоверно превышало показатели безотвального рыхления.

В целом калийный режим почвы по вариантам опыта отражает закономерности изменения содержания фосфатов.

Не отмечалось строгой закономерности в изменении режима подвижного калия на вариантах опыта возделывания подсолнечника из-за интенсивного поглощения этого элемента питания растениями.

Наибольшие различия по способам основной обработки по вариантам опыта были отмечены в засушливом 2015 г., когда влияние вспашки было более существенным по сравнению с безотвальным рыхлением.

Таким образом, вспашка по сравнению с безотвальным рыхлением достоверно повышала содержание легкогидролизуемого азота и подвижных фосфатов. Незначимыми были изменения содержания подвижного калия в пахотном слое по вариантам опыта и культурам севооборотов.

Результаты исследований по содержанию легкогидролизуемого азота по севооборотам показали, что его количество в пахотном слое почвы зернопаропропашного севооборота составляло 157 мг/кг на фоне вспашки и 150 мг/кг на фоне плоскорезного рыхления (табл. 11, приложение 7).

Содержание легкогидролизуемого азота в сидеральном севообороте на фоне отвальной и безотвальной обработок было на уровне зернопаропропашного севооборота.

В зернотравянопропашном севообороте достоверно повышалось количество легкогидролизуемого азота по сравнению с зернопаропропашным: на 8 мг/кг на фоне вспашки и на 16% на фоне плоскорезного рыхления. По срав-

нению с сидеральным севооборотом увеличение на этих же фонах было соответственно на 4% (отн.). Различалось содержание легкогидролизуемого азота под культурами севооборотов по слоям почвы. При вспашке этот элемент питания равномерно распределялся по всему пахотному слою, а при безотвальном рыхлении его количество в слоях 0-10 и 10-20 см было больше, чем в слое почвы 20-30 см.

Таким образом, содержание легкогидролизуемого азота в пахотном слое почвы в течение вегетационного периода достоверно повышалось только в зернотравянопропашном севообороте.

Таблица 11 – Содержание питательных веществ в пахотном слое почвы севооборотов в зависимости от различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы (среднее за 2014-2016 гг.), мг/кг

Вид севооборота	Культуры севооборотов				Среднее	
	Пар	Озимая пшеница	Ячмень	Подсолнечник	мг/кг	%
Легкогидролизуемый азот						
Зернопаропропашной	<u>174</u>	<u>146</u>	<u>134</u>	<u>176</u>	<u>157</u>	<u>100</u>
	166	142	135	158	150	85
Сидеральный	<u>175</u>	<u>144</u>	<u>143</u>	<u>169</u>	<u>158</u>	<u>101</u>
	163	144	139	159	151	95
Зернотравянопропашной	<u>173</u>	<u>162</u>	<u>150</u>	<u>174</u>	<u>165</u>	<u>105</u>
	157	167	142	158	156	99
Фосфор						
Зернопаропропашной	<u>114</u>	<u>55</u>	<u>60</u>	<u>80</u>	<u>77</u>	<u>100</u>
	108	51	54	79	73	95
Сидеральный	<u>126</u>	<u>68</u>	<u>66</u>	<u>93</u>	<u>84</u>	<u>109</u>
	122	59	61	89	83	108
Зернотравянопропашной	<u>140</u>	<u>73</u>	<u>70</u>	<u>85</u>	<u>92</u>	<u>119</u>
	135	62	57	81	84	109
Калий						
Зернопаропропашной	<u>177</u>	<u>96</u>	<u>145</u>	<u>147</u>	<u>141</u>	<u>100</u>
	169	89	137	138	133	94
Сидеральный	<u>188</u>	<u>109</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>147</u>	<u>106</u>
	186	100	143	139	142	101
Зернотравянопропашной	<u>223</u>	<u>133</u>	<u>144</u>	<u>162</u>	<u>166</u>	<u>118</u>
	201	112	136	145	149	106

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см;
под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Результаты исследований по содержанию подвижного фосфора показали, что его количество в пахотном слое почвы зернопаропропашного севооборота составляло 77 мг/кг на фоне вспашки и 73 мг/кг на фоне плоскорезного рыхления (табл. 11, приложение 8).

Увеличение содержания подвижного фосфора было отмечено в сидеральном севообороте на 9% на фоне вспашки и на 8% на фоне плоскорезного рыхления.

В зернотравянопропашном севообороте достоверно повышалось количество подвижного фосфора по сравнению с зернопаропропашным: на фоне вспашки – на 19% и на фоне плоскорезного рыхления – на 9%. Повышение содержания этого элемента питания по сравнению с сидеральным севооборотом на этих фонах было соответственно на 10 и 1%.

Содержание подвижного фосфора под культурами севооборотов различалось по слоям почвы. Если на фоне вспашки этот элемент равномерно распределялся по всему пахотному слою, то при безотвальном рыхлении его масса в слоях почвы 0-10 и 10-20 см была больше, чем в слое 20-30 см.

Таким образом, наибольшее содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы в течение всего вегетационного периода было отмечено в зернотравянопропашном севообороте как на фоне вспашки, так и на фоне плоскорезного рыхления.

Результаты исследований по содержанию обменного калия в целом по всем видам севооборотов показали, что его количество в пахотном слое почвы зернопаропропашного севооборота составляло на фоне вспашки 141 мг/кг и 133 мг/кг на фоне плоскорезного рыхления.

Увеличение количества обменного калия в сидеральном севообороте отмечено на 6% на фоне вспашки, что было на уровне контроля на фоне безотвального рыхления.

В зернотравянопропашном севообороте достоверно повышалось количество обменного калия: на 18% на фоне вспашки и на 6% на фоне плоскорезно-

го рыхления по сравнению с зернопаропропашным, а по сравнению с сидеральным севооборотом – соответственно на 12 и 5%.

Наблюдались различия по содержанию обменного калия под культурами севооборотов по слоям почвы. При отвальной обработке он равномерно распределялся по всему пахотному слою, а при безотвальном рыхлении содержание этого элемента в слоях почвы 0-10 и 10-20 см было больше в 1,2-1,5 раза, чем в слое 20-30 см.

Таким образом, большее содержание обменного калия в пахотном слое почвы в течение всего вегетационного периода было в зернотравянопропашном севообороте как на фоне вспашки, так и плоскорезного рыхления.

5 ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО

5.1 Общий гумус

Снижение плодородия почв в результате их сельскохозяйственного использования в последнее десятилетие проявляется на черноземах, где большой удельный вес в структуре посевных площадей занимают чистый пар и пропашные культуры [42, 64].

Показателем влияния возделываемых культур, различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы на ее плодородие служит содержание гумуса.

Исследования показали, что по сравнению с исходным содержанием гумуса перед закладкой опыта отмечаются достоверные изменения по слоям почвы и вариантам опыта (табл. 12, 13, приложение 10).

Таблица 12 – Содержание общего гумуса в пахотном слое почвы севооборотов при использовании различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы

Вид севооборота	Содержание гумуса, %			
	2010 г. (исходное)	2013 г.	2016 г.	В % от исходного
Зернопаропропашной	<u>5,5</u>	<u>5,4</u>	<u>5,2</u>	<u>91</u>
	5,6	5,5	5,4	96
Сидеральный	<u>5,6</u>	<u>5,6</u>	<u>5,7</u>	<u>102</u>
	5,6	5,7	5,8	104
Зернотравянопропашной	<u>5,5</u>	<u>5,6</u>	<u>5,8</u>	<u>106</u>
	5,5	5,7	5,9	107
НСР ₀₅	0,06	0,10	0,10	

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см;
под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

В зернопаропропашном севообороте в пахотном слое почвы содержание гумуса достоверно уменьшилось по сравнению с исходным показателем: на фоне вспашки – на 0,3%, на фоне безотвального рыхления – на 0,2%.

При замене чистого пара на сидеральный донниковый пар и при использовании пожнивного сидерата после уборки ячменя, бинарного посева подсолнечника с донником желтым 1-го года жизни в пахотный слой почвы увеличивалось поступление растительных остатков, разложение которых способствовало образованию гумуса, поэтому его баланс в сидеральном севообороте был бездефицитным как на фоне отвальной, так и безотвальной обработок почвы.

В зернотравянопропашном севообороте при замене сидерального пара на занятый люцерной 2-го года жизни, введении в севооборот бинарных посевов подсолнечника с люцерной 1-го года жизни и озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни, использовании пожнивного сидерата после уборки ячменя возрастало поступление в пахотный слой чернозема типичного свежего органического вещества, разложение которого достоверно повышало содержание гумуса на 0,3% на фоне вспашки и на 0,4% на фоне безотвального рыхления.

Анализ результатов исследований за 2013-2016 гг. показал (табл. 13), что количество общего гумуса в зернопаропропашном севообороте уменьшалось равномерно по всем слоям почвы на фоне вспашки, а на фоне плоскорезного рыхления за счет нижнего слоя почвы (20-30 см), что объясняется особенностями поступления и распределения растительных остатков по слоям почвы.

В сидеральном севообороте увеличение массы гумуса было отмечено в слоях почвы 0-10 и 10-20 см на фоне вспашки и безотвального рыхления. Это связано с тем, что ежегодно больше растительных остатков поступало в верхние слои почвы, в которых складывались лучшие условия для образования гумуса.

В зернотравянопропашном севообороте гумус равномерно распределялся по всему пахотному слою как на фоне вспашки, так и на фоне безотвального рыхления. Это, по нашему мнению, связано с более равномерным поступлением и распределением по слоям почвы растительных остатков, особенно многолетних бобовых трав в бинарных посевах подсолнечника и озимой пшеницы.

Таблица 13 – Содержание общего гумуса по слоям почвы в различных севооборотах при использовании приемов биологизации и способов основной обработки почвы, %

Вид севооборота	Слой почвы, см (С)	Содержание гумуса, %		
		2013 г.	2016 г.	По отношению к 2013 г., + / -
Зернопаропропашной	0-10	<u>5,4</u>	<u>5,1</u>	<u>-0,3</u>
		5,5	5,6	+0,1
	10-20	<u>5,5</u>	<u>5,3</u>	<u>-0,2</u>
		5,6	5,6	0
	20-30	<u>5,3</u>	<u>5,2</u>	<u>-0,1</u>
		5,4	5,2	-0,2
Сидеральный	0-10	<u>5,5</u>	<u>5,7</u>	<u>+0,2</u>
		5,7	5,9	+0,2
	10-20	<u>5,7</u>	<u>5,8</u>	<u>+0,1</u>
		5,8	5,9	+0,1
	20-30	<u>5,6</u>	<u>5,6</u>	<u>0</u>
		5,6	5,6	0
Зернотравянопропашной	0-10	<u>5,6</u>	<u>5,8</u>	<u>+0,2</u>
		5,8	6,0	+0,2
	10-20	<u>5,7</u>	<u>5,9</u>	<u>+0,2</u>
		5,8	6,0	+0,2
	20-30	<u>5,5</u>	<u>5,7</u>	<u>+0,2</u>
		5,5	5,7	+0,2
НСР ₀₅ частных различий		0,14	0,13	
НСР ₀₅ главного фактора А		0,06	0,05	
НСР ₀₅ главного фактора Б		0,05	0,04	
НСР ₀₅ главного фактора С		0,06	0,05	

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см;
под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Таким образом, результаты исследований показали, что в зернотравяно-пропашном севообороте с бинарными посевами культур содержание гумуса достоверно повышалось на 0,3% на фоне вспашки на глубину 20-22 см и на 0,4% на фоне безотвального плоскорезного рыхления. Независимо от способа основной обработки почвы отмечалось равномерное распределение гумуса по всему пахотному слою.

5.2 Содержание детрита

Исследования ряда ученых показывают, что неизбежны потери гумуса при сельскохозяйственном использовании высокоплодородных черноземных почв. По данным многих авторов [30, 42], восстановить плодородие черноземов до уровня содержания гумуса как в целинных почвах практически невозможно. Это во многом связано с недостатком органических удобрений и высокими ценами на минеральные удобрения, а также с большими затратами при их внесении на поля [1-4, 42, 48, 64, 86, 90, 108, 115, 119, 133, 186, 192, 204, 206, 214].

Анализ научной литературы показывает, что в первую очередь происходит потеря лабильных форм гумуса, а это приводит к потере источников образования устойчивых собственно гумусовых веществ, при этом происходит нарушение сезонной динамики процессов накопления и разложения гумуса. Лабильные формы органического вещества служат связующим звеном с веществами, которые оказывают влияние на содержание общего гумуса, определяют эффективное плодородие почв [2, 5].

Составной частью лабильного органического вещества почвы является детрит, который, по данным многих ученых [30, 42], легко минерализуется и служит для растений источником питания, энергетического материала, физиологически активных веществ. Поэтому для сохранения и повышения содержания основной части гумуса черноземов необходимо регулярно повышать содержание лабильных форм органических веществ [30].

В настоящее время по целому ряду сельскохозяйственных культур, возделываемых в Центрально-Черноземном районе, мало данных о содержании детрита в пахотном слое почвы и его химическом составе. Недостаточно данных по массе детрита под бинарными посевами культур с многолетними бобовыми травами, которые начали возделываться в ЦЧР. Это связано с влиянием разнообразия почвенно-климатических условий, различным уровнем использования в хозяйствах агротехнологий возделывания культур, сроков отбора

образцов, различной методикой определения детрита. Появляется новая техника, внедряются передовые технологии возделывания культур, и этот вопрос становится все более и более актуальным.

Наличие противоречивых данных результатов экспериментов многих ученых относительно количества накопления детрита, его химического состава под сельскохозяйственными культурами, его влияния на содержание общего гумуса, урожайность культур севооборотов потребовало дальнейшего изучения и уточнения этих аспектов для условий ЦЧР. В связи с этим в проведенном диссертационном исследовании были изучены вопросы накопления и химический состав детрита под культурами различных севооборотов при использовании различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы.

Результаты исследований по определению содержания детрита в стационарном опыте под возделываемыми культурами севооборотов показали изменение его массы под исследуемыми культурами в различные периоды вегетации, по способам основной обработки, приемам биологизации, по слоям почвы (табл. 14, 15, приложение 11).

В среднем за годы исследований в пахотном слое почвы чистого пара (контроль) содержание детрита составляло 0,120% на фоне вспашки, а на фоне безотвального рыхления было на 14% меньше.

За период парования до посева озимой пшеницы в пахотном слое почвы чистого пара (контроль) было отмечено достоверное уменьшение содержания детрита на 66,5-73,9%.

Хороший эффект дает замена чистого пара на сидеральный и занятый. В этих парах масса детрита за тот же период достоверно увеличивалась: на фоне вспашки – в 2,25 раза, на фоне плоскорезного рыхления – в 2,06 раза. При замене чистого пара на занятый люцерной 2-го года жизни отмечено достоверное увеличение детрита: на фоне вспашки – на 246%, на фоне плоскорезного рыхления – на 227%.

Таблица 14 – Содержание детрита в пахотном слое (0-30 см) под культурами севооборотов в зависимости от различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы, %

Варианты опыта (А)	Содержание детрита в годы исследований по фазам вегетации растений, %								
	2014 г.			2015 г.			2016 г.		
	1	2	Среднее	1	2	Среднее	1	2	Среднее
Предшественники озимых (1 – отрастание, 2 – перед посевом озимых)									
Пар чистый (контроль)	<u>0,13*</u> 0,12	<u>0,09</u> 0,10	<u>0,11</u> 0,11	<u>0,15</u> 0,12	<u>0,11</u> 0,08	<u>0,13</u> 0,10	<u>0,14</u> 0,11	<u>0,10</u> 0,09	<u>0,12</u> 0,10
Донниковый сидеральный пар	<u>0,22</u> 0,23	<u>0,26</u> 0,29	<u>0,24</u> 0,26	<u>0,25</u> 0,23	<u>0,29</u> 0,25	<u>0,27</u> 0,24	<u>0,28</u> 0,21	<u>0,32</u> 0,27	<u>0,30</u> 0,24
Занятый пар с люцерной синей	<u>0,25</u> 0,28	<u>0,29</u> 0,32	<u>0,27</u> 0,30	<u>0,28</u> 0,26	<u>0,34</u> 0,30	<u>0,31</u> 0,28	<u>0,26</u> 0,20	<u>0,36</u> 0,28	<u>0,31</u> 0,24
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – уборка)									
Пар чистый (контроль)	<u>0,14</u> 0,12	<u>0,20</u> 0,18	<u>0,17</u> 0,15	<u>0,15</u> 0,11	<u>0,23</u> 0,17	<u>0,19</u> 0,14	<u>0,15</u> 0,12	<u>0,11</u> 0,10	<u>0,13</u> 0,11
Донниковый сидеральный пар	<u>0,22</u> 0,26	<u>0,28</u> 0,32	<u>0,25</u> 0,29	<u>0,25</u> 0,23	<u>0,33</u> 0,29	<u>0,29</u> 0,26	<u>0,26</u> 0,22	<u>0,34</u> 0,26	<u>0,30</u> 0,24
Занятый пар люцерной синей	<u>0,26</u> 0,28	<u>0,32</u> 0,36	<u>0,29</u> 0,32	<u>0,32</u> 0,26	<u>0,38</u> 0,30	<u>0,35</u> 0,28	<u>0,24</u> 0,22	<u>0,38</u> 0,30	<u>0,31</u> 0,26
Ячмень (1 – посев, 2 – уборка)									
Озимая пшеница (чистый пар – контроль)	<u>0,16</u> 0,13	<u>0,20</u> 0,17	<u>0,18</u> 0,15	<u>0,20</u> 0,15	<u>0,26</u> 0,19	<u>0,23</u> 0,17	<u>0,22</u> 0,16	<u>0,28</u> 0,22	<u>0,25</u> 0,19
Озимая пшеница (сидеральный пар)	<u>0,25</u> 0,28	<u>0,29</u> 0,30	<u>0,27</u> 0,29	<u>0,25</u> 0,22	<u>0,31</u> 0,28	<u>0,28</u> 0,25	<u>0,26</u> 0,21	<u>0,34</u> 0,29	<u>0,30</u> 0,25
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной	<u>0,22</u> 0,28	<u>0,26</u> 0,30	<u>0,24</u> 0,29	<u>0,23</u> 0,25	<u>0,27</u> 0,31	<u>0,25</u> 0,28	<u>0,28</u> 0,22	<u>0,34</u> 0,26	<u>0,31</u> 0,24
Подсолнечник (1 – посев, 2 – уборка)									
Одновидовой посев (контроль)	<u>0,18</u> 0,20	<u>0,10</u> 0,14	<u>0,14</u> 0,17	<u>0,20</u> 0,23	<u>0,14</u> 0,17	<u>0,17</u> 0,20	<u>0,22</u> 0,18	<u>0,16</u> 0,14	<u>0,19</u> 0,16
Бинарный посев с донником желтым	<u>0,18</u> 0,16	<u>0,22</u> 0,26	<u>0,20</u> 0,21	<u>0,22</u> 0,18	<u>0,26</u> 0,24	<u>0,24</u> 0,21	<u>0,26</u> 0,20	<u>0,30</u> 0,26	<u>0,28</u> 0,23
Бинарный посев с люцерной синей	<u>0,20</u> 0,22	<u>0,24</u> 0,28	<u>0,22</u> 0,25	<u>0,24</u> 0,20	<u>0,28</u> 0,26	<u>0,26</u> 0,23	<u>0,28</u> 0,22	<u>0,34</u> 0,28	<u>0,31</u> 0,25

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см; под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Таблица 15 – Содержание детрита в пахотном слое (0-30 см) под культурами севооборотов, %

Варианты опыта	Содержание детрита в среднем за 2014-2016 гг., %			
	1	2	Среднее	По отношению к контролю, %
Предшественники озимых (1 – отрастание, 2 – перед посевом озимых)				
Пар чистый (контроль)	$\frac{0,140}{0,117}$	$\frac{0,100}{0,090}$	$\frac{0,120}{0,103}$	$\frac{100}{86}$
Донниковый сидеральный пар	$\frac{0,250}{0,223}$	$\frac{0,290}{0,270}$	$\frac{0,270}{0,247}$	$\frac{225}{206}$
Занятый пар с люцерной синей	$\frac{0,263}{0,246}$	$\frac{0,326}{0,300}$	$\frac{0,295}{0,272}$	$\frac{246}{227}$
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – уборка)				
Пар чистый (контроль)	$\frac{0,147}{0,117}$	$\frac{0,180}{0,150}$	$\frac{0,164}{0,134}$	$\frac{100}{82}$
Донниковый сидеральный пар	$\frac{0,243}{0,223}$	$\frac{0,290}{0,290}$	$\frac{0,267}{0,256}$	$\frac{163}{156}$
Занятый пар с люцерной синей	$\frac{0,277}{0,253}$	$\frac{0,360}{0,320}$	$\frac{0,319}{0,287}$	$\frac{195}{175}$
Ячмень (1 – посев, 2 – уборка)				
Озимая пшеница (чистый пар - контроль)	$\frac{0,193}{0,147}$	$\frac{0,247}{0,193}$	$\frac{0,220}{0,170}$	$\frac{100}{77}$
Озимая пшеница (сидеральный пар)	$\frac{0,243}{0,250}$	$\frac{0,290}{0,290}$	$\frac{0,267}{0,270}$	$\frac{121}{123}$
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной	$\frac{0,253}{0,237}$	$\frac{0,313}{0,290}$	$\frac{0,283}{0,264}$	$\frac{129}{120}$
Подсолнечник (1 – посев, 2 – уборка)				
Одновидовой посев (контроль)	$\frac{0,200}{0,203}$	$\frac{0,133}{0,150}$	$\frac{0,166}{0,177}$	$\frac{100}{107}$
Бинарный посев с донником желтым	$\frac{0,220}{0,180}$	$\frac{0,260}{0,253}$	$\frac{0,240}{0,217}$	$\frac{145}{131}$
Бинарный посев с люцерной синей	$\frac{0,240}{0,213}$	$\frac{0,287}{0,273}$	$\frac{0,264}{0,243}$	$\frac{159}{146}$

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см; под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Рассматривая содержание детрита и его динамику на вариантах с различными видами паров, можно отметить, что он равномерно распределялся по всему пахотному слою на фоне вспашки, а на фоне плоскорезного рыхления его масса в слоях 0-10 и 10-20 см была больше, чем в слое 20-30 см.

Поступившая в почву свежая биомасса после заделки сидерата и уборки занятого паров трансформировалась, при этом часть до конечных продуктов – воды и углекислого газа, а из другой части образовывались лабильные органические соединения. Поэтому в сидеральном и зернотравянопропашном севооборотах в пахотном слое почвы повышалось содержание детрита к посеву озимой пшеницы (табл. 14, 15, приложение 12).

Исследования показали, что в слое почвы 0-30 см под озимой пшеницей масса детрита была 0,164% на фоне вспашки, а на фоне безотвального рыхления – на 18% меньше.

За период вегетации от посева к уборке озимой пшеницы на вариантах ее одновидового (контрольного) посева в пахотном слое почвы отмечено достоверное повышение содержания детрита на 13%.

При посеве озимой пшеницы по донниковому сидеральному пару количество детрита увеличивалось на 19% на фоне вспашки и на 16% на фоне плоскорезного рыхления. В совместном посеве озимой пшеницы с люцерной синей 3-го года жизни масса детрита увеличивалась на 26,5% на фоне вспашки и на 30,0% на фоне плоскорезного рыхления.

Рассматривая в целом период вегетации озимой пшеницы, можно отметить, что в пахотном слое почвы наблюдалось достоверное увеличение содержания детрита на 66,5-73,9%. Хороший эффект дает замена чистого пара на сидеральный и занятый, где масса детрита увеличивалась соответственно на 220 и 206%.

За период от посева к уборке озимой пшеницы наибольшее повышение содержания детрита в пахотном слое почвы отмечено на вариантах бинарного посева. Это повышение варьировало от 44 до 55%.

На распределение детрита и его динамику в течение всего периода вегетации озимой пшеницы оказывали влияние приемы основной обработки почвы. Вспашка обеспечивала более равномерное распределение детрита по всему пахотному слою, а по плоскорезному рыхлению его количество было больше в слоях 0-10 и 10-20 см.

После уборки озимой пшеницы остается большое количество растительных остатков. Эти остатки разлагаются, поэтому под ячменем (следующей культурой севооборота) отмечено повышение содержания детрита в пахотном слое почвы на 20-29% (табл. 14, 15, приложение 13).

Установлено достоверное увеличение содержания детрита на 66,5-73,9% на вариантах одновидового посева ячменя в пахотном слое почвы от посева к уборке. Замена чистого пара на сидеральный и занятый увеличивала количество детрита соответственно на 21-23% и на 20-29%.

При посеве ячменя в сидеральном севообороте масса детрита увеличивалась на 18,2% на фоне вспашки и на 40,5% на фоне плоскорезного рыхления. При посеве ячменя в зернотравянопропашном севообороте содержание детрита увеличивалось на 18,2% на фоне вспашки и на 40,5% на фоне плоскорезного рыхления. В севооборотах с бинарными посевами культур масса детрита в пахотном слое почвы за период посев – уборка ячменя увеличивалась от 44 до 55% во все годы исследований.

Рассматривая содержание детрита и его динамику по слоям почвы под ячменем, можно отметить, что этот элемент равномерно распределялся по всему пахотному слою почвы на фоне вспашки. На фоне безотвального рыхления его масса в слоях 0-10 и 10-20 см была больше, чем в слое 20-30 см.

Содержание и динамика детрита в пахотном слое почвы под подсолнечником (табл. 14, 15, приложение 14) зависела от приемов биологизации и способов основной обработки, периода вегетации, слоя почвы.

В зернопаропропашном севообороте от посева к уборке подсолнечника в пахотном слое почвы отмечалось достоверное уменьшение содержания детри-

та на 66,5-73,9%. В сидеральном и зернотравянопропашном севооборотах на вариантах возделывания подсолнечника масса детрита за этот период достоверно увеличивалась на 31-59%. Это связано, по нашему мнению, с темпами поступления и разложения растительных остатков под этой культурой, а также с технологией возделывания.

В бинарном посеве подсолнечника с донником 1-го года жизни на фоне вспашки содержание детрита увеличивалось на 45% и на 31% на фоне плоскорезного рыхления, а в бинарном посеве с люцерной синей 1-го года жизни – соответственно на 59 и 46%.

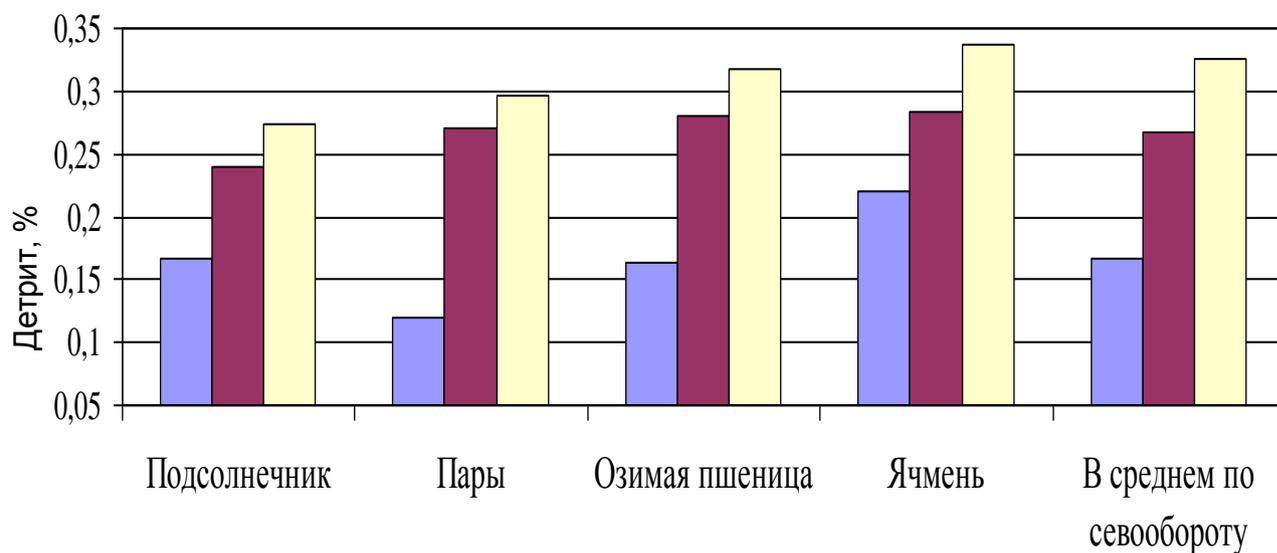
В бинарном посеве подсолнечника с люцерной синей 1-го года жизни содержание детрита увеличивалось на фоне вспашки на 59% и на 46% при плоскорезном рыхлении, в бинарном посеве с донником – уменьшалось соответственно на 14 и 15%.

На распределение детрита и его динамику в течение всего периода вегетации подсолнечника оказывали влияние приемы основной обработки почвы. Вспашка способствовала равномерному его распределению по всему пахотному слою почвы, а при плоскорезном рыхлении его количество было больше в слоях 0-10 и 10-20 см.

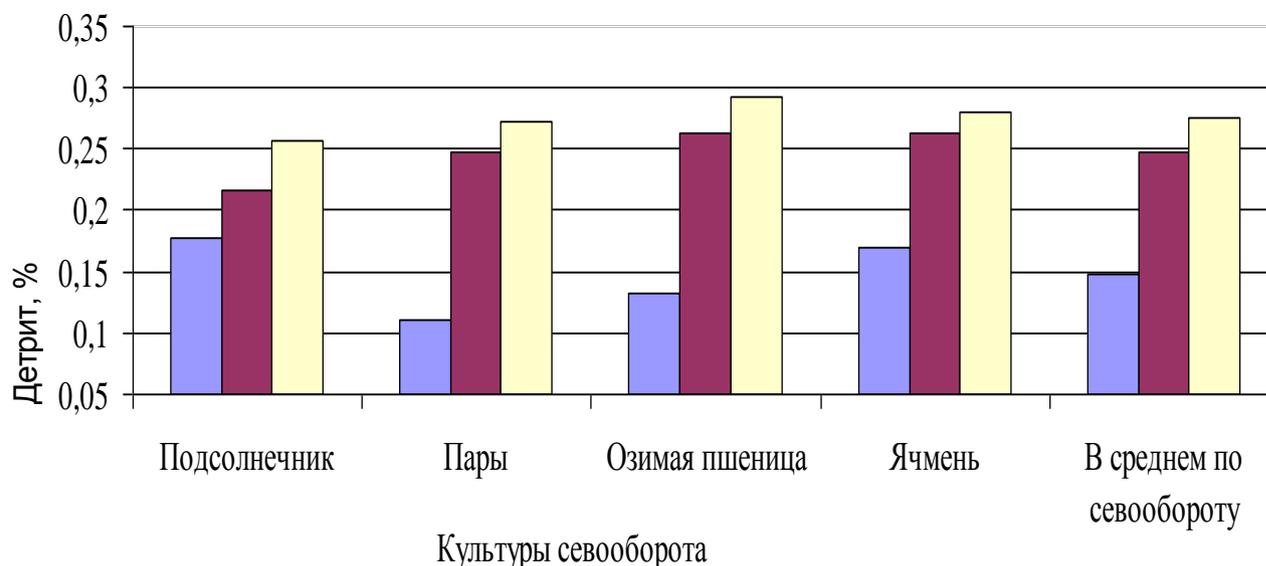
Результаты исследований по содержанию детрита в целом по севооборотам показали, что его масса в зернопаропропашном севообороте на фоне вспашки была 0,167%, а на фоне безотвального рыхления достоверно уменьшалась до 0,148% (рис. 2).

В сидеральном севообороте масса детрита достоверно увеличивалась по сравнению с зернопаропропашным севооборотом: на фоне вспашки – в 1,60 раза, на фоне безотвального рыхления – в 1,48 раза.

В зернотравянопропашном севообороте содержание детрита достоверно увеличивалось по сравнению с зернопаропропашным севооборотом: на фоне вспашки – в 1,95 раза, на фоне безотвального рыхления – в 1,65 раза, а по сравнению с сидеральным севооборотом – соответственно на 35 и 17%.



а) вспашка



Культуры севооборота

■ Зернопаропашной ■ Сидеральный ■ Зернотравянопропашной

б) безотвальное рыхление

Рисунок 2 – Масса детрита (среднее за 2014-2016 гг.) в пахотном слое почвы под культурами севооборотов, %

Содержание детрита под культурами севооборотов различалось по слоям почвы. При отвальной основной обработке почвы масса детрита равномерно распределялась по всему пахотному слою. При безотвальном рыхлении в верхних слоях почвы 0-10 и 10-20 см масса детрита была в 1,5-2,0 раза больше, чем в слое почвы 20-30 см.

5.3 Химический состав детрита

Содержание в составе детрита углерода и азота, а также их соотношение, по данным многих ученых [30, 42, 64], является показателем, который влияет на темпы его разложения.

Результаты проведенного диссертационного исследований по определению химического состава детрита в стационарном опыте под парами (чистый, занятый, сидеральный), озимой пшеницей, ячменем, подсолнечником показали, что его состав изменяется под влиянием возделываемых культур, приемов основной обработки почвы и биологизации, а также гидротермических условий года (табл. 16, приложения 15-17).

В среднем за годы исследований в чистом пару (контроль) на фоне вспашки содержание азота в детрите составляло 0,60%, углерода – 25%, соотношение углерода к азоту равнялось 42.

При замене вспашки на безотвальное рыхление количество азота в детрите повысилось до 0,66%, углерода – до 27%, соотношение углерода к азоту составило 41.

За период парования до посева озимой пшеницы в пахотном слое почвы чистого пара (контроль) отмечали достоверное уменьшение содержания азота в детрите на 9%, увеличение содержания углерода с 24 до 28%, повышение соотношения углерода к азоту с 38 до 50.

Хороший эффект показала замена чистого пара на сидеральный и занятый. В этих парах содержание азота в детрите за этот же период достоверно увеличивалось на фоне обработок почвы на 0,9-1,01%, а количество углерода снижалось до 22-24%, также до 17-18 уменьшалось соотношение углерода к азоту.

Изменения, по сравнению с контролем, происходили в химическом составе детрита за период парование – посев озимой пшеницы в различные по гидротермическим условиям периоды проведения исследований.

Таблица 16 – Содержание углерода и азота в детрите пахотного слоя почвы под культурами севооборотов при использовании различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы

Варианты опыта	2014 г.			2015 г.			2016 г.			Среднее за 2014-2016 гг.		
	N, %	C, %	C : N	N, %	C, %	C : N	N, %	C, %	C : N	N, %	C, %	C : N
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Предшественники озимой пшеницы												
Пар чистый (контроль)	<u>0,57</u> 0,66	<u>25,0</u> 27,6	<u>25,0</u> 27,6	<u>0,63</u> 0,66	<u>24,5</u> 26,7	<u>38,9</u> 40,4	<u>0,60</u> 0,65	<u>25,6</u> 27,3	<u>42,7</u> 40,1	<u>0,60</u> 0,66	<u>25</u> 27	<u>42</u> 41
Сидеральный пар (донник желтый)	<u>1,62</u> 1,58	<u>23,0</u> 19,8	<u>23,0</u> 19,8	<u>1,50</u> 1,60	<u>24,3</u> 22,2	<u>16,2</u> 13,8	<u>1,39</u> 1,51	<u>25,3</u> 24,7	<u>18,2</u> 16,3	<u>1,50</u> 1,57	<u>24</u> 22	<u>18</u> 17
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>1,67</u> 1,73	<u>31,8</u> 34,6	<u>31,8</u> 34,6	<u>1,67</u> 1,73	<u>31,1</u> 33,4	<u>18,6</u> 19,3	<u>1,62</u> 1,62	<u>30,2</u> 31,5	<u>18,6</u> 19,4	<u>1,61</u> 1,61	<u>31</u> 33	<u>18</u> 19
Озимая пшеница												
Пар чистый (контроль)	<u>0,67</u> 0,71	<u>28,0</u> 27,2	<u>34,4</u> 40,1	<u>0,63</u> 0,70	<u>26,5</u> 27,0	<u>42,0</u> 38,6	<u>0,62</u> 0,62	<u>29,0</u> 28,5	<u>46,8</u> 46,0	<u>0,64</u> 0,68	<u>28</u> 28	<u>41</u> 42
Сидеральный пар (донник желтый)	<u>1,62</u> 1,58	<u>23,0</u> 19,8	<u>20,5</u> 20,0	<u>1,49</u> 1,47	<u>24,3</u> 22,6	<u>16,3</u> 15,4	<u>1,49</u> 1,47	<u>28,5</u> 27,6	<u>19,1</u> 18,8	<u>1,53</u> 1,51	<u>26</u> 23	<u>19</u> 18
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>1,67</u> 1,73	<u>21,8</u> 22,1	<u>18,0</u> 19,0	<u>1,63</u> 1,66	<u>23,8</u> 24,0	<u>14,6</u> 14,5	<u>1,59</u> 1,55	<u>29,3</u> 29,5	<u>18,4</u> 18,8	<u>1,63</u> 1,65	<u>25</u> 25	<u>15</u> 15
Ячмень												
Озимая пшеница (по чистому пару)	<u>0,92</u> 0,91	<u>29,2</u> 27,4	<u>31,8</u> 30,5	<u>0,87</u> 0,90	<u>29,8</u> 29,4	<u>34,3</u> 32,7	<u>0,62</u> 0,60	<u>30,8</u> 31,1	<u>49,7</u> 51,8	<u>0,80</u> 0,80	<u>30</u> 30	<u>39</u> 39
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни	<u>1,51</u> 1,58	<u>24,0</u> 23,2	<u>15,9</u> 14,7	<u>1,44</u> 1,54	<u>25,0</u> 25,6	<u>18,5</u> 16,6	<u>1,30</u> 1,29	<u>28,0</u> 28,6	<u>21,5</u> 22,2	<u>1,42</u> 1,45	<u>26</u> 26	<u>18</u> 18
Озимая пшеница (по сидеральному пару)	<u>1,67</u> 1,73	<u>31,8</u> 34,6	<u>19,0</u> 20,0	<u>1,62</u> 1,58	<u>33,1</u> 35,1	<u>20,4</u> 22,2	<u>1,60</u> 1,59	<u>32,6</u> 33,7	<u>20,4</u> 21,2	<u>1,63</u> 1,63	<u>33</u> 35	<u>20</u> 21

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Подсолнечник												
Одновидовой посев (контроль)	<u>0,92</u> 0,91	<u>23,0</u> 19,8	<u>25,0</u> 22,2	<u>0,71</u> 0,61	<u>23,9</u> 22,2	<u>33,6</u> 36,4	<u>0,67</u> 0,64	<u>29,8</u> 30,2	<u>44,5</u> 47,2	<u>0,72</u> 0,65	<u>26</u> 24	<u>35</u> 35
Бинарный посев с донником	<u>1,62</u> 1,58	<u>23,0</u> 19,8	<u>20,5</u> 20,0	<u>1,66</u> 1,56	<u>23,7</u> 23,0	<u>14,3</u> 14,7	<u>1,47</u> 1,45	<u>31,7</u> 32,0	<u>21,6</u> 22,1	<u>1,62</u> 1,53	<u>26</u> 25	<u>18</u> 19
Бинарный посев с люцерной синей	<u>1,90</u> 1,90	<u>23,3</u> 27,2	<u>12,3</u> 14,3	<u>1,88</u> 1,76	<u>25,7</u> 27,8	<u>13,7</u> 15,8	<u>1,56</u> 1,61	<u>32,3</u> 32,5	<u>20,7</u> 20,2	<u>1,78</u> 1,76	<u>27</u> 29	<u>16</u> 17
Среднее по севооборотам												
1. Чистый пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник										<u>0,69</u> 0,70	<u>27</u> 27	<u>39</u> 39
2. Донник 2-го года жизни – озимая пшеница – ячмень + горчица сарептская (пожнивно) – бинарный посев подсолнечника с донником 1-го года жизни										<u>1,52</u> 1,52	<u>26</u> 24	<u>18</u> 18
3. Люцерна 2-го года жизни – бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни – ячмень + горчица сарептская (пожнивно) – бинарный посев подсолнечника с люцерной 1-го года жизни										<u>1,66</u> 1,66	<u>29</u> 31	<u>17</u> 18

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см; под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Во все годы исследований отмечалось увеличение содержания азота в детрите на вариантах занятого и сидерального паров за этот период. Этому способствовало разложение заделанной в почву биомассы сидерата и негумифицированных растительных остатков люцерны после уборки занятого пара (табл. 16, приложения 15, 16).

Установлено, что за годы исследований в пахотном слое почвы под озимой пшеницей зернопаропропашного севооборота содержание азота составляло 0,64% на фоне вспашки, на фоне безотвального рыхления – 0,68%, содержание углерода – соответственно 25% и 27%. Широкое 42-41 соотношение углерода к азоту свидетельствует о медленных темпах разложения с поглощением азота почвы, что ранее отмечалось другими исследователями [42, 64, 109, 117, 154, 156, 161].

За период от посева до уборки озимой пшеницы на вариантах ее одновидового посева в слое почвы 0-30 см наблюдалось достоверное уменьшение содержания азота и увеличение количества углерода в составе детрита на 8%.

При посеве озимой пшеницы в сидеральном севообороте содержание азота увеличивалось в 2,4 раза на фоне вспашки и в 2,2 раза на фоне безотвального рыхления по сравнению с соответствующими вариантами посева озимой пшеницы в зернопаропропашном севообороте.

В бинарном посеве озимой пшеницы с люцерной синей 3-го года жизни содержание азота увеличивалось в 2,5 раза на фоне вспашки, на фоне плоскорезного рыхления – в 2,4 раза по сравнению с соответствующими вариантами посева озимой пшеницы по чистому пару, а по сравнению с посевом озимой пшеницы по сидеральному пару – соответственно в 1,06 и 1,09 раза.

Поступающие растительные остатки люцерны разлагались, обогащали детрит пахотного слоя почвы азотом, снижали соотношение углерода к азоту до 15, что свидетельствует о способности детрита на этом варианте к быстрой минерализации и лучшему обеспечению растений озимой пшеницы азотом, влияющего на их рост и развитие.

На вариантах размещения озимой пшеницы в зернопаропропашном севообороте в среднем отмечали достоверное уменьшение содержания азота в составе детрита с 0,73 до 0,67% на фоне вспашки и с 0,82 до 0,71% на фоне плоскорезного рыхления. Это в свою очередь увеличивало соотношение углерода к азоту с 31 до 40.

На вариантах размещения озимой пшеницы в сидеральном и зернотравянопропашном севооборотах отмечено узкое 11-20 соотношение азота к углероду, что связано с увеличением содержания азота в составе детрита.

Большее повышение содержания азота в детрите в пахотном слое почвы за период от посева к уборке озимой пшеницы отмечали на вариантах бинарного посева озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни. При этом содержание азота варьировало от 1,55 до 1,73%, а соотношение углерода к азоту – от 14 до 19.

На распределение азота и углерода в составе детрита и его динамику в течение всего периода вегетации озимой пшеницы практически не оказывало влияние последствие основной обработки почвы.

Большое количество негумифицированных растительных остатков оставляет после себя озимая пшеница. Эти остатки разлагаются, поэтому под ячменем (следующей культурой звена севооборота) масса детрита в пахотном слое почвы достоверно повышалась (табл. 16, приложения 15-16).

За годы исследований в пахотном слое почвы под ячменем в зернопаропропашном севообороте на фоне вспашки и безотвального рыхления содержание азота и углерода составляло соответственно 0,80% и 30%, поэтому соотношение углерода к азоту было широким – 39, что свидетельствует о медленных темпах разложения с поглощением азота почвы на этих вариантах опыта.

За период вегетации от посева до уборки ячменя отмечалось достоверное увеличение содержания азота в зернотравянопропашном севообороте.

При посеве ячменя в сидеральном севообороте на фоне вспашки и безотвального рыхления почвы содержание азота в детрите увеличивалось в 2 раза

по сравнению с соответствующими вариантами посева ячменя в зернопаропропашном севообороте.

Размещение ячменя в зернотравянопропашном севообороте на фоне вспашки и безотвального рыхления увеличивало содержание азота в составе детрита в 1,75-1,77 раза по сравнению с соответствующими вариантами посева ячменя в зернопаропропашном севообороте, а размещение в сидеральном севообороте снижало этот показатель на 0,18-0,21% (абс.), что связано, по нашему мнению, с тем, что поступающие растительные остатки люцерны 3-го года жизни быстрее разлагались в первый год, обогащая азотом детрит под озимой пшеницей на этом варианте, а на второй год темпы деструкции снижались, Аналогичные тенденции ранее отмечали другие ученые [42, 64, 161].

Рассматривая в целом период вегетации ячменя после озимой пшеницы в зернопаропропашном севообороте, можно отметить достоверное уменьшение содержания азота в составе детрита на 5-7% и увеличение соотношения углерода к азоту до 39.

Повышение содержания азота и узкое соотношение углерода к азоту в составе детрита было отмечено в исследованиях в засушливом 2014 г. на вариантах бинарного посева озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни. При этом количество азота варьировало от 1,51 до 1,58%, а соотношение углерода к азоту равнялось 18. На распределение азота и углерода в составе детрита и его динамику в течение всего периода вегетации озимой пшеницы практически не оказывало влияние последствие основной обработки почвы.

Ячмень оставляет после себя большое количество негумифицированных растительных остатков, особенно на вариантах пожнивного посева. Эти остатки разлагаются, поэтому под подсолнечником (следующей культурой севооборота) достоверно повышается масса детрита в пахотном слое почвы (табл. 16, приложения 15-17).

За годы исследований установлено, что в пахотном слое почвы под подсолнечником, предшественником которого являлся одновидовой посев ячменя,

на фоне вспашки и безотвального рыхления достоверно повышалось содержание азота и углерода – соответственно 0,72% и 0,65%, углерода 26% и 24%. Соотношение углерода к азоту было широким – 35, что свидетельствует о медленных темпах разложения растительных остатков на этих вариантах опыта с поглощением азота почвы.

За период вегетации от посева к уборке подсолнечника отмечалось достоверное уменьшение содержания азота на вариантах при его одновидовом посеве. Увеличение содержания азота отмечали на вариантах его бинарного посева с донником и люцерной 1-го года жизни.

В бинарном посеве подсолнечника с донником 1-го года жизни содержание азота в детрите достоверно увеличилось в 2,25 раза на фоне вспашки, а на фоне безотвальной обработки почвы – в 2,35 раза по сравнению одновидовым посевом. В бинарном посеве подсолнечника с люцерной синей 1-го года жизни на фоне вспашки и плоскорезной обработки достоверно увеличивалось содержание азота в детрите – соответственно в 2,47 и 2,71 раза по сравнению с соответствующими вариантами одновидового посева и в 1,09 и 1,16 раза по сравнению с бинарным посевом подсолнечника с донником 1-го года жизни. Это связано, по нашему мнению, с тем, что поступающие растительные остатки люцерны 1-го года жизни быстрее разлагались в первый год (по сравнению с посевом с донником 1-го года жизни), обогащая азотом детрит под подсолнечником.

Аналогичные процессы в своих опытах на черноземе выщелоченном отмечали и другие ученые [41, 42, 64, 109, 154, 161].

Рассматривая в целом период вегетации подсолнечника, следует отметить достоверное увеличение содержания азота в составе детрита на 5-7 % на фоне вспашки и его снижение на фоне плоскорезной обработки, хотя соотношение углерода к азоту было достаточно широким – 35.

Повышение содержания азота и узкое соотношение углерода к азоту в составе детрита было отмечено в пахотном слое почвы за период от посева к

уборке подсолнечника в засушливом 2014 г. на вариантах бинарного посева подсолнечника с донником и люцерной. При этом количество азота варьировало от 1,51 до 1,58% при соотношении углерода к азоту 16-19.

На распределение азота и углерода в составе детрита и его динамику в период вегетации подсолнечника влияла основная обработка почвы.

Результаты исследований по содержанию азота в детрите в целом по севооборотах показали, что его количество в зернопаропропашном севообороте на фоне вспашки и безотвального рыхления почвы было 0,69-0,70% при соотношении углерода к азоту до 39.

В сидеральном севообороте увеличивалось содержание азота по сравнению с зернопаропропашным в 2,2 раза на фоне вспашки и в 2,17 раза на фоне безотвального рыхления при соотношении углерода к азоту до 18.

В зернотравянопропашном севообороте содержание азота в детрите увеличивалось до 1,66%, что превышало показатели сидерального и зернопаропропашного севооборотов соответственно в 1,09 и 2,37 раза на фоне вспашки и плоскорезного рыхления, при соотношении углерода к азоту соответственно 18, 18 и 39.

6 ДИНАМИКА ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ГУМУСА В ПАХОТНОМ СЛОЕ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Результаты исследований многих авторов свидетельствуют о снижении содержания гумуса на черноземах, которые интенсивно используются в сельском хозяйстве, по сравнению с рядом расположенными целинными участками [22, 28, 30, 42, 64, 97, 143]. При этом на пашне одновременно с уменьшением содержания общего гумуса происходят изменения его качественного состава.

По данным А.В. Дедова [42], в обрабатываемых почвах потери гумуса по сравнению с целинным аналогом в пахотном и подпахотном слоях составляют 21,6 и 11,9%, водорастворимой фракции – соответственно 53,4 и 22,0%, подвижного гумуса – 60,0 и 73,6%, то есть сельскохозяйственное использование черноземных почв приводит к уменьшению содержания подвижной (лабильной) фракции органического вещества.

Нерациональное использование черноземов приводит, с одной стороны, к снижению содержания гумуса, а с другой – к уменьшению его подвижных форм, на что также неоднократно указывали ранее другие авторы [3, 6, 16, 26, 30, 90, 119].

Результатами исследований ученых Воронежского ГАУ [28, 50, 51] установлено, что в процессе деструкции органического вещества растительных остатков культур на первом этапе образуются водо- и щелочерастворимые гумусовые вещества. Водорастворимый гумус благотворно влияет на процессы образования собственно гумусовых веществ, устойчивых к разложению. Кроме того, он как лабильное органическое вещество почвы служит источником элементов питания и углекислого газа для роста и развития растений.

Количество водорастворимого гумуса зависит от комплекса внешних факторов, поэтому часто сведения, полученные в одном и том же стационарном опыте, на одних и тех же почвах, при одинаковых способах обработки

почвы и системах удобрений, но в различные по гидротермическим условиям годы, противоречат друг другу [38, 66, 126, 166].

Многие авторы отмечают, что если в составе гумуса под влиянием каких-либо приемов биологизации и обработки почвы содержание гумусовых веществ увеличивается только за счет подвижного гумуса, извлекаемого из почвы 0,1 N раствором щелочи, то использование таких приемов следует считать неэффективным [28, 41, 50, 143].

В научной литературе недостаточно изучены вопросы о природе различных фракций гумусовых веществ в пахотных черноземных почвах. Нет сравнительного анализа влияния различных приемов биологизации и обработки почвы для повышения плодородия черноземов, особенно в бинарных посевах культур с многолетними бобовыми травами.

Для устранения данного пробела об изменении состояния подвижных форм гумуса при использовании различных приемов биологизации и обработок почвы в бинарных посевах культур были проведены исследования по определению содержания подвижного и водорастворимого гумуса. Результаты исследований помогут решить проблему образования и минерализации гумуса при сельскохозяйственном использовании черноземных почв.

6.1 Подвижный (щелочерастворимый) гумус

Результаты исследований по определению содержания подвижного гумуса в стационарном опыте под парами (чистый, занятый, сидеральный), озимой пшеницей, ячменем, подсолнечником показали изменение его содержания под возделываемыми культурами севооборотов в зависимости от периода вегетации, приемов биологизации, способов основной обработки почвы и слоя (табл. 17, 18, приложение 18).

В среднем за годы исследований в пахотном слое почвы чистого пара (контроль) на фоне вспашки масса подвижного гумуса составляла 278 мг/100 г почвы, а на фоне безотвального рыхления – на 6% меньше.

Таблица 17 – Содержание щелочерастворимого гумуса в слое почвы 0-30 см под культурами севооборотов в зависимости от предшественников и способов основной обработки почвы, мг/100 г почвы (среднее за 2014-2016 гг.)

Варианты опыта	Срок отбора			Среднее	По отношению к контролю, %
	1	2	3		
Предшественники озимых (1 – отрастание, 2 – колошение, 3 – перед посевом озимых)					
Пар чистый (контроль)	<u>244</u>	<u>336</u>	<u>255</u>	<u>278</u>	<u>100</u>
	213	314	254	261	94
Сидеральный пар (донник желтый)	<u>248</u>	<u>340</u>	<u>286</u>	<u>291</u>	<u>105</u>
	224	321	280	275	99
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>262</u>	<u>353</u>	<u>316</u>	<u>310</u>	<u>111</u>
	235	333	294	287	103
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – колошение, 3 – уборка)					
Пар чистый (контроль)	<u>246</u>	<u>323</u>	<u>277</u>	<u>282</u>	<u>100</u>
	227	309	280	272	96
Сидеральный пар (донник желтый)	<u>284</u>	<u>354</u>	<u>335</u>	<u>324</u>	<u>115</u>
	253	335	288	292	103
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>337</u>	<u>376</u>	<u>376</u>	<u>363</u>	<u>129</u>
	319	344	374	345	122
Ячмень (1 – посев, 2 – колошение, 3 – уборка)					
Озимая пшеница (по чистому пару)	<u>207</u>	<u>322</u>	<u>276</u>	<u>269</u>	<u>100</u>
	230	312	227	257	96
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни	<u>226</u>	<u>341</u>	<u>292</u>	<u>286</u>	<u>107</u>
	217	323	256	265	99
Озимая пшеница (по сидеральному пару)	<u>234</u>	<u>335</u>	<u>290</u>	<u>286</u>	<u>107</u>
	223	314	270	269	100
Подсолнечник (1 – посев, 2 – цветение, 3 – уборка)					
Одновидовой посев (контроль)	<u>221</u>	<u>323</u>	<u>319</u>	<u>288</u>	<u>100</u>
	207	297	295	266	92
Бинарный посев с донником	<u>316</u>	<u>348</u>	<u>326</u>	<u>330</u>	<u>115</u>
	294	323	300	306	106
Бинарный посев с люцерной синей	<u>334</u>	<u>374</u>	<u>338</u>	<u>345</u>	<u>120</u>
	300	345	323	323	112

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см;
под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

За период парования до посева озимой пшеницы в пахотном слое почвы чистого пара (контроль) отмечали достоверное увеличение количества щелочерастворимого гумуса на фоне последствия вспашки на 11 мг/100 г почвы и на фоне плоскорезного рыхления – на 41 мг/100 г почвы.

Таблица 18 – Содержание щелочерастворимого гумуса в слое почвы 0-30 см под культурами севооборотов в зависимости от предшественников и способов основной обработки почвы, мг/100 г почвы

Варианты опыта	Содержание щелочерастворимого гумуса в годы исследований по фазам вегетации растений											
	2014 г.				2015 г.				2016 г.			
	1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее
Предшественники озимых (1 – отрастание, 2 – колошение, 3 – перед посевом озимых)												
Пар чистый (контроль)	<u>231</u> 201	<u>324</u> 307	<u>282</u> 269	<u>279</u> 259	<u>252</u> 226	<u>355</u> 327	<u>263</u> 254	<u>290</u> 269	<u>249</u> 212	<u>330</u> 309	<u>220</u> 240	<u>266</u> 254
Сидеральный донниковый пар	<u>230</u> 212	<u>335</u> 319	<u>302</u> 279	<u>289</u> 270	<u>253</u> 231	<u>343</u> 324	<u>295</u> 288	<u>297</u> 281	<u>262</u> 230	<u>341</u> 320	<u>260</u> 273	<u>288</u> 274
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>248</u> 231	<u>345</u> 327	<u>316</u> 288	<u>303</u> 282	<u>262</u> 225	<u>358</u> 331	<u>322</u> 293	<u>314</u> 283	<u>275</u> 248	<u>356</u> 340	<u>310</u> 300	<u>324</u> 296
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – колошение, 3 – уборка)												
Пар чистый (контроль)	<u>231</u> 218	<u>326</u> 305	<u>289</u> 281	<u>282</u> 268	<u>264</u> 243	<u>334</u> 321	<u>272</u> 267	<u>290</u> 277	<u>243</u> 220	<u>310</u> 300	<u>271</u> 293	<u>275</u> 271
Сидеральный донниковый пар	<u>292</u> 252	<u>368</u> 347	<u>336</u> 283	<u>331</u> 294	<u>286</u> 261	<u>368</u> 347	<u>336</u> 283	<u>330</u> 297	<u>275</u> 246	<u>325</u> 310	<u>332</u> 299	<u>311</u> 285
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>348</u> 306	<u>395</u> 353	<u>367</u> 391	<u>370</u> 350	<u>354</u> 336	<u>382</u> 343	<u>398</u> 377	<u>378</u> 267	<u>310</u> 315	<u>350</u> 335	<u>362</u> 353	<u>344</u> 335
Ячмень (1 – посев, 2 – колошение, 3 – уборка)												
Озимая пшеница (по чистому пару)	<u>200</u> 231	<u>327</u> 307	<u>280</u> 218	<u>269</u> 252	<u>211</u> 224	<u>335</u> 319	<u>279</u> 234	<u>275</u> 259	<u>210</u> 236	<u>305</u> 310	<u>270</u> 230	<u>262</u> 259
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной	<u>218</u> 208	<u>337</u> 310	<u>282</u> 238	<u>279</u> 252	<u>234</u> 212	<u>366</u> 329	<u>315</u> 266	<u>305</u> 269	<u>225</u> 230	<u>321</u> 330	<u>280</u> 263	<u>275</u> 274
Озимая пшеница (по сидеральному пару)	<u>208</u> 201	<u>304</u> 276	<u>262</u> 249	<u>258</u> 242	<u>255</u> 229	<u>371</u> 355	<u>328</u> 304	<u>318</u> 296	<u>239</u> 240	<u>330</u> 310	<u>279</u> 256	<u>283</u> 269
Подсолнечник (1 – посев, 2 – цветение, 3 – уборка)												
Одновидовой посев (контроль)	<u>210</u> 195	<u>280</u> 271	<u>269</u> 257	<u>253</u> 241	<u>235</u> 215	<u>380</u> 325	<u>399</u> 357	<u>338</u> 299	<u>218</u> 210	<u>310</u> 296	<u>290</u> 270	<u>273</u> 259
Бинарный посев с донником	<u>315</u> 300	<u>338</u> 325	<u>292</u> 275	<u>315</u> 300	<u>324</u> 293	<u>366</u> 331	<u>351</u> 324	<u>347</u> 316	<u>310</u> 290	<u>340</u> 313	<u>336</u> 300	<u>329</u> 301
Бинарный посев с люцерной	<u>298</u> 268	<u>366</u> 358	<u>302</u> 289	<u>322</u> 305	<u>355</u> 327	<u>396</u> 352	<u>365</u> 350	<u>372</u> 343	<u>320</u> 305	<u>360</u> 324	<u>346</u> 330	<u>342</u> 320

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см; под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Хороший эффект дает замена чистого пара на сидеральный и занятый. В этих парах масса подвижного гумуса за тот же период достоверно увеличивалась на 5% на фоне вспашки, а на фоне плоскорезного рыхления была на уровне чистого пара. При замене чистого пара на занятый (люцерна 2-го года жизни) достоверное увеличение было на фоне последствия вспашки и плоскорезного рыхления – соответственно на 11% и 3%.

Годы проведения исследований оказывали свое влияние на содержание подвижного гумуса в чистом пару за период парования до посева озимой пшеницы. За период парования в засушливые 2014, 2015 годы отмечено увеличение количества подвижного гумуса в пахотном слое почвы занятого и сидерального паров.

Рассматривая содержание подвижного гумуса и его динамику под различными видами паров, необходимо отметить, что он равномерно распределялся по всему пахотному слою на фоне вспашки, а на фоне плоскорезного рыхления его масса в слоях 0-10 и 10-20 см была больше, чем в слое 0-30 см.

Разложение поступившей в пахотный слой почвы свежей биомассы после заделки сидерата и уборки занятых паров способствовало образованию подвижного гумуса. В результате этих процессов в пахотном слое почвы повышалось содержание подвижного гумуса к посеву озимой пшеницы (табл. 17, 18, приложение 18).

Установлено, что за годы исследований в пахотном слое почвы под озимой пшеницей масса подвижного гумуса составляла 282 мг/100 г почвы на фоне вспашки, а на фоне безотвального рыхления – на 10 мг/100 г почвы меньше. За период вегетации от посева до колошения масса подвижного гумуса достоверно возрастала, а к уборке озимой пшеницы на вариантах ее одновидового посева в пахотном слое почвы отмечали достоверное уменьшение содержания этой фракции на 46 мг/100 г почвы.

В посевах озимой пшеницы по донниковому сидеральному пару количество подвижного гумуса повышалось на 15% на фоне вспашки и на 3% на

фоне плоскорезного рыхления. В совместном посеве озимой пшеницы с люцерной синей 3-го года жизни масса подвижного гумуса увеличивалась на 29% на фоне вспашки и на 22% на фоне плоскорезного рыхления.

За период от посева к уборке озимой пшеницы наибольшее повышение содержания подвижного гумуса в пахотном слое почвы отмечено в засушливые 2014, 2015 годы на вариантах бинарного посева.

На распределение подвижного гумуса и его динамику в течение всего периода вегетации озимой пшеницы оказывала влияние вспашка, обеспечивающая равномерное распределение по всему пахотному слою подвижного гумуса, а на фоне плоскорезного рыхления его масса была больше в слоях 0-10 и 10-20 см.

Разложение большей части растительных остатков после озимой пшеницы повышало массу подвижного гумуса в пахотном слое почвы под ячменем (следующая культура севооборота) (табл. 17, 18, приложение 19).

Установлено, что за годы исследований в пахотном слое почвы под ячменем масса подвижного гумуса составляла 269 мг/100 г почвы на фоне вспашки, а на фоне безотвального плоскорезного рыхления – на 12 мг/100 г почвы меньше. Хороший эффект дает замена чистого пара на сидеральный и занятый. Масса детрита на этих вариантах опыта увеличивалась на фонах вспашки и безотвальной обработки соответственно на 7%.

При посеве ячменя в сидеральном и зернотравянопропашном севооборотах масса подвижного гумуса увеличивалась на 7% на фоне вспашки, а на фоне плоскорезного рыхления была на уровне контроля.

Увеличивалась масса подвижного гумуса в пахотном слое почвы от посева к уборке ячменя в засушливые 2014, 2015 годы. На вариантах бинарных посевов этот показатель варьировал от 44 до 55%.

Рассматривая содержание подвижного гумуса и его динамику по слоям почвы под ячменем, следует отметить, что он равномерно распределялся по всему пахотному слою почвы на фоне вспашки. На фоне безотвального

рыхления его содержание в слоях 0-10 и 10-20 см было больше, чем в слое 20-30 см.

Сезонная динамика содержания подвижного гумуса в пахотном слое почвы под подсолнечником (табл. 17, приложение 19) зависит от способа основной обработки почвы, приемов биологизации, периода вегетации и слоя почвы.

Установлено, что за годы исследований в пахотном слое почвы под подсолнечником масса подвижного гумуса составляла 288 мг/100 г почвы на фоне вспашки, а на фоне безотвального рыхления была меньше на 12 мг/100 г почвы.

При посеве подсолнечника в сидеральном севообороте масса подвижного гумуса в пахотном слое почвы увеличивалась на 15% на фоне вспашки и на 6% на фоне безотвального рыхления.

При посеве подсолнечника в зернотравянопропашном севообороте на фоне вспашки содержание подвижного гумуса в пахотном слое почвы увеличивалось на 20% на 12% на фоне безотвального рыхления.

Наибольшее увеличение массы подвижного гумуса в пахотном слое почвы от посева к уборке подсолнечника отмечено в засушливые 2014, 2015 годы. На вариантах бинарных посевов этот показатель варьировал от 44 до 55%.

Рассматривая содержание подвижного гумуса и его динамику по слоям почвы под подсолнечником, необходимо отметить его равномерное распределение по всему пахотному слою почвы на фоне вспашки. На фоне безотвального рыхления этот показатель в слоях 0-10 и 10-20 см был больше, чем в слое 20-30 см.

Результаты исследований по определению содержания подвижного гумуса в целом по севооборотам показали, что его масса в зернопаропропашном севообороте была 279 мг/100 г почвы на фоне вспашки, а на фоне плоскорезного рыхления достоверно уменьшалась до 268 мг/100 г почвы (табл. 21).

В сидеральном севообороте содержание подвижного гумуса достоверно увеличивалось по сравнению с зернопаропропашным севооборотом как на фоне вспашки, так и на фоне плоскорезного рыхления – соответственно на 12% и на 4%.

В зернотравянопропашном севообороте содержание подвижного гумуса также достоверно увеличивалось по сравнению с зернопаропропашным севооборотом на 19% на фоне вспашки, на фоне плоскорезного рыхления – на 6%, а по сравнению с сидеральным севооборотом – соответственно на 7% и 2%.

6.2. Водорастворимый гумус

Результаты проведенного диссертационного исследования по определению содержания водорастворимого гумуса в стационарном опыте на вариантах с различными парами (чистый, занятый, сидеральный) и культурами севооборотов (озимая пшеница, ячмень, подсолнечник) свидетельствуют, что этот показатель зависит от культур севооборотов, периода вегетации, способов основной обработки почвы, приемов биологизации и слоя почвы (табл. 19, 20, приложение 19).

Содержание водорастворимого гумуса за годы исследований в пахотном слое почвы чистого пара (контроль) составляло 10 мг/100 г почвы на фоне вспашки, а на фоне безотвального рыхления было меньше на 25%.

За период парования до посева озимой пшеницы в пахотном слое почвы чистого пара (контроль) отмечали достоверное увеличение содержания подвижного гумуса на 11 мг/100 г почвы на фоне вспашки и на 41 мг/100 г почвы на фоне плоскорезного рыхления.

При замене чистого пара на сидеральный и занятый в пахотном слое почвы масса водорастворимого гумуса за этот же период достоверно увеличилась соответственно на фоне вспашки на 71% и 201%, а на фоне плоскорезного рыхления – на 65 и 75%.

Таблица 19 – Содержание водорастворимого гумуса в слое почвы 0-30 см под культурами севооборотов в зависимости от предшественников и способов основной обработки почвы, мг/100 г почвы (среднее за 2014-2016 гг.)

Варианты опыта	Срок отбора			Среднее	По отношению к контролю, %
	1	2	3		
Предшественники озимых (1 – отрастание, 2 – колошение, 3 – перед посевом озимых)					
Пар чистый (контроль)	<u>9</u>	<u>13</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>100</u>
	11	16	12	13	125
Сидеральный пар (донник желтый)	<u>13</u>	<u>18</u>	<u>22</u>	<u>18</u>	<u>171</u>
	14	16	21	17	165
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>13</u>	<u>23</u>	<u>26</u>	<u>21</u>	<u>201</u>
	12	19	23	18	175
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – колошение, 3 – уборка)					
Пар чистый (контроль)	<u>22</u>	<u>24</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>100</u>
	20	24	22	22	98
Сидеральный пар (донник желтый)	<u>24</u>	<u>25</u>	<u>29</u>	<u>26</u>	<u>115</u>
	20	25	25	24	105
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>23</u>	<u>32</u>	<u>34</u>	<u>30</u>	<u>132</u>
	20	29	31	27	119
Ячмень (1 – посев, 2 – колошение, 3 – уборка)					
Озимая пшеница (по чистому пару)	<u>18</u>	<u>23</u>	<u>17</u>	<u>19</u>	<u>100</u>
	19	24	20	21	109
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни	<u>23</u>	<u>27</u>	<u>26</u>	<u>26</u>	<u>133</u>
	21	25	22	23	117
Озимая пшеница (по сидеральному пару)	<u>25</u>	<u>32</u>	<u>30</u>	<u>29</u>	<u>150</u>
	22	28	27	26	133
Подсолнечник (1 – посев, 2 – цветение, 3 – уборка)					
Одновидовой посев (контроль)	<u>14</u>	<u>17</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>100</u>
	11	14	11	12	83
Бинарный посев с донником	<u>24</u>	<u>29</u>	<u>22</u>	<u>25</u>	<u>168</u>
	20	25	19	21	144
Бинарный посев с люцерной синей	<u>26</u>	<u>30</u>	<u>24</u>	<u>27</u>	<u>180</u>
	24	23	19	22	149

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см;
под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Полученные данные по распределению водорастворимого гумуса и его динамике на фоне вспашки под различными видами паров свидетельствуют о его равномерном распределении по всему пахотному слою. На фоне плоскорезного рыхления его содержание в слоях 0-10 и 10-20 см было больше, чем в слое 20-30 см.

Таблица 20 – Содержание водорастворимого гумуса в пахотном слое почвы под культурами севооборотов в зависимости от предшественников и способов основной обработки почвы, мг/100 г почвы

Варианты опыта	Содержание водорастворимого гумуса в годы исследований по фазам вегетации растений											
	2014 г.				2015 г.				2016 г.			
	1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее
Предшественники озимых (1 – отрастание, 2 – колошение, 3 – перед посевом озимых)												
Пар чистый (контроль)	$\frac{8}{10}$	$\frac{12}{13}$	$\frac{7}{10}$	$\frac{9}{11}$	$\frac{10}{14}$	$\frac{16}{20}$	$\frac{10}{14}$	$\frac{12}{16}$	$\frac{8}{10}$	$\frac{12}{14}$	$\frac{10}{11}$	$\frac{11}{12}$
Сидеральный донниковый пар	$\frac{12}{11}$	$\frac{18}{16}$	$\frac{21}{21}$	$\frac{19}{16}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{20}{17}$	$\frac{24}{22}$	$\frac{20}{18}$	$\frac{11}{15}$	$\frac{16}{16}$	$\frac{21}{20}$	$\frac{16}{17}$
Занятый пар (люцерна синяя)	$\frac{12}{10}$	$\frac{20}{17}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{19}{17}$	$\frac{15}{12}$	$\frac{25}{21}$	$\frac{26}{24}$	$\frac{22}{19}$	$\frac{12}{13}$	$\frac{24}{20}$	$\frac{28}{22}$	$\frac{21}{18}$
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – колошение, 3 – уборка)												
Пар чистый (контроль)	$\frac{20}{20}$	$\frac{17}{22}$	$\frac{23}{27}$	$\frac{20}{23}$	$\frac{26}{22}$	$\frac{30}{28}$	$\frac{22}{19}$	$\frac{26}{23}$	$\frac{20}{19}$	$\frac{25}{21}$	$\frac{20}{20}$	$\frac{22}{20}$
Сидеральный донниковый пар	$\frac{21}{20}$	$\frac{24}{21}$	$\frac{30}{25}$	$\frac{25}{23}$	$\frac{30}{20}$	$\frac{24}{27}$	$\frac{30}{25}$	$\frac{28}{24}$	$\frac{21}{21}$	$\frac{26}{28}$	$\frac{28}{26}$	$\frac{25}{25}$
Занятый пар (люцерна синяя)	$\frac{22}{19}$	$\frac{26}{25}$	$\frac{33}{31}$	$\frac{27}{25}$	$\frac{24}{20}$	$\frac{36}{34}$	$\frac{33}{30}$	$\frac{31}{28}$	$\frac{24}{22}$	$\frac{33}{29}$	$\frac{36}{32}$	$\frac{31}{25}$
Ячмень (1 – посев, 2 – колошение, 3 – уборка)												
Озимая пшеница (по чистому пару)	$\frac{17}{15}$	$\frac{19}{22}$	$\frac{15}{20}$	$\frac{17}{19}$	$\frac{20}{23}$	$\frac{29}{26}$	$\frac{20}{20}$	$\frac{23}{23}$	$\frac{17}{20}$	$\frac{22}{25}$	$\frac{15}{19}$	$\frac{18}{21}$
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной	$\frac{21}{20}$	$\frac{24}{21}$	$\frac{30}{25}$	$\frac{25}{23}$	$\frac{30}{28}$	$\frac{32}{31}$	$\frac{25}{22}$	$\frac{29}{27}$	$\frac{19}{15}$	$\frac{26}{22}$	$\frac{24}{20}$	$\frac{23}{19}$
Озимая пшеница (по сидеральному пару)	$\frac{22}{19}$	$\frac{26}{25}$	$\frac{33}{31}$	$\frac{27}{25}$	$\frac{33}{29}$	$\frac{39}{34}$	$\frac{30}{27}$	$\frac{34}{30}$	$\frac{20}{17}$	$\frac{30}{26}$	$\frac{28}{24}$	$\frac{26}{22}$
Подсолнечник (1 – посев, 2 – цветение, 3 – уборка)												
Одновидовой посев (контроль)	$\frac{11}{9}$	$\frac{14}{13}$	$\frac{14}{11}$	$\frac{13}{11}$	$\frac{15}{12}$	$\frac{19}{17}$	$\frac{14}{13}$	$\frac{16}{14}$	$\frac{15}{12}$	$\frac{18}{13}$	$\frac{13}{10}$	$\frac{16}{12}$
Бинарный посев с донником	$\frac{19}{18}$	$\frac{21}{22}$	$\frac{17}{17}$	$\frac{19}{19}$	$\frac{27}{22}$	$\frac{35}{29}$	$\frac{25}{21}$	$\frac{29}{20}$	$\frac{25}{19}$	$\frac{30}{24}$	$\frac{24}{20}$	$\frac{26}{21}$
Бинарный посев с люцерной	$\frac{16}{15}$	$\frac{23}{20}$	$\frac{18}{16}$	$\frac{19}{17}$	$\frac{33}{24}$	$\frac{35}{30}$	$\frac{28}{21}$	$\frac{32}{25}$	$\frac{28}{32}$	$\frac{33}{20}$	$\frac{26}{20}$	$\frac{29}{24}$

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см; под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Таблица 21 – Содержание подвижных форм гумуса в пахотном слое почвы под культурами севооборотов в зависимости от различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы (среднее за 2014-2016 гг.), мг/100 г почвы

Варианты опыта	Культуры севооборотов				Среднее	
	Пар	Озимая пшеница	Ячмень	Подсолнечник	по севообороту	% от среднего
Щелочерастворимый гумус						
1. Чистый пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник	<u>269</u>	<u>283</u>	<u>268</u>	<u>295</u>	<u>279</u>	<u>100</u>
	260	271	272	270	268	98
2. Донник 2-го года жизни – озимая пшеница – ячмень + горчица сарептская (пожнивно) – бинарный посев подсолнечника с донником 1-го года жизни	<u>292</u>	<u>319</u>	<u>285</u>	<u>331</u>	<u>306</u>	<u>112</u>
	275	291	264	308	284	104
3. Люцерна 2-го года жизни – бинарный посев озимой пшеницы и люцерны 3-го года жизни – ячмень + горчица сарептская (пожнивно) – бинарный посев подсолнечника с люцерной 1-го года жизни	<u>311</u>	<u>364</u>	<u>284</u>	<u>347</u>	<u>326</u>	<u>119</u>
	280	346	230	324	297	106
Водорастворимый гумус						
1. Чистый пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник	<u>10</u>	<u>24</u>	<u>20</u>	<u>15</u>	<u>17</u>	<u>100</u>
	13	22	22	13	19	111
2. Донник 2-го года жизни – озимая пшеница – ячмень + горчица сарептская (пожнивно) – бинарный посев подсолнечника с донником 1-го года жизни	<u>18</u>	<u>26</u>	<u>22</u>	<u>22</u>	<u>22</u>	<u>129</u>
	17	24	23	21	21	123
3. Люцерна 2-го года жизни – бинарный посев озимой пшеницы и люцерны 3-го года жизни – ячмень + горчица сарептская (пожнивно) – бинарный посев подсолнечника с люцерной 1-го года жизни	<u>21</u>	<u>29</u>	<u>25</u>	<u>26</u>	<u>26</u>	<u>153</u>
	18	26	27	23	21	123

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см; под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Биомассы сидерата и растительные остатки занятого пара после разложения способствовали образованию водорастворимого гумуса. В результате этих процессов в пахотном слое почвы повышалось содержание водорастворимого гумуса к посеву озимой пшеницы (табл. 19, 20, приложение 19).

Установлено, что за годы исследований в пахотном слое почвы под озимой пшеницей на фоне вспашки масса водорастворимого гумуса составляла 23 мг/100 г почвы, а на фоне безотвального рыхления была на 2% меньше.

За период вегетации от посева до колошения масса подвижного гумуса имела тенденцию к повышению, а к уборке озимой пшеницы на вариантах ее одновидового посева в пахотном слое почвы отмечали тенденцию уменьшения содержания водорастворимого гумуса.

При посеве озимой пшеницы по сидеральному донниковому пару количество водорастворимого гумуса увеличивалось на 15% на фоне вспашки и на 5% на фоне плоскорезного рыхления. В бинарном посеве озимой пшеницы с люцерной синей 3-го года жизни масса водорастворимого гумуса увеличилась на 32% на фоне вспашки и на 19% на фоне безотвального рыхления.

За период от посева к уборке озимой пшеницы наибольшее повышение содержания водорастворимого гумуса в пахотном слое почвы отмечено в засушливые 2014, 2015 годы на вариантах бинарного посева.

На распределение водорастворимого гумуса и его динамику в течение всего периода вегетации озимой пшеницы оказывали влияние способы обработки почвы. Вспашка обеспечивала равномерное распределение по всему пахотному слою этой фракции, а на фоне плоскорезного рыхления масса водорастворимого гумуса в слоях 0-10 и 10-20 см была больше, чем в слое 20-30 см.

Разложение негумифицированных растительных остатков после уборки озимой пшеницы повышало массу водорастворимого гумуса в пахотном слое почвы под ячменем.

Установлено, что за годы исследований в пахотном слое почвы под ячменем масса водорастворимого гумуса составляла 19 мг/100 г почвы на фоне вспашки, а на фоне безотвального рыхления была на 9% выше (табл. 19, 20, приложение 19).

При посеве ячменя в сидеральном севообороте масса водорастворимого гумуса увеличивалась на 33% на фоне вспашки и на 17% на фоне плоскорезного рыхления.

При посеве ячменя в зернотравянопропашном севообороте содержание водорастворимого гумуса увеличивалось на 32% на фоне вспашки и на 19% на фоне плоскорезного рыхления.

Самое большое увеличение содержания водорастворимого гумуса в пахотном слое почвы за период от посева к уборке ячменя отмечено в засушливые 2014, 2015 годы на вариантах бинарных посевов, где оно варьировало от 33 до 50%.

Рассматривая содержание водорастворимого гумуса и его динамику по слоям почвы под ячменем, следует отметить, что он равномерно распределялся по всему пахотному слою почвы на фоне вспашки. На фоне безотвального рыхления его количество в слоях 0-10 и 10-20 см было большее, чем в слое 20-30 см.

Сезонная динамика водорастворимого гумуса в пахотном слое почвы под подсолнечником (табл. 19, 20, приложение 19) зависит от способа основной обработки почвы, приемов биологизации, периода вегетации и слоя почвы.

Установлено, что за годы исследований в пахотном слое почвы под подсолнечником масса водорастворимого гумуса составляла 15 мг/100 г почвы на фоне вспашки, а на фоне безотвального рыхления была на 17% меньше.

При посеве подсолнечника в сидеральном севообороте масса водорастворимого гумуса увеличивалась на 68% на фоне вспашки, а на фоне плоскорезного рыхления – на 44%.

При посеве подсолнечника в зернотравянопропашном севообороте содержание водорастворимого гумуса увеличивалось на 50% на фоне вспашки и на 33% на фоне плоскорезного рыхления.

Самое большое увеличение содержания водорастворимого гумуса в пахотном слое почвы от посева к уборке подсолнечника отмечено в засушливые 2014, 2015 годы на вариантах бинарных посевов, где оно варьировало от 44 до 55%.

Анализ данных по содержанию водорастворимого гумуса и его динамике по слоям почвы под подсолнечником показал, что он равномерно распределялся по всему пахотному слою почвы на фоне последствий вспашки, а на фоне последствий безотвального рыхления его количество в слоях 0-10 и 10-20 см было больше, чем в слое 20-30 см.

Результаты исследований по определению содержания водорастворимого гумуса в целом по севооборотам (табл. 21) показали, что его масса в зернопаропропашном севообороте на фоне вспашки составляла 17 мг/100 г почвы, а на фоне безотвального рыхления достоверно увеличивалась на 11%.

В сидеральном севообороте содержание водорастворимого гумуса достоверно повышалось по сравнению с зернопаропропашным севооборотом на 29% на фоне вспашки и на 23% на фоне безотвального рыхления.

В зернотравянопропашном севообороте масса водорастворимого гумуса увеличивалась по сравнению с зернопаропропашным севооборотом на 53% на фоне вспашки и на 23% на фоне плоскорезного рыхления, а по сравнению с сидеральным севооборотом – на 24% на обоих фонах.

7 УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ И СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В опубликованной научной литературе последних лет приводятся различные мнения исследователей о влиянии приемов биологизации на урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур: данные одних ученых подтверждают положительное влияние приемов биологизации (замена чистого пара на сидеральный, занятый, использование бинарных посевов), в то время как другие свидетельствуют об обратном [42, 163, 165].

Проведенными исследованиями определено, что потенциальное плодородие чернозема типичного обеспечивало следующие значения продуктивности культур (в среднем за 2014-2016 гг.) зернопропашного севооборота на фоне вспашки и на фоне безотвального рыхления: озимая пшеница – соответственно 3,80 и 3,51 т/га, ячмень – 2,79 и 2,61 т/га, подсолнечник – 2,48 и 2,36 т/га (табл. 22).

В сидеральном севообороте урожайность озимой пшеницы снижалась на 0,20 т/га на фоне вспашки, в то время как показатели урожайности ячменя и подсолнечника на этом же фоне повышались соответственно на 0,15 и 0,14 т/га. Замена вспашки на безотвальное рыхление в этом же севообороте снижала урожай зерна озимой пшеницы на 0,16 т/га и повышала урожай ячменя и подсолнечника соответственно на 0,15 и 0,09 т/га.

В зернотравянопропашном севообороте урожай зерна озимой пшеницы снижался по сравнению с зернопаропропашным севооборотом на 0,17 т/га на фоне вспашки, при этом показатели урожайности ячменя и подсолнечника на этом же фоне повышались на 0,60 и 0,30 т/га; на фоне безотвального рыхления урожайность озимой пшеницы снижалась на 0,12 т/га, а ячменя и подсолнечника – повышалась соответственно на 0,54 и 0,22 т/га. Это связано с тем, что люцерна, развиваясь в одном рядке с подсолнечником, способствует более рациональному расходу в почве доступной влаги [128].

Таблица 22 – Урожайность культур севооборотов в зависимости от различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы

Вид севооборота	Схема севооборотов	Урожайность культур по годам, т/га			Среднее по культурам		По севообороту, т/га к. е. всего	По отношению к контролю, %
		2014	2015	2016	т/га	т/га к. е.		
Зернопаро-пропашной	Чистый пар	-	-	-	-	-	<u>11,56</u> 10,84	<u>100</u> 94
	Озимая пшеница	<u>3,51</u> 3,12	<u>4,25</u> 4,00	<u>3,65</u> 3,40	<u>3,80</u> 3,51	<u>4,10</u> 3,80		
	Ячмень	<u>3,28</u> 3,02	<u>2,05</u> 1,95	<u>3,05</u> 2,86	<u>2,79</u> 2,61	<u>3,29</u> 3,08		
	Подсолнечник	<u>2,53</u> 2,49	<u>2,29</u> 2,33	<u>2,61</u> 2,25	<u>2,48</u> 2,36	<u>4,17</u> 3,96		
Сидеральный	Сидеральный пар	<u>9,85</u> 9,66	<u>8,65</u> 8,24	<u>8,15</u> 7,45	<u>8,88</u> 8,45	<u>1,78</u> 1,69	<u>13,52</u> 12,69	<u>117</u> 110
	Озимая пшеница	<u>3,23</u> 3,00	<u>3,85</u> 3,54	<u>3,72</u> 3,50	<u>3,60</u> 3,35	<u>3,89</u> 3,62		
	Ячмень	<u>3,34</u> 3,12	<u>2,27</u> 2,08	<u>3,20</u> 3,08	<u>2,94</u> 2,76	<u>3,45</u> 3,26		
	Подсолнечник	<u>2,58</u> 2,61	<u>2,53</u> 2,44	<u>2,75</u> 2,31	<u>2,62</u> 2,45	<u>4,40</u> 4,12		
Зернотравяно-пропашной	Занятый пар	<u>13,10</u> 12,40	<u>11,77</u> 11,05	<u>12,30</u> 11,40	<u>12,40</u> 11,60	<u>2,48</u> 2,32	<u>15,07</u> 14,03	<u>130</u> 121
	Озимая пшеница	<u>3,10</u> 2,91	<u>3,90</u> 3,55	<u>3,88</u> 3,70	<u>3,63</u> 3,39	<u>3,92</u> 3,66		
	Ячмень	<u>3,42</u> 3,21	<u>3,45</u> 3,15	<u>3,30</u> 3,08	<u>3,39</u> 3,15	<u>4,00</u> 3,72		
	Подсолнечник	<u>2,88</u> 2,75	<u>2,64</u> 2,54	<u>2,81</u> 2,44	<u>2,78</u> 2,58	<u>4,67</u> 4,33		
НСР ₀₅	Озимая пшеница	0,08	0,31	0,12				
	Ячмень	0,14	0,13	0,10				
	Подсолнечник	0,12	0,13	0,10				

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см;
под чертой – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

При анализе продуктивности севооборотов необходимо правильно подобрать критерий оценки. Оценка севооборотов с бинарными посевами целесообразнее проводить посредством перевода полученной продукции от культур в кормовые единицы (коэффициенты перевода: озимая пшеница – 1,08, ячмень – 1,18, подсолнечник – 1,68, многолетние бобовые травы на зеленый корм – 0,2).

Исследования показали (табл. 22), что зернопаропропашной севооборот обеспечил выход 11,56 т/га к. е. на фоне вспашки и 10,84 т/га к. е. на фоне безотвального рыхления.

Сидеральный севооборот обеспечил выход 13,52 т/га к. е. на фоне вспашки и 12,69 т/га к. е. на фоне безотвального рыхления, что превышало показатели зернопаропропашного севооборота на 17% на фоне вспашки и на 10% на фоне безотвального рыхления.

Зернотравянопропашной севооборот обеспечивал выход продукции 15,07 т/га к. е. на фоне вспашки и 14,03 т/га к. е. на фоне безотвального рыхления. Повышение урожая на этих же фонах составило соответственно 30 и 21% по сравнению с зернопаропропашным и 13 и 11% по сравнению с сидеральными севооборотами.

Таким образом, зернотравянопропашной севооборот (люцерна 2-го года жизни – бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни – ячмень + горчица сарептская пожнивно – бинарный посев подсолнечника с люцерной 1-го года жизни) обеспечивал наибольший выход продукции по сравнению с зернопаропропашным и сидеральными севооборотами.

8 ЛАБИЛЬНОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТОВ

В результате исследований были установлено минимальное, оптимальное и максимальное значения массы лабильного органического вещества в слое почвы 0-30 см под культурами звеньев севооборотов – озимой пшеницы, ячменя и подсолнечника.

При этом при оптимальном содержании лабильного органического вещества обеспечивается высокий урожай возделываемых культур. При минимальном содержании урожайность культур звена севооборота, даже при внесении более высоких доз минеральных и органических удобрений.

При прохождении второй ротации севооборотов с бинарными посевами проведенными исследованиями определено оптимальное содержание детрита под культурами звеньев севооборотов (рис. 3).

При определении оптимальных параметров главным фактором является химический состав детрита – содержание азота и углерода, а также соотношение углерода к азоту. От этих показателей зависит скорость разложения детрита и выделение в почву доступных питательных веществ, необходимых для роста и развития растений.

Исследования показали, что для озимой пшеницы оптимально содержание детрита должно быть 0,14%, при таком значении урожай зерна озимой пшеницы возрастает до 48 ц/га. При массе детрита более 0,14% урожайность этой культуры снижается. По нашему мнению, это связано с тем, что изменяется химический состав детрита, который содержит меньше азота и имеет более широкое соотношение углерода к азоту, поэтому в почву поступает меньше питательных веществ, необходимых для роста и развития растений. Необходимо дополнительно вносить удобрения (например, пожнивной сидерат, бинарный посев озимой пшеницы с многолетними бобовыми травами), для того чтобы скорость разложения детрита увеличивалась и в почву поступало больше питательных веществ, необходимых для роста и развития этой культуры.

Данные результаты диссертационного исследования согласуются с ранее опубликованными, полученными в экспериментах других ученых [41, 42, 83].

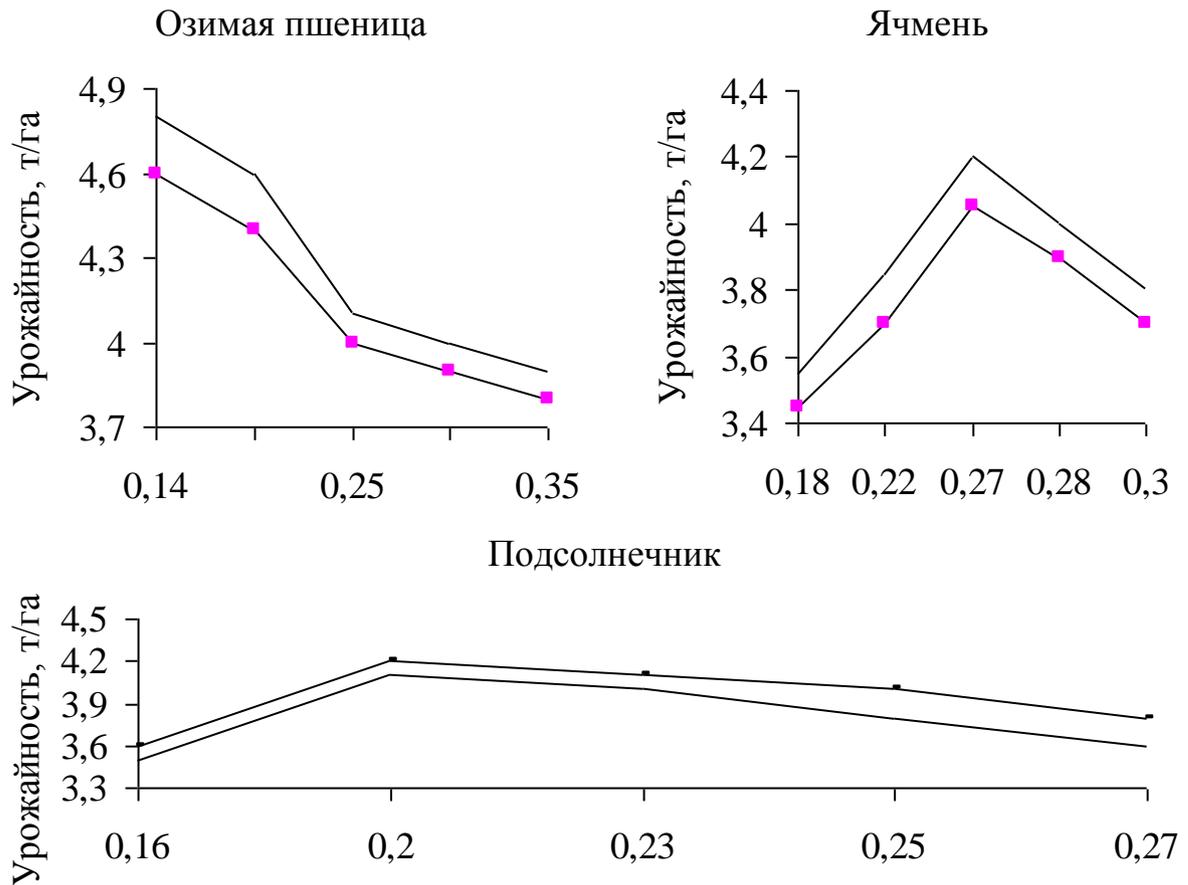


Рисунок 3 – Содержание детрита и урожайность культур севооборотов (среднее за 2014-2016 гг.): линия выше – вспашка на глубину 20-22 см; линия ниже – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Определение оптимальных параметров содержания детрита в пахотном слое почвы под ячменем показало, что если его содержание варьирует от 0,18 до 0,27%, то урожайность этой культуры возрастает от 35 до 42 ц/га.

При содержании детрита в пахотном слое почвы более 0,27% урожайность ячменя начинает снижаться. Необходимо дополнительно вносить азотные минеральные удобрения, для того чтобы скорость разложения детрита увеличивалась и в почву поступало больше питательных веществ, необходимых для роста и развития этой культуры. Результаты диссертационного исследования согласуются с ранее опубликованными данными, полученными в экспериментах других ученых, определявших оптимальные показатели содержа-

ния детрита в пахотном слое почвы под различными культурами севооборотов [22, 30, 41, 42, 64, 116, 165, 169].

Определение оптимальных параметров массы детрита в пахотном слое под подсолнечником на фоне вспашки и безотвального рыхления почвы показало, что если его масса варьирует от 0,16 до 0,27%, то урожай маслосемян подсолнечника возрастает с 36 до 42 ц/га.

При массе детрита в пахотном слое почвы более 0,2% урожайность подсолнечника снижается. Необходимо дополнительно использовать приемы биологизации, например, пожнивную сидерацию, для того чтобы скорость разложения детрита увеличивалась и в почву поступало больше питательных веществ, необходимых для роста и развития этой масличной культуры.

Анализ урожайных данных показал, что в стационарном опыте при использовании различных приемов биологизации и способов обработки почвы минимальные параметры содержания подвижного (растворимого в 0,1 N NaOH) гумуса в пахотном слое почвы под культурами севооборотов были следующие (рис. 4):

- для озимой пшеницы – до 0,294%, при содержании подвижного гумуса в пахотном слое почвы более 0,29% урожайность этой культуры снижается;
- для ячменя – от 0,31 до 0,34%, минимальное содержание в пахотном слое почвы не установлено;
- для подсолнечника – до 0,37%, при содержании подвижного гумуса в пахотном слое почвы более 0,37% урожайность этой масличной культуры снижается.

Оптимальные параметры содержания водорастворимого гумуса в пахотном слое почвы под культурами севооборотов были следующие (рис. 5):

- под озимой пшеницей – не менее 0,012%, при содержании водорастворимого гумуса в пахотном слое почвы более 0,012% урожайность этой культуры снижается;
- для ячменя – от 0,017 до 0,035%, в этом интервале урожайность ячменя

возрастает от 30 до 42 ц/га, минимальное содержание в пахотном слое почвы не установлено;

- для подсолнечника – до 0,013%, при содержании водорастворимого гумуса в пахотном слое почвы более 0,013% урожайность этой масличной культуры снижается.

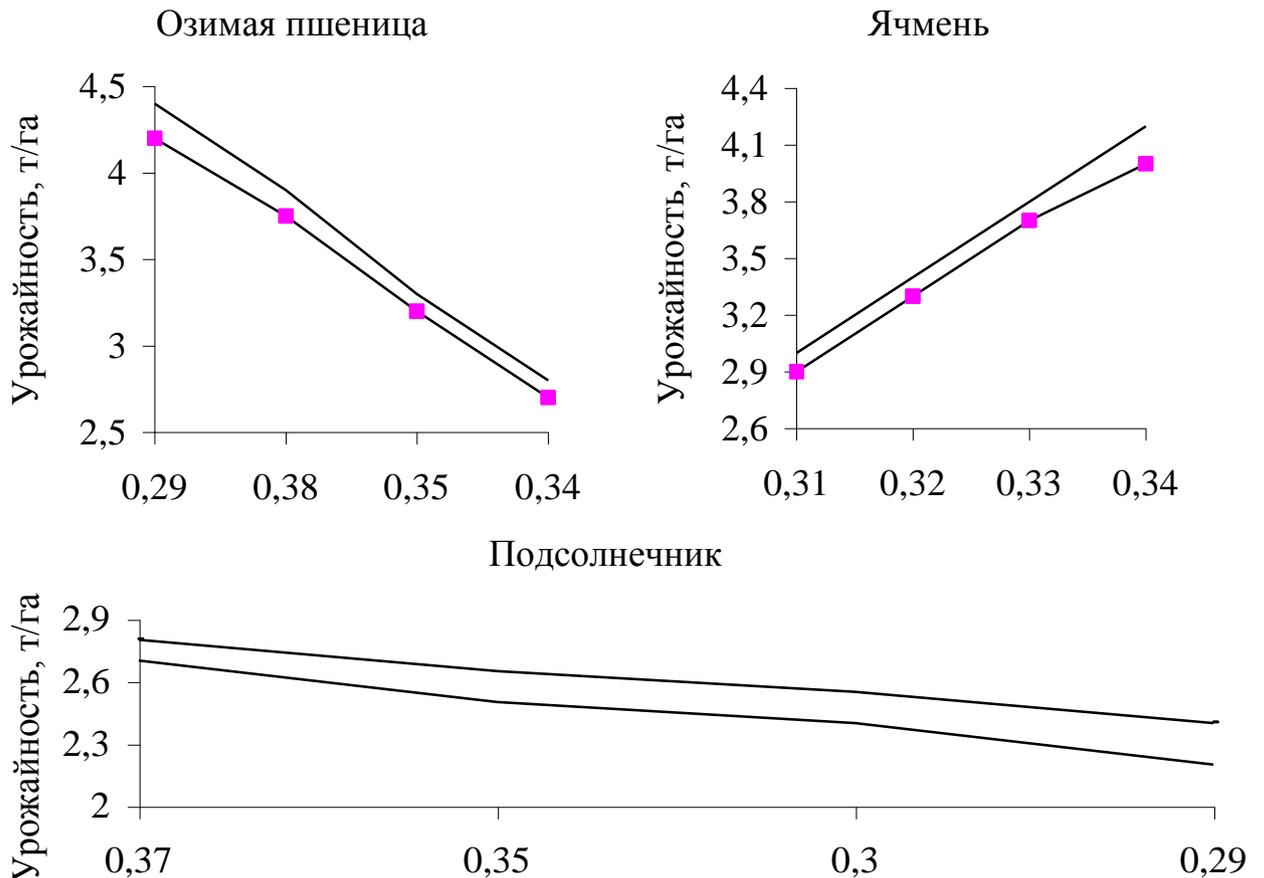


Рисунок 4 – Содержание щелочерастворимого гумуса и урожайность культур севооборота (среднее за 2014-2016 гг.):
 линия выше – вспашка на глубину 20-22 см;
 линия ниже – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Для повышения урожая возделываемых сельскохозяйственных культур необходимо знать содержание оптимальной массы в пахотном слое почвы лабильных форм органического вещества, особенно детрита. Эти параметры необходимы при мониторинге плодородия черноземных почв каждого хозяйства независимо от формы собственности на землю.

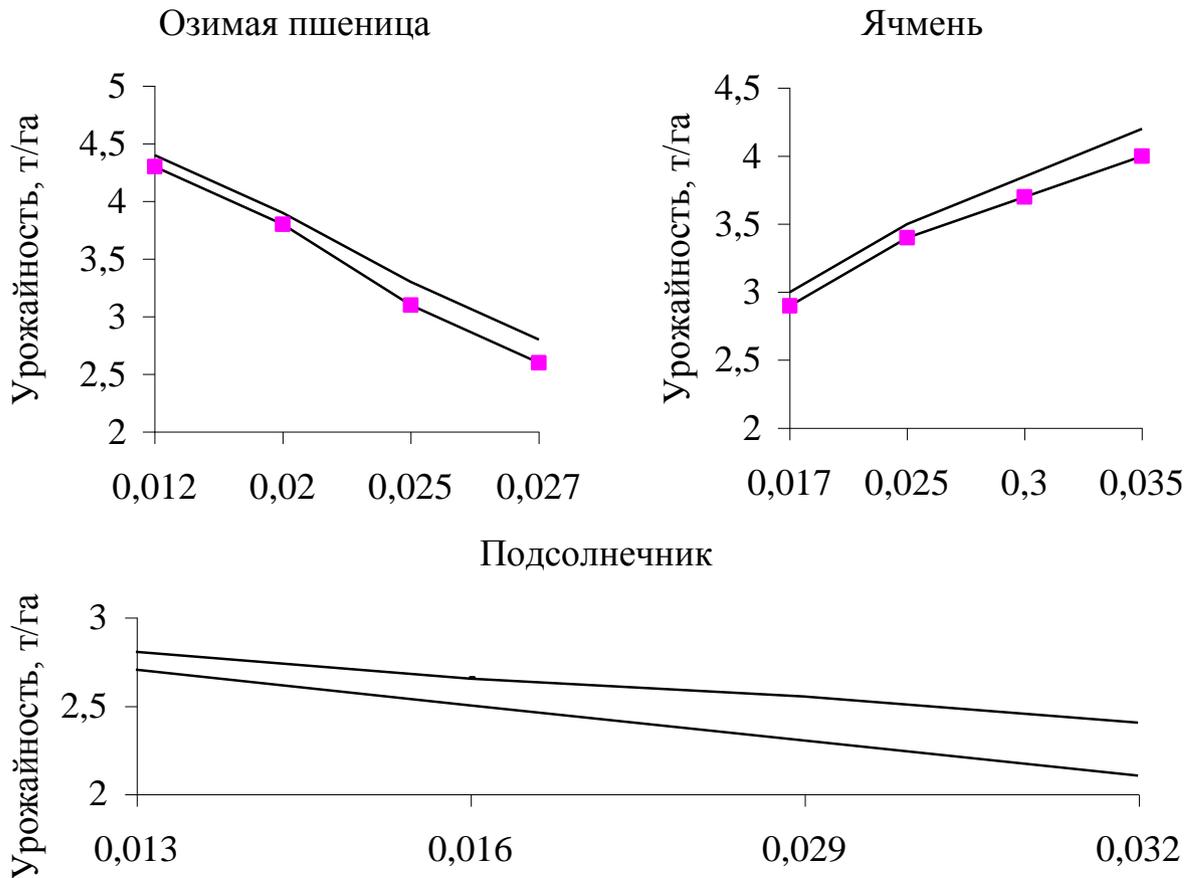


Рисунок 5 – Содержание водорастворимого гумуса и урожайность культур севооборота (среднее за 2014-2016 гг.):
 линия выше – вспашка на глубину 20-22 см;
 линия ниже – безотвальное рыхление на глубину 20-22 см

Основная задача мониторинга плодородия черноземных почв заключается в выявлении изменений и оценки состояния плодородия земель. Если установлено снижение содержания лабильного органического вещества, необходимо оценить причиненный ущерб от нерационального использования черноземных почв, а затем разработать и предложить мероприятия для устранения имеющихся недостатков.

В настоящее время одним из критериев снижения плодородия почв является содержание общего гумуса. Для того чтобы выявить уменьшение или увеличение его содержания, потребуются данные за несколько десятков лет. Для определения уменьшения или увеличения лабильных форм, например детрита, необходимы данные за несколько лет. В связи с этим необходимо в

каждом хозяйстве, независимо от форм собственности, определить содержание гумуса и разработать способы его повышения. Это особенно важно в настоящее время при высоких ценах на удобрения, горючее. Поэтому необходимо особое внимание обратить на содержание и химический состав детрита. Используя установленные нами оптимальные параметры можно регулировать его содержание в почве.

В исследованиях установлено, что регулировать количество и состав детрита можно за счет:

- замены части чистого пара на сидеральный или занятый,
- посева промежуточных культур,
- запаски излишков не кормовой соломы,
- использования бинарных посевов озимой пшеницы и подсолнечника с многолетними бобовыми травами (люцерна, донник).

Необходимо также оптимизировать отношение углерода к азоту в составе детрита. Если оно будет более 25-30, то при этом медленнее будет разложение с поглощением азота почвы, и питательные вещества будут поступать к растениям в недостаточном количестве. Усилить разложение можно за счет пожнивной сидерации и бинарных посевов культур с многолетними бобовыми травами. Если же соотношение углерода к азоту будет менее 20, то это обеспечит быстрое разложение с выделением достаточно большого количества питательных веществ, часть из которых может теряться. Для предотвращения таких потерь следует вносить органические остатки, содержащие много углерода (например, солому) и меньше азота, что позволит замедлить процессы разложения.

Результаты проведенного диссертационного исследования согласуются с выводами многих ученых (Н.И. Зезюков [64], А.В. Дедов [42], В.В. Верзилин [22], Б.А. Сотников [165], Г.Г. Тарабрина [169], М.А. Несмеянова [128+] и др.).

9 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗУЧАЕМЫХ ФАКТОРОВ

9.1 Экономическая эффективность

При планировании технологии возделывания сельскохозяйственных культур, которая включает использование удобрений, средств защиты растений и т. д., необходимо произвести расчет экономической эффективности. Цель расчета экономической эффективности состоит в том, чтобы определить, как с помощью имеющихся у предприятия ресурсов получать продукцию с низкой себестоимостью при высоком уровне рентабельности.

Результаты расчетов показали различную экономическую эффективность вариантов стационарного опыта под парами (чистый, занятый, сидеральный), озимой пшеницей, ячменем, подсолнечником в зависимости от возделываемых культур и вида севооборотов (табл. 23).

При посеве озимой пшеницы после чистого пара стоимость основной продукции на варианте применения вспашки была 38,0 тыс. руб./га, производственные затраты составляли 10,2 тыс. руб./га, себестоимость продукции – 2,68 тыс. руб./т, условно чистый доход – 27,8 тыс. руб., уровень рентабельности – 272,5%.

Посев озимой пшеницы после чистого пара на варианте применения плоскорезной обработки почвы снижал стоимость основной продукции на 3,0 тыс. руб./га и производственные затраты на 0,4 тыс. руб./га. При этом себестоимость продукции повышалась на 0,9 тыс. руб./т. Условно чистый доход был ниже на 2,6 тыс. руб., уровень рентабельности – на 15,4%.

Посев озимой пшеницы после донникового сидерального пара на варианте применения вспашки снижал стоимость основной продукции на 2,0 тыс. руб./га, производственные затраты – на 1,0 тыс. руб./га, себестоимость продукции – на 0,13 тыс. руб./т. При этом условно чистый доход и уровень рентабельности были такими же, как и у варианта использования плоскорезной обработки почвы.

Таблица 23 – Экономическая эффективность возделывания культур севооборотов в зависимости от различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы (среднее за 2014-2016 гг.)

Вид севооборота	Схема севооборотов	Показатели					
		Урожайность, т/га	Стоимость основной продукции, тыс. руб./ га	Производственные затраты, тыс. руб./га	Себестоимость продукции, тыс. руб./т	Условно чистый доход, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %
Зернопаро-пропашной	Чистый пар (контроль)	-	-	-	-	-	-
	Озимая пшеница	<u>3,80</u>	<u>38,0</u>	<u>10,2</u>	<u>2,68</u>	<u>27,80</u>	<u>272,5</u>
		3,51	35,0	9,8	2,79	25,20	257,1
	Ячмень	<u>2,79</u>	<u>25,1</u>	<u>9,7</u>	<u>2,79</u>	<u>15,40</u>	<u>158,7</u>
2,61		23,49	9,6	2,61	13,89	144,6	
Подсолнечник	<u>2,48</u>	<u>2,48</u>	<u>6,2</u>	<u>2,48</u>	<u>33,48</u>	<u>540</u>	
	2,36	2,36	6,0	2,36	31,76	529	
Всего по севообороту		<u>3,02</u>	<u>35,27</u>	<u>8,7</u>	<u>2,88</u>	<u>26,57</u>	<u>305</u>
		2,83	33,03	8,5	3,00	24,53	288
Сидеральный	Сидеральный пар	-	-	-	-	-	-
	Озимая пшеница	<u>3,60</u>	<u>36,0</u>	<u>9,2</u>	<u>2,55</u>	<u>27,80</u>	<u>272,5</u>
		3,35	33,5	9,0	2,68	25,20	257,1
	Ячмень	<u>2,94</u>	<u>26,5</u>	<u>9,7</u>	<u>2,79</u>	<u>15,40</u>	<u>158,7</u>
2,76		24,84	9,6	2,61	13,89	144,6	
Подсолнечник	<u>2,62</u>	<u>41,92</u>	<u>6,2</u>	<u>2,48</u>	<u>33,48</u>	<u>540</u>	
	2,45	39,20	6,0	2,36	31,76	529	
Всего по севообороту		<u>3,05</u>	<u>35,27</u>	<u>8,36</u>	<u>2,74</u>	<u>26,91</u>	<u>321</u>
		2,85	33,03	8,20	2,87	24,83	303
Зерногравяно-пропашной	Занятый пар	-	-	-	-	-	-
	Озимая пшеница	<u>3,80</u>	<u>36,3</u>	<u>9,1</u>	<u>2,86</u>	<u>27,80</u>	<u>272,5</u>
		3,51	33,9	9,0	2,92	25,20	257,1
	Ячмень	<u>2,79</u>	<u>30,51</u>	<u>8,8</u>	<u>3,04</u>	<u>15,40</u>	<u>158,7</u>
2,61		28,35	8,7	3,21	13,89	144,6	
Подсолнечник	<u>2,48</u>	<u>44,48</u>	<u>6,2</u>	<u>2,27</u>	<u>33,48</u>	<u>540</u>	
	2,36	41,27	6,1	2,40	31,76	529	
Всего по севообороту		<u>3,02</u>	<u>38,16</u>	<u>8,03</u>	<u>2,45</u>	<u>30,13</u>	<u>375</u>
		2,83	35,48	7,9	2,6	27,58	349

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см;
под чертой – безотвальное рыхление на 20-22 см

Посев озимой пшеницы по донниковому сидеральному пару на варианте применения плоскорезной обработки почвы снижал стоимость основной продукции на 1,5 тыс. руб./га, производственные затраты – на 0,8 тыс. руб./га, себестоимость продукции – на 0,11 тыс. руб./т. При этом условно чистый доход и уровень рентабельности были такими же, как и у варианта использования плоскорезной обработки почвы.

Посев озимой пшеницы по занятому пару снижал стоимость основной продукции на варианте применения вспашки на 1,7 тыс. руб./га, производственные затраты – на 1,1 тыс. руб./га. Себестоимость продукции на этом варианте повышалась на 0,18 тыс. руб./т, при тех же условно чистом доходе и уровне рентабельности.

Посев озимой пшеницы по занятому пару на варианте применения плоскорезной обработки почвы снижал стоимость основной продукции на 1,1 тыс. руб./га, производственные затраты – на 0,8 тыс. руб./га. Себестоимость продукции повысилась на 0,19 тыс. руб./т, при тех же условно чистом доходе и уровне рентабельности.

Таким образом, расчет экономической эффективности показал, что озимую пшеницу можно возделывать после чистого, занятого и сидерального паров, так как уровень рентабельности производства продукции и чистый доход на этих вариантах практически одинаковы.

При посеве ячменя в зернопаропропашном севообороте стоимость основной продукции на варианте применения вспашки была 25,1 тыс. руб./га, производственные затраты составляли 9,7 тыс. руб./га, себестоимость продукции – 2,79 тыс. руб./т, условно чистый доход – 15,4 тыс. руб./га, уровень рентабельности – 158,7%.

При посеве ячменя после зернопарового звена (чистый пар – озимая пшеница) на варианте применения плоскорезной обработки почвы стоимость основной продукции снижалась на 1,61 тыс. руб./га, производственные затраты – на 0,1 тыс. руб./га, себестоимость продукции – на 0,1 тыс. руб./т. Услов-

но чистый доход был ниже на 1,51 тыс. руб., уровень рентабельности – на 14,1%.

Посев ячменя в сидеральном севообороте на варианте применения вспашки повышал стоимость основной продукции на 1,4 тыс. руб./ га при тех же производственных затратах и себестоимости продукции, условно чистом доходе и уровне рентабельности. Замена чистого пара на сидеральный на варианте применения плоскорезной обработки почвы повышала стоимость основной продукции на 1,66 тыс. руб./га, снижая производственные затраты на 0,1 тыс. руб./га, себестоимость продукции – на 0,18 тыс. руб./т, при тех же условно чистом доходе и уровне рентабельности.

Посев ячменя в зернотравянопропашном севообороте при замене чистого пара на занятый на варианте применения вспашки увеличивал стоимость основной продукции на 5,41 тыс. руб./га. Производственные затраты уменьшались на 1,1 тыс. руб./га, себестоимость продукции повышалась на 0,25 тыс. руб./т, при тех же условно чистом доходе и уровне рентабельности.

Таким образом, расчет экономической эффективности показал, что ячмень лучше возделывать после занятого пара, так как на этом варианте можно получить самую высокую урожайность этой культуры.

При посеве подсолнечника в зернопаропропашном севообороте после ячменя без пожнивного посева на варианте применения вспашки стоимость основной продукции была 39,68 тыс. руб./ га, производственные затраты составляли 6,2 тыс. руб./га, себестоимость продукции – 2,48 тыс. руб./т, условно чистый доход – 33,48 тыс. руб., уровень рентабельности – 540%.

При посеве подсолнечника после ячменя без пожнивного посева на варианте применения плоскорезной обработки почвы стоимость основной продукции снижалась на 1,92 тыс. руб./га, производственные затраты – на 0,2 тыс. руб./га, себестоимость продукции – на 0,12 тыс. руб./т, условно чистый доход – на 1,72 тыс. руб., уровень рентабельности – на 11%.

Посев подсолнечника в сидеральном севообороте на варианте приме-

ния вспашки повышал стоимость основной продукции на 2,24 тыс. руб./га при тех же производственных затратах и себестоимости продукции, условно чистом доходе, уровне рентабельности. Посев подсолнечника в сидеральном севообороте на варианте применения плоскорезной обработки почвы снижал стоимость основной продукции на 2,72 тыс. руб./га, производственные затраты – на 0,1 тыс. руб./га, себестоимость продукции – на 0,1, тыс. руб./т, условно чистый доход – на 1,72 тыс. руб., уровень рентабельности – на 11% по сравнению с вариантом применения вспашки.

Таким образом, расчет экономической эффективности показал, что подсолнечник лучше возделывать в зернотравянопропашном севообороте.

Высокие показатели (в среднем) экономической эффективности возделывания культур контрольного зернопаропропашного севооборота были получены за счет высокой рентабельности (305-288%) возделывания культур, которая обуславливалась высокой ценой реализации полученной продукции:

- подсолнечник – 16 тыс. руб. за 1 тонну;
- озимая пшеница – 10 тыс. руб. за 1 тонну;
- ячмень – 9 тыс. руб. за 1 тонну.

Расчет экономической эффективности приемов биологизации и способов основной обработки почвы при возделывании культур в различных севооборотах показал (табл. 23), что наиболее высокий уровень рентабельности был на вариантах зернотравянопропашного севооборота на фоне вспашки на глубину 20-22 см – 375%. На фоне плоскорезного рыхления на глубину 20-22 см уровень рентабельности был 349%, что было выше, чем в зернопаропропашном севообороте на этих же фонах обработки соответственно на 70 и 61%.

В сидеральном севообороте, как показал экономический расчет, что самый высокий уровень рентабельности был на фоне вспашки на глубину 20-22 см – 321%, на фоне плоскорезного рыхления на глубину 20-22 см – 303%, что превышало уровень рентабельности зернопаропропашного севооборота на этих же фонах обработки соответственно на 16% и 15%.

9.2 Энергетическая эффективность

При производстве сельскохозяйственной продукции используется большое количество техногенной энергии в виде удобрений, горючего и т. д. По оценкам многих ученых [129, 52], в различных странах на агропромышленный комплекс приходится от 5 до 28-40% общих затрат энергии. Рост численности населения вызывает необходимость увеличивать производство сельскохозяйственной продукции и поэтому необходимо увеличивать затраты энергии, но иногда рост производства сельскохозяйственной продукции не всегда соответствует затратам энергии. Часто увеличение затрат техногенной энергии в сельскохозяйственном производстве окупается меньшей прибавкой энергии, связанной в биомассе урожая.

Следующая проблема сельскохозяйственного производства заключается в том, что увеличение урожайности посевов полевых культур за счет дополнительного вложения энергии необходимо осуществлять при сохранении плодородия почвы. [63, 100, 129]. Поэтому необходим анализ энергоемкости различных агроприемов и технологий в целом. Нужен поиск менее энергоемких технологий при возделывании культур севооборотов. Хозяйства должны учитывать имеющиеся энергетические ресурсы и соизмерять свои возможности при производстве сельскохозяйственной продукции.

Показателем эффективности приемов биологизации и способов основной обработки почвы служит коэффициент энергетической эффективности. Его рассчитывают как отношение выхода энергии с урожаем основной продукцией к затратам техногенной энергии на ее возделывание. При этом принята следующая градация:

- если коэффициент меньше 1, то энергетическая эффективность отсутствует;
- от 1 до 3 – энергетическая эффективность низкая;
- от 3 до 5 – средняя;
- от 5 до 10 – высокая [63].

Анализ энергетической эффективности комплекса приемов биологизации и способов обработки почвы при возделывании культур в различных севооборотах показал (табл. 24), что в зернопаропропашном севообороте (контроль) коэффициент энергетической эффективности без учета плодородия почвы был 11,9 на фоне вспашки и 11,0 на фоне безотвального рыхления.

Таблица 24 – Эффективность затрат энергии при возделывании культур севооборотов в зависимости от различных приемов биологизации и способов основной обработки почвы (среднее за 2014-2016 гг.)

Вид севооборота	Схема севооборотов	Урожайность, т/га	Затраты технической энергии, ГДж/га		Выход энергии с урожаем основной продукции, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности	
			T ₁	T ₂		K ₁	K ₂
Зернопаро-пропашной	Чистый пар (контроль)	-	<u>8,0</u> 8,0	<u>8,0</u> 8,0	-	-	-
	Озимая пшеница	<u>3,80</u> 3,51	<u>4,2</u> 3,7	<u>27,3</u> 27,5	<u>68,7</u> 63,5	<u>16,3</u> 17,1	
	Ячмень	<u>2,79</u> 2,61	<u>3,2</u> 3,3	<u>10,9</u> 12,9	<u>57,6</u> 59,4	<u>18,0</u> 18,0	
	Подсолнечник	<u>2,48</u> 2,36	<u>32,0</u> 29,0	<u>62,8</u> 58,4	<u>64,3</u> 72,5	<u>2,0</u> 2,5	
	Всего по севообороту		<u>11,9</u> 11,0	<u>43,6</u> 36,7	<u>47,6</u> 48,9	<u>11,9</u> 11,0	<u>1,1</u> 1,8
Сидеральный	Сидеральный пар	<u>8,88</u> 8,45	<u>6,0</u> 6,0	<u>6,0</u> 6,0	-	-	-
	Озимая пшеница	<u>3,60</u> 3,35	<u>3,9</u> 3,7	<u>7,8</u> 6,9	<u>65,2</u> 60,6	<u>16,7</u> 16,4	
	Ячмень	<u>2,94</u> 2,76	<u>3,2</u> 3,2	<u>6,3</u> 6,2	<u>52,9</u> 49,7	<u>16,5</u> 15,5	
	Подсолнечник	<u>2,62</u> 2,45	<u>33,8</u> 30,7	<u>43,5</u> 42,3	<u>65,5</u> 61,3	<u>1,9</u> 2,0	
	Всего по севообороту		<u>11,7</u> 10,9	<u>18,4</u> 18,6	<u>45,9</u> 42,9	<u>2,5</u> 2,3	<u>3,9</u> 3,9
Зерноотравно-пропашной	Занятый пар	<u>12,40</u> 11,60	<u>5,0</u> 4,8	<u>5,0</u> 4,8	<u>56,7</u> 53,1	<u>11,3</u> 11,1	
	Озимая пшеница	<u>3,63</u> 3,39	<u>4,0</u> 3,5	<u>7,0</u> 6,5	<u>65,7</u> 61,4	<u>16,4</u> 17,5	
	Ячмень	<u>3,39</u> 3,15	<u>3,9</u> 3,5	<u>6,7</u> 6,5	<u>61,0</u> 56,7	<u>15,6</u> 16,2	
	Подсолнечник	<u>2,78</u> 2,58	<u>36,4</u> 32,0	<u>48,1</u> 47,4	<u>69,5</u> 64,5	<u>1,9</u> 2,0	
	Всего по севообороту		<u>12,3</u> 11,0	<u>16,7</u> 16,3	<u>63,2</u> 58,9	<u>3,7</u> 3,6	<u>5,1</u> 5,4

Примечание: над чертой – вспашка на глубину 20-22 см;

под чертой – безотвальное рыхление на 20-22 см;

T₁ и K₁ – без учета, T₂ и K₂ – с учетом бездефицитного баланса гумуса

При учете затрат на восстановление плодородия до уровня бездефицитного баланса гумуса коэффициент энергетической эффективности снижался до 1,1 на фоне вспашки и до 1,8 на фоне безотвального рыхления.

Произведенный расчет энергетической эффективности сидерального севооборота показал, что коэффициент энергетической эффективности без учета плодородия почвы составлял 2,5 на фоне вспашки и 2,3 на фоне безотвального рыхления.

Учет затрат на восстановление плодородия до уровня бездефицитного баланса гумуса снижал коэффициент энергетической эффективности до 3,9 как на фоне вспашки, так и безотвального рыхления, то есть была средняя энергетическая эффективность.

Расчет энергетической эффективности зернотравопропашного севооборота показал, что коэффициент энергетической эффективности без учета плодородия почвы был 3,7 на фоне вспашки и 3,6 на фоне безотвального рыхления. Учет затрат на восстановление плодородия до уровня бездефицитного баланса гумуса повышал его до 5,1 на фоне вспашки и до 5,4 на фоне безотвального рыхления. При таких коэффициентах можно говорить о высокой энергетической эффективности.

Коэффициент энергетической эффективности сидерального севооборота был средним и низким в зернопаропропашном контроле.

Таким образом, высокий коэффициент энергетической эффективности с учетом плодородия почвы был в зернотравянопропашном севообороте. В зернопаропропашном отмечали низкий, а в сидеральном севообороте средний уровень энергетической эффективности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов исследований, проведенных в 2013-2016 гг. в стационарном опыте на черноземе типичном лесостепи ЦЧР и модельных полевых опытах, можно сделать следующие выводы.

1. В первый год наиболее интенсивно разлагались послеуборочные остатки горчицы сарептской (82,0%), медленнее – подсолнечника (45,1%), ячменя (26,0%) и озимой пшеницы (25,0%). Темпы разложения биомассы многолетних бобовых трав зависели от года жизни и составили 59,4-66,0% у люцерны и 58,9-60,0% у донника. Чем старше посевы многолетних трав, тем медленнее разлагались их растительные остатки.

Исследуемые культуры в чистом виде по темпам разложения их растительных остатков за четыре года располагаются в следующем убывающем порядке: люцерна 1-го года жизни (98,5%), горчица сарептская (98,1%), донник 1-го года жизни (97,3%), люцерна 2-го года жизни (96,8%), донник 2-го года жизни (95,8%), люцерна 3-го года жизни (94,6%), подсолнечник (92,7%), солома ячменя (94,2%).

2. В первый год наиболее интенсивно разлагались смеси послеуборочных остатков соломы озимой пшеницы и люцерны 3-го года жизни (53,5%), медленнее – подсолнечника и люцерны 1-го года жизни (49,0%), подсолнечника и донника 1-го года жизни (47,3%), соломы ячменя и горчицы сарептской (38,0%).

Темпы разложения смеси растительных остатков культур за четыре года снижались в следующем убывающем порядке: солома ячменя с горчицей сарептской (98,1%), солома озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни (97,5%), подсолнечник с люцерной 1-го года жизни (96,8%), подсолнечник с донником 1-го года жизни (95,3%).

3. На скорость разложения биомассы в пахотном слое почвы оказывали влияние культуры севооборотов. При ежегодном поступлении в почву растительных остатков в порядке чередования в зернопаропропашном севообороте

разложилось 30% поступившей биомассы. Скорость разложения массы растительных остатков увеличивалась в сидеральном севообороте на 12% и в зерно-травянопропашном – на 16%.

4. Отвальный способ обработки по сравнению с безотвальным рыхлением обеспечивал увеличение новообразования легкогидролизуемого азота и подвижных фосфатов.

Незначимыми были изменения в динамике подвижного калия и его содержания в пахотном слое по вариантам опыта, культурам севооборотов.

В зерно-травянопропашном севообороте содержалось больше питательных веществ, чем в зернопаропропашном и сидеральном.

В зерно-травянопропашном севообороте питательные вещества равномернее распределялись по всему пахотному слою почвы на фоне вспашки, а при безотвальном рыхлении их было больше в слоях почвы 0-10 и 10-20 см.

5. За две ротации зернопаропропашного севооборота из пахотного слоя почвы было достоверно потеряно 0,3% общего гумуса на фоне отвальной вспашки на глубину 20-22 см, а при безотвальном рыхлении – 0,2%.

В сидеральном севообороте за этот период обеспечивался бездефицитный баланс гумуса как на фоне вспашки, так и безотвального рыхления.

В зерно-травянопропашном севообороте содержание гумуса достоверно повышалось на 0,3% на фоне отвальной вспашки на глубину 20-22 см, а на фоне безотвального рыхления – на 0,4%. В этом севообороте гумус равномерно распределялся по всему пахотному слою на всех фонах обработки почвы. В зернопаропропашном и сидеральном севооборотах его количество было больше в слоях почвы 0-10 и 10-20 см.

6. Содержание детрита в течение вегетационного периода зависело от гидротермических условий года, комплекса приемов биологизации, способов основной обработки почвы.

Бинарные посевы подсолнечника и озимой пшеницы с люцерной синей, замена чистого пара на сидеральный и занятый повышали содержание детрита в пахотном слое почвы под культурами севооборотов на 45-59%.

При отвальной основной обработке почвы масса детрита равномерно распределялась по всему пахотному слою, а при безотвальном рыхлении его содержание в верхних слоях почвы 0-10 и 10-20 см было в 1,5-2,0 раза больше, чем в слое почвы 20-30 см.

7. Информативным показателем состава детрита служит содержание в нем углерода и азота, а также соотношение этих элементов, влияющее на скорость разложения.

Содержание азота в составе детрита в пахотном слое почвы под культурами севооборотов зависело от комплекса приемов повышения плодородия и варьировало от 1,52 до 1,66%, тогда как на контроле оно составило 0,69%.

Соотношение углерода к азоту в составе детрита зернопаропропашного севооборота равнялось 39, что свидетельствует о медленных темпах минерализации. В севооборотах с бинарными посевами это соотношение варьировало от 17 до 18, что свидетельствует о способности этой фракции к быстрой минерализации.

8. Содержание подвижного и водорастворимого гумуса в пахотном слое почвы под культурами севооборотов зависело от гидротермических условий года, приемов биологизации и способов основной обработки почвы.

В зернотравянопропашном севообороте содержание водорастворимого гумуса достоверно возрастало по сравнению с зернопаропропашным на фоне вспашки и на фоне безотвального рыхления соответственно на 53 и 23%, а по сравнению с сидеральным севооборотом на фоне вспашки – на 24%.

9. Потенциальное плодородие чернозема типичного обеспечивало в зернопаропропашном севообороте урожайность 11,56 т/га к. е. на фоне вспашки и 10,84 т/га к. е. при безотвальном рыхлении.

В зернотравянопропашном севообороте на фоне вспашки и безотвального рыхления выход продукции повышался по сравнению с сидеральным соответственно на 13 и 11%, а по сравнению с зернопаропропашным – на 30 и 21%.

10. Коэффициент энергетической эффективности и уровень рентабельности были наиболее высокими в зернотравянопропашном севообороте как на

фоне вспашки, так и при безотвальном рыхлении – соответственно 375% и 349% при бездефицитном балансе гумуса.

Коэффициент энергетической эффективности сидерального севооборота был средним и низким в зернопаропропашном контроле. Показатели уровня рентабельности на фонах вспашки и безотвального рыхления соответственно ниже: в зернопаропропашном севообороте – на 72 и 61%, в сидеральном – на 54 и 46%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для повышения плодородия чернозема типичного в условиях лесостепи ЦЧР рекомендуется вводить короткоротационные сидеральный и зернотравяно-пропашной севооборота с бинарными посевами культур, обеспечивающие высокий уровень биологизации и продуктивности. Возможны следующие варианты.

Первый вариант:

- 1) донник 2-го года жизни на сидерат;
- 2) озимая пшеница;
- 3) ячмень + пожнивной сидерат (горчица сарептская);
- 4) бинарный посев $\frac{1}{2}$ подсолнечника и $\frac{1}{2}$ кукурузы с донником 1-го года жизни.

Второй вариант:

- 1) занятый пар (люцерна синяя 2-го года жизни);
- 2) бинарный посев озимой пшеницы с люцерной синей 3-го года жизни;
- 3) ячмень + пожнивной сидерат (горчица сарептская);
- 4) бинарный посев $\frac{1}{2}$ подсолнечника и $\frac{1}{2}$ кукурузы с люцерной синей 1-го года жизни.

2. В севооборотах с бинарными посевами наиболее рациональным способом основной обработки почвы, обеспечивающей равномерное распределение общего гумуса, его лабильных форм и питательных веществ по слоям почвы, является вспашка под подсолнечник на глубину 20-22 см. Под остальные культуры севооборотов необходимо проводить дисковую обработку на глубину 10-12 и 12-14 см.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеенко, А.П. Отзывчивость сортов и гибридов подсолнечника на совместное произрастание с бобовыми травами и вайдой красильной [Текст] / А.П. Авдеенко, Н.А. Зеленский // Современные проблемы науки и образования. – 2008. – № 6. – С. 4.
2. Авдеенко, А.П. Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов и разработка элементов биологизации системы земледелия в степной зоне Северного Кавказа [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.09; 06.01.01 / А.П. Авдеенко. – пос. Персиановский : Донской. гос. аграр. ун-т, 2009. – 45 с.
3. Адерихин, П.Г. Изменение черноземных почв ЦЧО при использовании их в сельском хозяйстве [Текст] / П.Г. Адерихин // Черноземы ЦЧО и их плодородие. – Москва, 1964. – С. 61-89.
4. Акименко, А.С. Эффективность использования пашни в зависимости от сочетания удобрений в севооборотах [Текст] / А.С. Акименко, И.В. Дудкин, Ю.Б. Логачев // Земледелие. – 2013. – № 2. – С. 10-12.
5. Акулов, П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов [Текст] / П.Г. Акулов. – Москва : Колос, 1992. – 223 с.
6. Александрова, Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации [Текст] / Л.Н. Александрова. – Ленинград : Наука (Ленингр. отд-ние), 1980. – 287 с.
7. Андреев, В.Л. Ресурсосбережение при основной обработке почвы [Текст] / В.Л. Андреев, С.Л. Демшин, Р.Р. Нуризянов // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 22-23.
8. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв [Текст] / Е.В. Аринушкина. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 487 с.
9. Багаутдинов, Ф.Я. Гумусное состояние некоторых почв Южного Урала и приемы его регулирования [Текст] / Ф.Я. Багаутдинов, Ф.Х. Хазиев, Т.Г. Гарипов // Почвоведение. – 1997. – № 9. – С. 1087-1095.
10. Балабанова, Н.Ф. Влияние длительного применения удобрений в зер-

нотравяном севообороте на содержание лабильного органического вещества в лугово-черноземной почве [Текст] / Н.Ф. Балабанова, Н.А. Воронкова // Агрохимия. – 2015. – № 1. – С. 16-22.

11. Беленков, А.И. Приемы биологизации в севооборотах Нижнего Поволжья [Текст] / А.И. Беленков, А.В. Зеленев, Б.О. Амантаев // Земледелие. – 2014. – № 1. – С. 23-26.

12. Беляев, В.Е. Влияние сидерального пара на продуктивность звена севооборота с сахарной свеклой на типичном черноземе юго-востока Тамбовской области [Текст] : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / В.Е. Беляев. – Мичуринск, 2002. – 140 с.

13. Беляк, В.Б. Биологизация сельскохозяйственного производства (теория и практика) [Текст] / В.Б. Беляк. – Пенза : ОАО Издательско-полиграфический комплекс «Пензенская правда», 2008. – 320 с.

14. Бижоев, В.М. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы, баланс питательных веществ и продуктивность севооборотов в степной зоне Кабардино-Балкарской АССР [Текст] / В.М. Бижоев // Агрохимия. – 1988. – № 9. – С. 37-44.

15. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России [Текст] / В.А. Семькин, Н.И. Картамышев, В.Ф. Мальцев, А.В. Дедов и др.; под ред. Н.И. Картамышева. – Москва : КолосС, 2012. – 471 с.

16. Биологизация и адаптивная интенсификация земледелия в Центральном Черноземье [Текст] / Под ред. В.Е. Шевченко, В.А. Федотова. – Воронеж : ВГАУ, 2000. – 306 с.

17. Богатырева, Е.Н. Влияние севооборотов и системы удобрения на содержание и качественный состав подвижных гумусовых веществ в дерново-подзолистых эродированных почвах [Текст] / Е.Н. Богатырева, Т.М. Серая, А.Ф. Черныш // Агрохимия. – 2013. – № 7. – С. 16-24.

18. Бойко, А.В. Травопольные севообороты в лесостепном Поволжье [Текст] / А.В. Бойко, В.С. Епифанов, Л.Е. Вельмисева // Земледелие. – 2009. – № 1. – С. 13-15.

19. Болучевский, Д.А. Плодородие чернозема типичного и урожайность озимой пшеницы при различных приемах биологизации в лесостепи ЦЧР [Текст] : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Д.А. Болучевский. – Воронеж, 2015. – 20 с.

20. Брескина, Г.М. Оптимальные параметры компонентов органического вещества чернозема типичного для ячменя [Текст] / Г.М. Брескина, Г.П. Глазунов // Земледелие. – 2014. – № 6. – С. 7-8.

21. Васютин, А.С. Биологизация земледелия и улучшение экологического состояния сельскохозяйственных угодий [Текст] / А.С. Васютин, В.А. Филоненко // Защита и карантин растений. – 2013. – № 9. – С. 15-18.

22. Верзилин, В.В. Биологические факторы воспроизводства плодородия черноземов в агроценозах лесостепи ЦЧР [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.01; 06.01.03 / В.В. Верзилин. – Курск, 2004. – 50 с.

23. Вильямс, В.Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения : учеб. пособие для с.-х. вузов [Текст] / В.Р. Вильямс. – 4-е изд., пересмотр. и доп. – Москва : ОГИЗ Сельхозгиз, 1938. – 447 с.

24. Вильямс, В.Р. Травопольная система земледелия. Избр. труды [Текст] / В.Р. Вильямс. – Москва : Сельхозгиз, 1949. – 495 с.

25. Витер, А.Ф. Обработка почвы как фактор регулирования почвенного плодородия [Текст] / А.Ф. Витер, Н.Я. Кутовая // Сб. науч. тр. Воронежского НИИ СХ им. В.В. Докучаева. – Воронеж : Истоки, 2011. – 207 с.

26. Витер, А.Ф. Система обработки почв в ЦЧЗ [Текст] / А.Ф. Витер // Земледелие. – 1986. – № 6. – С. 23-25.

27. Воронин, А.Н. Влияние отдельных элементов систем земледелия на продуктивность черноземов [Текст] / А.Н. Воронин, В.И. Мельников // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 9-12.

28. Воронков, В.А. Влияние культур при возделывании бессменно и в севообороте на режим подвижных компонентов гумуса и азота на выщелоченном черноземе ЦЧП [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / В.А. Воронков. – Воронеж, 1983. – 20 с.

29. Гамзиков, Г.П. Изменение содержания гумуса в почвах в результате сельскохозяйственного использования : обзорная информация [Текст] / Г.П. Гамзиков, М.Н. Кулагина // Москва : ВНИИТЭИагропром, 1992. – 49 с.

30. Ганжара, Н.Ф. Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества подзолистых и черноземных почв Европейской части СССР [Текст] : автореф. дис. ... д-ра. биол. наук : 06.01.03 / Н.Ф. Ганжара. – Москва, 1989. – 31 с.

31. Ганжара, Н.Ф. Рекомендации по контролю и оптимизации режима органического вещества в пахотных почвах [Текст] / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, А.В. Шевченко. – Москва : ТСХА, 1987. – 10 с.

32. Гармашов, В.М. О минимализации основной обработки почвы под подсолнечник в ЦЧЗ [Текст] / В.М. Гармашов // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 2 – С. 9-11.

33. Глушков, В.В. Роль многолетних бобовых трав и сидеральных паров в земледелии Марий Эл [Текст] / В.В. Глушков, С.Г. Юнусов, В.И. Макаров / Земледелие. – 2009. – № 3. – С. 12-15.

34. Горбачева, А.В. Биологические процессы и плодородие чернозема выщелоченного при использовании приемов биологизации [Текст] : автореф. дис. ... канд. с-х. наук : 06.01.01 / А.В. Горбачева. – Воронеж, 2005. – 16 с.

35. Дедов, А.В. Бинарные посеы в ЦЧР : монография [Текст] / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, Т.Г. Кузнецова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – 139 с.

36. Дедов, А.В. Бинарные посеы культур с люцерной синей и плодородие почвы [Текст] / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, А.А. Дедов // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 21-23.

37. Дедов, А.В. Бинарные посеы – перспективное энергосберегающее направление технологии возделывания культур [Текст] / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, Т.Г. Кузнецова // Вестник Воронежского гос. аграр. ун-та. – 2013. – № 2 (37). – С. 219-222.

38. Дедов, А.В. Биологизация земледелия: современное состояние и пер-

спективы [Текст] / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, Н.В. Слаук // Вестник Воронежского гос. аграр. ун-та. – 2012. – № 3 (34). – С. 57-66.

39. Дедов, А.В. Биологизация земледелия ЦЧР : учеб. пособие [Текст] / А.В. Дедов, Н.А. Драчев. – Воронеж : ФГОУ ВПО ВГАУ, 2010. – 171 с.

40. Дедов, А.В. Влияние многолетних трав на плодородие почв [Текст] / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова // Агрехимический вестник. – 2012. – № 4. – С. 7-9.

41. Дедов, А.В. Влияние различных способов повышения плодородия выщелоченного чернозема на динамику лабильных форм органического вещества и урожайность культур [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / А.В. Дедов. – Воронеж, 1992. – 24 с.

42. Дедов, А.В. Воспроизводство органического вещества почвы в земледелии ЦЧР (вопросы теории и практики) [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.01 / А.В. Дедов. – Воронеж, 2000. – 36 с.

43. Дедов, А.В. Динамика разложения послеуборочных остатков в черноземе [Текст] / А.В. Дедов, В.В. Верзилин, Н.И. Придворев // Агрехимия. – 2004. – № 5. – С. 13-22.

44. Дедов, А.В. Методические подходы к организации системы дифференцированных севооборотов при адаптивно-ландшафтном земледелии : учеб. пособие [Текст] / А.В. Дедов – Воронеж : ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 103 с.

45. Дедов, А.В. Органическое вещество почвы и его регулирование в Центральном Черноземье [Текст] / А.В. Дедов ; под ред. В.А. Федотова. – Воронеж : ВГАУ, 1999. – 202 с.

46. Дедов, А.В. Основные приемы повышения плодородия черноземов [Текст] / А.В. Дедов // Вестник Воронежского гос. аграр. ун-та. – 2011. – № 4 (31). – С. 9-13.

47. Дедов, А.В. Приемы биологизации и воспроизводства плодородия черноземов [Текст] / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, Н.Н. Хрюкин // Земледелие. – 2012. – № 6. – С. 4-7.

48. Дедов, А.В. Рекомендации по формированию почвенного плодородия при внедрении севооборотов с экологической направленностью [Текст] / А.В. Дедов, В.А. Федотов, М.И. Лопырев. – Воронеж : ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2009. – 59 с.

49. Дедов, А.В. Содержание гумуса и лабильного органического вещества в севооборотах с бинарными посевами [Текст] / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, А.А. Дедов // Вестник Воронежского гос. аграр. ун-та. – 2014. – № 1-2 (40-41). – С. 20-25.

50. Дедов, А.В. Трансформация послеуборочных остатков и содержание водорастворимого гумуса в черноземе выщелоченном [Текст] / А.В. Дедов, В.В. Верзилин, Н.И. Придворев // Земледелие. – 2004. – № 2. – С. 16-18.

51. Делакур, Ф. Влияние агроценозов и обработки на экологическое состояние чернозема типичного [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 11.00.11 / Ф. Делакур : Курский ГАУ. – Курск, 1994. – 23 с.

52. Дергачева, М.И. Органическое вещество почв: статика и динамика [Текст] / М.И. Дергачева. – Новосибирск : Наука, 1984. – 152 с.

53. Деревягин, В.А. Технология использования соломы на удобрение [Текст] / В.А. Деревягин, С.М. Кулиничев // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 1. – С. 41-44.

54. Державин, Л.М. Научно-методические принципы комплексного мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения [Текст] / Л.М. Державин, А.С. Фрид // Агрехимия. – 2012. – № 2. – С. 3-11.

55. Довбан, К.И. Сидерация в интенсивном земледелии : обзорная информация [Текст] / К.И. Довбан, В.К. Довбан, Ф.Г. Бердинов // Москва : ВНИИТЭИагропром, 1992. – 68 с.

56. Докучаев, В.В. Статьи и доклады по изучению чернозема. Картография русских почв. Собр. соч. Т. 2 [Текст] / В.В. Докучаев. – Москва : Изд-во АН СССР, 1950. – 608 с.

57. Егоров, В.В. Органическое вещество почвы и ее плодородие [Текст] / В.В. Егоров // Вестник с.-х. науки. – 1978. – № 5. – С. 32-41.

58. Еремин, Д.И. Стабилизация гумусного состояния пахотных черноземов лесостепной зоны Зауралья [Текст] / Д.И. Еремин // Земледелие. – 2014. – № 1. – С. 29-31.

59. Ефремов, В.В. Моделирование плодородия чернозема типичного [Текст] / В.В. Ефремов // Модели плодородия почв и методы их разработки. – Москва, 1982. – С. 78-84.

60. Жуков, А.И. Оптимальное содержание лабильного гумуса [Текст] / А.И. Жуков // Земледелие. – 1990. – № 12. – С. 30-40.

61. Завалин, А.А. Вклад биологического азота бобовых культур в азотный баланс земледелия России [Текст] / А.А. Завалин, Г.Г. Благовещенская // Агрохимия. – 2012. – № 6. – С. 32-37.

62. Зезюков, Н.И. Влияние удобрений на содержание органического вещества в черноземе выщелоченном [Текст] / Н.И. Зезюков, А.В. Дедов // Агрохимия. – 1997. – № 12. – С. 17-22.

63. Зезюков, Н.И. Методические указания по расчету энергетической эффективности агротехнологий с использованием ПЭВМ [Текст] / Н.И. Зезюков, А.В. Дедов, Н.И. Придворев. – Воронеж, 1993. – 45 с.

64. Зезюков, Н.И. Научные основы воспроизводства плодородия черноземов ЦЧЗ [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.01 / Н.И. Зезюков. – Воронеж, 1993. – 36 с.

65. Зезюков, Н.И. Роль многолетних трав в повышении плодородия черноземов [Текст] / Н.И. Зезюков, А.В. Дедов, Г.О. Харьковский // Кормопроизводство. – 2000. – № 7. – С. 14-17.

66. Зезюков, Н.И. Роль растительных остатков, соломы и сидератов в воспроизводстве плодородия черноземов [Текст] / Н.И. Зезюков, А.В. Дедов // Мелиорация и водное хозяйство. – 1991. – № 12. – С. 44-46.

67. Зезюков, Н.И. Сидеральные пары в ЦЧЗ России [Текст] / Н.И. Зезюков, Н.И. Придворев, А.В. Дедов // Агрохимия. – 1999. – № 4. – С. 24-34.

68. Зезюков, Н.И. Содержание лабильного органического вещества в пахотных черноземах ЦЧЗ [Текст] / Н.И. Зезюков, А.В. Дедов // Почвоведение. – 1994. – № 10. – С. 54-57.

69. Зезюков, Н.И. Сохранение и повышение плодородия черноземов [Текст] / Н.И. Зезюков, В.Е. Острецов. – Воронеж : Центр.-Черн. кн. изд-во, 1999. – 312 с.

70. Зезюков, Н.И. Трансформация органического вещества почвы в различных севооборотах [Текст] / Н.И. Зезюков // Науч. тр. ВНИИЗиЗПЭ. – 1992. – С. 26-28.

71. Зеленский, Н.А. Занятые пары – резерв повышения плодородия почвы [Текст] / Н.А. Зеленский, Г.М. Зеленская // Плодородие почв и управление ее составляющими : тр. Донского ГАУ. – п. Персиановский : ДонГАУ, 2002. – С. 106-110.

72. Зеленский, Н.А. Использование многолетних бобовых трав в занятых парах Ростовской области [Текст] / Н.А. Зеленский, Г.М. Зеленская // Материалы науч. конф. ДонГАУ. – п. Персиановский, ДонГАУ, 2000. – С. 49.

73. Зеленский, Н.А. Люцерна изменчивая в бинарных посевах с подсолнечником и озимой пшеницей [Текст] / Н.А. Зеленский, А.П. Авдеенко, А.С. Савинов, М.С. Овчаренко // Земледелие. – 2008. – № 7. – С. 34-35.

74. Зеленский, Н.А. Проблемы паров и научные основы повышения продуктивности эродированной пашни на Нижнем Дону [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.09 / Н.А. Зеленский. – п. Персиановка, 1997. – 42 с.

75. Зеленский, Н.А. Чистые и занятые пары на Дону [Текст] / Н.А. Зеленский, Г.М. Зеленская // Земледелие. – 1991. – № 9. – С. 52-55.

76. Зеленые удобрения – путь к биологизации и интенсификации земледелия Нижегородской области [Текст] ; под ред. В.П. Заикина. – Нижний Новгород, 1996. – 166 с.

77. Иванов, Л.А. Научное земледелие России: итоги и перспективы [Текст] / Л.А. Иванов // Земледелие. – 2014. – № 3. – С. 25-29.

78. Иванов, Л.А. Приоритеты научного обеспечения земледелия [Текст] / Л.А. Иванов, А.А. Завалин // Земледелие. – 2010. – № 7. – С. 3-6.

79. Иванов, А.Л. Приоритеты научного обеспечения земледелия [Текст] / А.Л. Иванов, А.А. Завалин // Агрехимия. – 2011. – № 3. – С. 17-23.

80. Ивченко, В.К. Влияние систематического применения удобрений на агрохимические свойства чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.К. Ивченко. – Новосибирск, 1982. – 16 с.

81. Ильин, С.Д. Совершенствование системы обработки почвы и элементов технологии возделывания подсолнечника в условиях степи Центрального Черноземья [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / С.Д. Ильин. – Воронеж, 1998. – 22 с.

82. Кант, Г. Зеленое удобрение [Текст] / Г. Кант. – Москва : Колос, 1982. – 127 с.

83. Карманов, И.И. Плодородие почв СССР: Природные закономерности и количественная оценка [Текст] / И.И. Карманов. – Москва : Колос, 1980. – 224 с.

84. Кауричев, И.С. Образование водорастворимых органических веществ в почвах как стадия превращения растительных остатков [Текст] / И.С. Кауричев, И.М. Яшин // Известия ТСХА. – 1989. № 4. – С. 47-57.

85. Кирдин, В.Ф. Биологизация земледелия России [Текст] / В.Ф. Кирдин, Е.К. Саранин // Земледелие. – 1996. – № 6. – С. 2-3.

86. Кирюшин, В.И. Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах [Текст] / В.И. Кирюшин, Н.Ф. Ганжара, И.С. Кауричев. – Москва : Изд-во МСХА, 1993. – 97 с.

87. Кирюшин, В.И. О Белгородской модели модернизации сельского хозяйства и биологизации земледелия [Текст] / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2013. – № 1. – С. 3-6.

88. Кирюшин, В.И. О нисходящей миграции нитратов в черноземах Сибири при сельскохозяйственном использовании [Текст] / В.И. Кирюшин // Почвоведение. – 1986. – № 2. – С. 34-44.

89. Кислов, А.В. Проблемы повышения плодородия почв на Южном Урале [Текст] / А.В. Кислов, М.В. Черных // Плодородие. – 2007. – № 3 (36). – С. 5-7.

90 Когут, Б.М. Эволюция доминирующих парадигм в учении о почвенном органическом веществе [Текст] / Б.М. Когут, В.М. Семенов // *Агрохимия*. – 2015. – № 12. – С. 3-19.

91. Колпакова, П.П. Минимальна обработка почвы [Текст] / П.П. Колпакова, А.М. Нестеренко. – Москва : Колос, 1981. – 240 с.

92. Кольбе, Р. Солома как удобрение [Текст] / Р. Кольбе, Г. Штумпе. – Москва : Колос, 1972. – 88 с.

93. Коновалов, Н.Д. Важные источники плодородия [Текст] / Н.Д. Коновалов, С.Н. Коновалова // *Земледелие*. – 2009. – № 5. – С. 15-16.

94. Кононова, М.М. Органическое вещество [Текст] / М.М. Кононова. – Москва : Изд-во АН СССР, 1963. – 313 с.

95. Коренев, Г.В. Основные элементы агробиотехнологии возделывания озимой пшеницы [Текст] / Г.В. Коренев, Ю.И. Житин, Л.В. Пешков // *Прогрессивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в ЦЧЗ : матер. зональной науч.-практ. конф.* – Липецк, 1992. – С. 114-121.

96. Коржов, С.И. Сидераты и их роль в воспроизводстве плодородия черноземов [Текст] / С.И. Коржов, В.В. Верзилин, Н.Н. Королев. – Воронеж : ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2011. – 98 с.

97. Королев, Н.Н. Влияние способов возделывания культур в посевах на качественный состав гумуса почвы [Текст] : автореф. дис. канд. с.- х. наук : 06.01.01 / Н.Н. Королев. – Воронеж, 1979. – 28 с.

98. Котлярова, О.Г. Накопление органического вещества сидеральными культурами и поступление питательных веществ в почву при их заашке [Текст] / О.Г. Котлярова, В.В. Черенков // *Агрохимия*. – 1998. – № 12. – С. 15-20.

99. Котоврасов, И.П. Опыт минимизации обработки почвы на Украине [Текст] / И.П. Котоврасов, И.Б. Павловский // *Земледелие*. – 1989. – № 11. – С. 46-47.

102. Крючков, М.М. Сидеральные пары на выщелоченных черноземах Рязанской области [Текст] / М.М. Крючков, Л.В. Потапова, Р.А. Марочкин // *Земледелие*. – 2010. – № 7. – С. 18-20.

101. Кузнецова, Т.Г. Влияние приемов биологизации и обработки почвы на засоренность и урожайность культур севооборотов [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Т.Г. Кузнецова. – Воронеж, 2014. – 23 с.

102. Кулагина, М.Н. Влияние удобрений на мобильные формы органического вещества некоторых сибирских почв [Текст] / М.Н. Кулагина // Тез. докл. VIII Всес. съезда почвоведов. – Новосибирск, 1989. – Кн. 2. – С. 291.

103. Кулаковская, Т.Н. Почвенно-агрономические основы получения высоких урожаев [Текст] / Т.Н. Кулаковская. – Минск : Ураджай, 1976. – 272 с.

104. Лактионов, Н.И. Интенсификация земледелия и проблема гумуса почв [Текст] / Н.И. Лактионов // Науч. тр. Харьковского СХИ. – Харьков, 1985. – С. 314.

105. Литвинцев, П.А. Влияние систематического использования сидератов на продуктивность зернопарового севооборота [Текст] / П.А. Литвинцев, И.А. Кобзева // Земледелие. – 2014. – № 8. – С. 23-24.

106. Лошаков, В.Г. О роли промежуточных культур в зерновых севооборотах [Текст] / В.Г. Лошаков, Ф. Эльмер, Ю.Н. Синих, М.Ш. Бегеулов // Зерновые культуры. – 2000. – № 4. – С. 20-21.

107. Лопырев, М.И. Каталог проектов агроландшафтов и земледелие (сохранение плодородия, территориальная организация систем земледелия, устойчивость к изменению климата) [Текст] / М.И. Лопырев, В.Д. Постолов, А.В. Дедов. – Воронеж : ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 183 с.

108. Лыков, А.М. Гумус и плодородие почвы [Текст] / А.М. Лыков. – Москва : Московский рабочий, 1985. – 192 с.

109. Лыков, А.М. Оценка гумуса почв по характеристике его лабильной части [Текст] / А.М. Лыков, В.А. Черников, Б.П. Боинчан // Известия ТСХА. – 1981. – Вып. 5. – С. 65-70.

110. Люжин, М.Ф. Роль водорастворимых органических веществ в гумификации растительных остатков [Текст] / М.Ф. Люжин // Записки Ленинградского СХИ. – 1973. – Т. 206. – С. 41-45.

111. Матюк, Н.С. Урожайность культур и плодородие почвы в зависимо-

сти от ее обработки и удобрения [Текст] / Н.С. Матюк // Плодородие. – 2008. – № 1. – С. 38-40.

112. Медведев, В.В. Физическая характеристика чернозема обыкновенного при отвальной и безотвальной обработках [Текст] / В.В. Медведев, С.Ю. Булыгин // Почвоведение. – 1986. – № 3. – С. 45-53.

113. Микула, Н.К. Почвозащитная бесплужная обработка полей [Текст] / Н.К. Микула. – Москва : Знание, 1990. – 62 с.

114. Минеев, В.Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения [Текст] / В.Г. Минеев, Б. Дебрецени, Т. Мазур. – Москва : Колос, 1993. – 415 с.

115. Минеев, В.Г. Органические удобрения в интенсивном земледелии [Текст] / В.Г. Минеев. – Москва : Колос, 1984. – 303 с.

116. Морозова, Е.В. Изменение биологических показателей плодородия чернозема выщелоченного при комплексном повышении плодородия почв [Текст] : автореф. дис. ... канд. с-х. наук : 06.01.01 / Е.В. Морозова. – Воронеж, 2000. – 16 с.

117. Мухортов, Я.Н. Роль культур в повышении плодородия почвы в севооборотах [Текст] / Я.Н. Мухортов // Науч. тр. Воронежского с.-х. ин-та. – 1972. – Т. 59. – С. 24-29.

118. Мязин, Н.Г. Влияние применения удобрений и мелиорантов на показатели почвенного плодородия [Текст] / Н.Г. Мязин // Агротехника. – 1997. – № 2. – С. 26-30.

119. Надежкин, С.М. Органическое вещество почв агроландшафтов лесостепи Приволжской возвышенности и пути его регулирования [Текст] : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.27 / С.М. Надежкин. – Пенза, 1999. – 36 с.

120. Назаренко, Г.В. Регулирование питательного режима чернозема типичного на исходном этапе бессменной плоскорезной обработки почвы [Текст] / Г.В. Назаренко // Науч. тр. Украинской с.-х. академии. – Киев, 1982. – С. 39-42.

121. Наумкин, В.Н. Направления биологизации земледелия в Центральном регионе [Текст] / В.Н. Наумкин, А.М. Хлопяников, А.В. Наумкин // Земледелие. – 2010. – № 4. – С. 5-7.

122. Наумов, С.Н. Минимальная обработка серых лесных почв нечерноземной зоны [Текст] / С.Н. Наумов. – Москва : Колос, 1979. – С. 18-24.

123. Научные основы эффективного применения удобрений в Центрально-Черноземной зоне [Текст] ; под ред. В.Д. Панникова. – Воронеж, 1983. – 165 с.

124. Недикова, Е.В. Изучение подходов к моделированию рационального природопользования на деградированных землях в условиях лесостепной зоны [Текст] / Е.В. Недикова, А.В. Дедов, И.А. Некрасова // Вестник Воронежского гос. аграр. ун-та. – Воронеж : ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – № 3 (38). – С. 256-260.

125. Немцев, С.Н. Сохранение плодородия почв в Ульяновской области [Текст] / С.Н. Немцев, М.М. Сабитов, С.Н. Никитин // Земледелие. – 2009. – № 7. – С. 12-13.

126. Несмеянова, М.А. Бинарные посевы подсолнечника и многолетних трав [Текст] / М.А. Несмеянова, А.В. Дедов // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения : матер. Международной науч.-производственной конф. БелГСХА, Белгород, 20-21 ноября 2012 г. – п. Майский : Изд-во БелГСХА им. В.Я. Горина, 2012. – Ч. 2. – С. 62-66.

127. Несмеянова, М.А. Занятый пар как предшественник озимой пшеницы в условиях юго-востока ЦЧР [Текст] / М.А. Несмеянова, А.В. Дедов, А.А. Дедов // Вестник Новосибирского ГАУ. – Новосибирск : НГАУ, 2015. – № 3 (36). – С. 31-37.

128. Несмеянова, М.А. Плодородие чернозема типичного и урожайность подсолнечника при различных приемах биологизации и обработки почвы в лесостепи ЦЧР [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / М.А. Несмеянова. – Воронеж, 2014. – 23 с.

129. Никифорова, Л.И. Влияние удобрений и обработки почв на содержание в них гумуса [Текст] / Л.И. Никифорова // Агрохимия. – 1985. – № 8. – С. 105-122.

130. Носко, Б.С. Изменение гумусного состояния чернозема типичного

под влиянием удобрений [Текст] / Б.С. Носко // Почвоведение. – 1987. – № 5. – С. 26-32.

131. Оленин, О.А. Биологизация технологии возделывания яровой пшеницы и производство экологически безопасного зерна [Текст] / О.А. Оленин // Земледелие. – 2016. – № 2. – С. 8-13.

132. Орлов, Д.С. Гумусовые кислоты и общая теория гумификации [Текст] / Д.С. Орлов. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 325 с.

133. Орлов, Д.С. Реальные и кажущиеся потери органического вещества почвами Российской Федерации [Текст] / Д.С. Орлов, О.Н. Бирюкова, М.С. Розанова // Почвоведение. – 1996. – № 2. – С. 197-207.

134. Павликов, А.А. Агроэкологическая роль приемов земледелия в оптимизации фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур в условиях Среднего Поволжья [Текст] / А.А. Павликов: автореф. дис. канд. ... с.-х. наук : 06.01.01. – Москва, 2011. – 18 с.

135. Павлюченко, А.У. Накопление и разложение растительных остатков в почве основных звеньев свекловичных севооборотов лесостепи Центрально-Черноземной зоны [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / А.У. Павлюченко. – Воронеж, 1986. – 26 с.

137. Парахин, Н.В. Биологизация земледелия в России : учеб. пособие [Текст] / Н.В. Парахин, В.Т. Лобков, Н.К. Кружков и др. ; под ред. Н.В. Парахина, В.Т. Лобкова. – Орел : Изд-во ОрелГАУ, 2000. – 175 с.

136. Патутина, И.В. Влияние систематического применения удобрений на плодородие южного чернозема [Текст] / И.В. Патутина // Эффективность удобрений и повышение плодородия почв в засушливом Поволжье : сб. науч. тр. НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 1986. – С. 29-37.

138. Пешков, Л.В. Основные элементы агробиотехнологии возделывания озимой пшеницы в Центрально-Черноземном районе РСФСР [Текст] : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / Л.В. Пешков. – Воронеж, 1991. – 263 с.

139. Пичугин, А.П. Эффективность приемов комплексного повышения плодородия чернозема выщелоченного в звене севооборота: пар (занятый, си-

деральный) – озимая пшеница [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / А.П. Пичугин. – Воронеж, 2002. – 24 с.

140. Плескачев, Ю.Н. Использование элементов органического земледелия при выращивании подсолнечника [Текст] / Ю.Н. Плескачев, В.Ю. Мисюраев, Н.И. Семина // Научное обозрение. – 2013. – № 3. – С. 115-118.

141. Повышение эффективности земледелия и агропромышленного производства Белгородской области [Текст] / Под ред. А.Н. Каштанова. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 154 с.

142. Постников, П.А. Зеленые удобрения – резерв повышения урожая [Текст] / П.А. Постников // Земледелие. – 2010. – № 7. – С. 15-16.

143. Придворев, Н.И. Научные основы оптимизации содержания органического вещества в черноземе выщелоченном [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.01 / Н.И. Придворев. – Воронеж, 2002. – 42 с.

144. Пупонин, А.И. Минимализация обработки почвы: опыт, проблемы и перспективы : обзорная информация [Текст] / А.И. Пупонин, Б.Д. Кирюшин. – Москва : ВНИИТЭИагропром, 1989. – 54 с.

145. Пупонин, А.И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны [Текст] / А.И. Пупонин. – Москва : Колос, 1984. – 184 с.

146. Рекомендации для исследования баланса трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании и окультуривании почв. – Москва, 1984. – 54 с.

147. Родионов, Е.А. Влияние способов основной обработки на плодородие чернозема обыкновенного, урожайность сахарной свеклы и подсолнечника в условиях юго-востока ЦЧР [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Е.А. Родионов. – Воронеж, 2006. – 22 с.

148. Рыбалкин, Б.А. Эффективность обработки почвы и удобрений в севооборотах на черноземе обыкновенном слабосмытом юго-востока ЦЧЗ [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Б.А. Рыбалкин. – Воронеж, 2002. – 26 с.

149. Рюбензам, Э. Земледелие [Текст] / Э. Рюбензам, К. Рауэ ; пер. с нем. А.М. Лыкова. – Москва : Колос, 1969. – 520 с.

150. Савин, А.П. Донник белый в зерновом севообороте [Текст] / А.П. Савин // Земледелие. – 2009. – № 5. – С. 7-9.

151. Савич, В.И. Теоретические основы выбора оптимальных параметров плодородия почв [Текст] / В.И. Савич // Известия ТСХА. – 1990. – Вып. 6. – С. 47-56.

152. Салищев, Л.И. Минимальная обработка и воспроизводство плодородия типичного чернозема [Текст] / Л.И. Салищев, Н.Р. Бахтизин // Уфа, 1993. – 120 с.

153. Самойлова, Е.М. Органическое вещество почв Черноземной зоны [Текст] / Е.М. Самойлова, А.П. Сизов, В.П. Яковченко. – Киев : Наукова думка, 1990. – 117 с.

154. Свиридов, А.К. Теоретические и практические основы полевых севооборотов в интенсивном земледелии ЦЧЗ РСФСР [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.01 / А.К. Свиридов. – Москва, 1989. – 30 с.

155. Сдобников, С.С. Пахать или не пахать? (Новое в обработке и удобрении полей) [Текст] / С.С. Сдобников. – Москва, 1994. – 288 с.

156. Сдобников, С.С. Расширенное воспроизводство плодородия почв [Текст] / С.С. Сдобников. – Москва : Знание, 1989. – 61 с.

157. Сидоров, М.И. Плодородие и обработка почвы [Текст] / М.И. Сидоров. – Воронеж : Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1981. – 96 с.

158. Сидяков, Е.А. Влияние различных комплексов приемов воспроизводства плодородия почвы на засоренность посевов культур севооборота с сидеральным паром [Текст] / Е.А. Сидяков, Н.И. Придворев // Эволюция и деградация почвенного покрова : матер. 3-й Международной науч.-практ. конф. – Воронеж : ВГАУ, 2007. – Ч. I. – С. 263-269.

159. Сидяков, Е.А. Содержание элементов питания в почве, засоренность и урожайность культур севооборота при разных комплексах приемов воспроизводства плодородия чернозема выщелоченного в лесостепи ЦЧР [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Е.А. Сидяков. – Воронеж, 2009. – 23 с.

160. Синих, Ю.Н. Влияние длительного использования пожнивных сидератов на динамику развития корневых гнилей и засоренность посевов [Текст] / Ю.Н. Синих // *Зерновое хозяйство*. – 2006. – № 4. – С. 31-32.

161. Скопина, Л.Ю. Влияние систем обработки и гербицидов на плодородие выщелоченного чернозема и продуктивность пашни в звене зернового севооборота с занятым паром [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Л.Ю. Скопина. – Тюмень, 2000. – 22 с.

162. Скорочкин, Ю.П. Сидеральный пар и солома – элементы биологизации земледелия в условиях северо-восточной части ЦЧР [Текст] / Ю.П. Скорочкин, З.Я. Брюхова // *Земледелие*. – 2011. – № 3. – С. 20-21.

163. Скорочкин, Ю.П. Эффективность использования сидерального пара и соломы озимой пшеницы в звене севооборота в условиях Тамбовской области [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Ю.П. Скорочкин. – Воронеж, 2007. – 24 с.

164. Советов, А.В. О системах земледелия. Избранные сочинения [Текст] / А.В. Советов. – Москва : Сельхозгиз, 1950. – 447 с.

165. Сотников, Б.А. Влияние приемов биологизации на динамику лабильных форм органического вещества и урожайность культур [Текст] / Б.А. Сотников: автореф. ... дис. канд. с.-х. наук : 06.01.01. – Воронеж, 2004. – 134 с.

166. Спиридонов, А.М. Влияние луговых бобовых трав на плодородие почвы [Текст] / А.М. Спиридонов // *Земледелие*. – 2011. – № 7. – С. 19-20.

167. Старко, М.Н. Плодородие почвы в зависимости от удобрений и севооборотов [Текст] / М.Н. Старко // *Химизация сельского хозяйства*. – 1989. – № 3. – С. 62-63.

168. Сулейменов, М.К. Переход от почвозащитной до ресурсосберегающей системы земледелия Северного Казахстана [Текст] / М.К. Сулейменов // *Ноу-Тилл и плодосмен – основа аграрной политики поддержки ресурсосберегающего земледелия для интенсификации устойчивого производства* : матер. Международной конф. (8-10 июля 2009 г., пос. Шортанды). – Астана - Шортанды, 2009. – С. 48-55.

169. Тарабрина, Г.Г. Влияние комплекса приемов биологизации на показатели плодородия чернозема выщелоченного и урожайность культур севооборота [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Г.Г. Тарабрина. – Воронеж, 2005. – 19 с.

170. Тарарико, А.Г. Что показала дискуссия по полтавскому эксперименту [Текст] / А.Г. Тарарико // Земледелие. – 1988. – № 12. – С. 13-16.

171. Трофимова Т.А. Влияние способов и глубины основной обработки чернозема обыкновенного на свойства почвы и урожайность культур [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Т.А. Трофимова. – Воронеж, 1992. – 20 с.

172. Трофимова, Т.А. Обработка черноземов: анализ и перспективы развития [Текст] / Т.А. Трофимова. – Saarbrucken, Germany : LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 311 с.

173. Турусов, В.И. Изменение потенциального плодородия чернозема при различных способах основной обработки почвы [Текст] / В.И. Турусов, А.М. Новичихин, В.М. Гармашов, С.А. Гаврилова // Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 12-14.

174. Турусов, В.И. Основная обработка почвы и продуктивность подсолнечника [Текст] / В.И. Турусов // Земледелие. – 2004. – № 2. – С. 24.

175. Тюрин, И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии [Текст] / И.В. Тюрин. – Москва : Наука, 1965. – 316 с.

176. Харьковский, Г.О. Влияние многолетних трав на изменение показателей плодородия чернозема выщелоченного ЦЧЗ [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Г.О. Харьковский. – Воронеж, 1997. – 22 с.

177. Ходыкина, В.В. Влияние основной обработки почвы и удобрений на урожайность и качество кориандра в условиях юго-востока ЦЧЗ [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / В.В. Ходыкина. – Белгород, 2006. – 19 с.

178. Чагина, Е.Г. Изменение плодородия почв при интенсивном земледелии [Текст] / Е.Г. Чагина, Ю.И. Берхин, И.В. Хацевич. – Новосибирск : Наука, 1986. – С. 118.

179. Чекмарев, П.А. Итоги реализации программы биологизации земледелия в Белгородской области [Текст] / П.А. Чекмарев, С.В. Лукин // Земледелие. – 2014. – № 8. – С. 12-14.

180. Черкасов, Г.Н. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах [Текст] / Г.Н. Черкасов, А.В. Гостев, И.Г. Пыхтин // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 13-16.

181. Черкасов, Г.Н. Плодородие чернозема типичного при минимализации основной обработки [Текст] / Г.Н. Черкасов, Е.В. Дубовик, Д.В. Дубовик, И.С. Казанцев // Земледелие. – 2012. – № 4. – С. 23-25.

182. Черкасов, Г.Н. Совершенствование севооборотов и структуры посевных площадей для хозяйств различной специализации Центрального Черноземья [Текст] / Г.Н. Черкасов, А.С. Акименко // Земледелие. – 2016. – № 5. – С. 8-11.

183. Чесняк, Г.Я. Определение параметров свойств черноземов типичных мощных разного уровня плодородия [Текст] / Г.Я. Чесняк // Теоретические основы и методы определения оптимальных параметров свойств почв : Науч. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. – Москва, 1980. – С. 42-50.

184. Чупрова, В.В. Влияние сидератов на интенсивность продукционно-деструкционных процессов в агроэкосистемах Средней Сибири [Текст] / В.В. Чупрова // Агрохимия. – 1995. – № 11. – С.31-42.

185. Чуян, Н.А. Биоэнергетическая и эколого-экономическая оценка внесения минеральных удобрений и извести при использовании растительных остатков в качестве органического удобрения [Текст] / Н.А. Чуян, Р.Ф. Еремина, Н.П. Масютенко // Земледелие – 2009. – № 8. – С. 38-40.

186. Шарков, И.Н. Концепция воспроизводства гумуса в почвах [Текст] / И.Н. Шарков // Агрохимия. – 2011. – № 12. – С. 21-27.

187. Шарков, И.Н. Минимизация обработки и ее влияние на плодородие почвы [Текст] / И.Н. Шарков // Земледелие. – 2009. – № 3. – С. 24-27.

187. Шатилов, И.С. Состояние и перспективы повышения плодородия почв в Центрально-Черноземном экономическом районе РСФСР [Текст] / И.С. Шати-

лов, А.Д. Силин, Н.А. Полев // Повышение эффективности земледелия и агропромышленного производства Белгородской области. – Москва, 1990. – С. 33-44.

189. Шашко, Д.И. Агроклиматическое районирование СССР [Текст] / Д.И. Шашко. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1978. – 191 с.

190. Шевцова, Л.К. Гумусное состояние и азотный фонд основных типов почв при длительном применении удобрений [Текст] / Л.К. Шевцова: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 06.01.03. – Москва, 1988. – 40 с.

191. Шевченко, В.Е. Внедрение научно-обоснованной системы земледелия в хозяйствах ЦЧЗ – основа дальнейшего развития звена агропромышленного комплекса // Повышение плодородия черноземов и аготехника возделывания сельскохозяйственных культур : Науч. тр. НИИ СХ ЦЧП им. В.В. Докучаева. – Каменная Степь, 1984. – С. 3-12.

192. Шевченко, Г.А. Изменение гумусового состояния черноземов в условиях сельскохозяйственного производства [Текст] / Г.А. Шевченко // Изменение почв Центрального Черноземья под влиянием антропогенных факторов : сб. науч. тр. – Воронеж : Изд-во Воронежского ун-та, 1986. – С. 52-58.

193. Шикула, Н.К. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия [Текст] / Н.К. Шикула, Г.В. Назаренко. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 318 с.

194. Шикула, Н.К. Почвозащитная бесплужная обработка полей [Текст] / Н.К. Шикула. – Москва : Знание, 1990. – 62 с.

195. Шишов, Л.Л. Критерии и модели плодородия почв [Текст] / Л.Л. Шишов, И.И. Карманов, Д.К. Дурманов. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 184 с.

196. Щедрина, Д.И. Люцерна в ЦЧР [Текст] / Д.И. Щедрина, В.В. Коломейченко, А.Н. Зимин, Л.И. Саратовский. – Воронеж : Воронеж. ГАУ, 2002. – 159 с.

197. Щеглов, Д.И. Черноземы центра Русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов [Текст] / Д.И. Щеглов. – Москва : Наука, 1999. – 214 с.

198. Щербаков, А.П. Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ [Текст] / А.П. Щербаков, И.Д. Рудай. – Москва : Колос, 1983. – 189 с.

199. Щербаков, А.П. Русский чернозем на рубеже веков [Текст] / А.П. Щербаков, И.И. Васенев // Антропогенная эволюция черноземов. – Воронеж, Воронежск. госуд. ун-т, 2000. – С. 32-67.

200. Яковенко, В.П. К вопросу об оптимальном содержании гумус [Текст] / В.П. Яковенко // Почвоведение. – 1989. – № 9. – С. 117-121.

201. Ярошевич, М.И. Роль растительных остатков полевых культур в пополнении органического вещества почвы [Текст] / М.И. Ярошевич // Почва, плодородие и урожай. – Минск, 1973. – С. 389-395.

202. Яшин, И.М. Водорастворимые органические вещества почвы, их состав и миграция [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.03 / И.М. Яшин. – Москва, 1974. – 17 с.

203. Berner A. Neuer Langzeitversucht uber Bodenbearbeitung, Dungung und Preparate / A. Berner, R. Frei, P. Muder // Bioaktuel. – 2006. – № 5. – S. 4-6.

204. Dauerfeldfersuche der DDR. – Berlin. – Akademie der Landwirtschaft, 1984. – 230. – S. 15-93.

205. Krawutschke M. Einfluss differenzierter Bodenbearbeitung auf Gehalt und Dynamik der organischen Bodensubstanz in Ackerboden sowie deren Bedeutung fur die Humusbilanzierung: Masterarbeit cand. M. Sc. agr. / Krawutschke M. – Giessen, 2007. – 78 s.

206. Nesmeyanova M.A. Role of binary sowing crops with legumes for preserving and improving soil fertility / M.A. Nesmeyanova, T.G. Kuznetsova, A.V. Dedov // Вестник ОрелГАУ, 2013. – № 6 (45). – С. 33-37.

207. Oberlander H.E. Humus und organische Dungung im intensiver Ackerbau / H.E. Oberlander // Der Forderungsdienst. – 1977. – V. 25. – N 11. – S. 327-330.

209. Schieder E. Ergebnisse eines 15 jarigen Dauerdunfsversuches mit Stroh und Stallmeistl / E. Schieder, W. Breuig // Archir-Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde. – 1978. – Bd.22. – N 10. – S. 658-687.

209. Schmalfluss K. Mineraldungung und organische Bodensubstanz / K. Schmalfluss // Archiv-Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde. – 1960. – Bd.90. – N 1-2. – S. 50-58.

210. Schmalruss K. Feldverguiche mit Strohdungung / K. Schmalruss, G. Kolbe. – Deutch-Landwirtsch, 1959. – N 10. – 343 s.

211. Sollins P. Net nitrogen mineralization from light and heavy-fraction forest soil organic matter / P. Sollins, G. Spycher, C.A. Classman // Soil Biol. Biochem. – 1984. – Vol. 16. – P. 31-37.

212. Volker U. Mehrjahriger Einfluss von Bearbeitungs-, Dungungs- und Fruchtfolgemassnahmen auf die Humusdynamik / U. Volker, U.G. Muller, W. Heisig // Archiv-Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde. – 1980. – Bd 24. – N 2. – S. 107-114.

213. www.pogoda.ru.net (погода и климат – климатический монитор: погода в Воронеже [pogoda.ru.net /monitor.php. id=34123](http://pogoda.ru.net/monitor.php.id=34123)).

214. Zezukov N.I. The Content of Labile Organic Matter in the Arable Chernozems of the Central Chernozem Zone / N.I. Zezukov, A.V. Dedov // Eurasian Soil Science, 1995. – N 9 (27). – P. 23-29.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1
Скорость разложения растительных остатков
сельскохозяйственных культур (микроделяночный полевой опыт 2). 2013 год

Культура, смесь культур	Разложилось от исходного, %			
	Повторности			Среднее
	1	2	3	
1. Солома ячменя (С _я)	25,1	25,9	27,0	26,0
2. С _я + горчица сарептская пожнивно (ГС _п)	38,2	36,8	39,0	38,0
3. Солома озимой пшеницы (Соз)	24,6	25,9	24,5	25,0
4. С _{оз} + люцерна 3-го года жизни (Л ₃)	54,0	53,1	54,3	53,5
5. Люцерна 1-го года жизни (Л ₁)	67,0	66,4	64,6	66,0
6. Люцерна 2-го года жизни (Л ₂)	61,9	63,4	61,9	62,4
7. Люцерна 3-го года жизни (Л ₃)	60,2	58,6	59,4	59,4
8. Донник 1-го года жизни (Д ₁)	58,9	60,3	60,8	60,0
9. Донник 2-го года жизни (Д ₂)	58,6	60,2	57,9	58,9
10. ГС _п	80,9	83,1	82,0	82,0
11. Подсолнечик (стебли + корни) – П	44,6	46,1	44,6	45,1
12. П + Л ₁	48,2	49,6	49,2	49,0
13. П + Д ₁	48,1	46,9	46,9	47,3
НСР ₀₅				1,39

Приложение 2
Скорость разложения растительных остатков
сельскохозяйственных культур (микроделяночный полевой опыт 2). 2014 год

Культура, смесь культур	Разложилось от исходного, %			
	Повторности			Среднее
	1	2	3	
1. Солома ячменя (С _я)	77,5	79,1	79,8	78,8
2. С _я + горчица сарептская пожнивно (ГС _п)	79,5	78,1	81,8	79,8
3. Солома озимой пшеницы (Соз)	72,4	70,6	72,7	71,9
4. С _{оз} + люцерна 3-го года жизни (Л ₃)	77,3	75,8	77,3	76,8
5. Люцерна 1-го года жизни (Л ₁)	86,8	88,5	89,9	88,4
6. Люцерна 2-го года жизни (Л ₂)	84,2	82,9	82,2	83,1
7. Люцерна 3-го года жизни (Л ₃)	80,1	82,3	78,5	80,1
8. Донник 1-го года жизни (Д ₁)	81,1	80,3	78,5	80,3
9. Донник 2-го года жизни (Д ₂)	79,3	77,3	76,8	77,8
10. ГС _п	91,8	89,7	91,8	91,1
11. Подсолнечик (стебли + корни) – П	73,0	72,2	72,3	72,5
12. П + Л ₁	83,2	83,8	81,1	82,7
13. П + Д ₁	75,9	77,5	75,2	76,2
НСР ₀₅				1,91

Приложение 3
Скорость разложения растительных остатков
сельскохозяйственных культур (микроделяночный полевой опыт 2). 2015 год

Культура, смесь культур	Разложилось от исходного, %			
	Повторности			Среднее
	1	2	3	
1. Солома ячменя (С _я)	84,4	83,2	83,8	83,8
2. С _я + горчица сарептская пожнивно (ГС _п)	96,8	97,5	98,8	97,7
3. Солома озимой пшеницы (Соз)	84,2	86,8	88,5	86,5
4. С _{оз} + люцерна 3-го года жизни (Л ₃)	90,9	93,4	92,0	92,1
5. Люцерна 1-го года жизни (Л ₁)	97,6	98,8	97,3	97,9
6. Люцерна 2-го года жизни (Л ₂)	93,1	92,0	93,0	92,7
7. Люцерна 3-го года жизни (Л ₃)	92,5	93,1	91,9	92,5
8. Донник 1-го года жизни (Д ₁)	94,8	96,2	95,8	95,6
9. Донник 2-го года жизни (Д ₂)	93,4	92,2	91,9	92,5
10. ГС _п	96,6	98,3	96,4	97,1
11. Подсолнечик (стебли + корни) – П	88,9	89,8	90,1	89,6
12. П + Л ₁	93,3	94,8	95,7	94,6
13. П + Д ₁	90,9	92,4	91,2	91,5
НСР ₀₅				1,41

Приложение 4
Скорость разложения растительных остатков
сельскохозяйственных культур (микроделяночный полевой опыт 2). 2016 год

Культура, смесь культур	Разложилось от исходного, %			
	Повторности			Среднее
	1	2	3	
1. Солома ячменя (С _я)	93,3	94,8	94,5	94,2
2. С _я + горчица сарептская пожнивно (ГС _п)	99,2	96,2	98,9	98,1
3. Солома озимой пшеницы (Соз)	94,2	94,4	92,2	93,6
4. С _{оз} + люцерна 3-го года жизни (Л ₃)	98,4	95,7	98,4	97,5
5. Люцерна 1-го года жизни (Л ₁)	96,5	99,1	99,9	98,5
6. Люцерна 2-го года жизни (Л ₂)	95,7	95,8	98,6	96,7
7. Люцерна 3-го года жизни (Л ₃)	94,5	93,5	95,8	94,6
8. Донник 1-го года жизни (Д ₁)	97,7	96,8	97,4	97,3
9. Донник 2-го года жизни (Д ₂)	94,8	96,5	96,1	95,8
10. ГС _п	99,1	98,9	97,8	98,6
11. Подсолнечик (стебли + корни) – П	93,4	91,2	93,5	92,7
12. П + Л ₁	97,0	96,8	96,6	96,8
13. П + Д ₁	94,6	94,8	96,5	95,3
НСР ₀₅				1,85

Приложение 5

Скорость разложения биомассы культур севооборота (имитация севооборота, модельный полевой опыт 2)

Культура	Разложилось, %				
	Чистый пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник	Люцерна 2-го года жизни – бинарный посев озимой пшеницы и люцерны 3-го года жизни – ячмень + горчица сарептская (пожнивно) – бинарный посев подсолнечника с люцерной 1-го года жизни	Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни – ячмень + горчица сарептская (пожнивно) – бинарный посев подсолнечника с люцерной 1-го года жизни – люцерна 2-го года жизни	Ячмень + горчица сарептская (пожнивно) – бинарный посев подсолнечника с люцерной 1-го года жизни – люцерна 2-го года жизни – бинарный посев озимой пшеницы и люцерны 3-го года жизни	Бинарный посев подсолнечника с люцерной 1-го года жизни – люцерна 2-го года жизни – бинарный посев озимой пшеницы и люцерны 3-го года жизни – ячмень + горчица сарептская (пожнивно)
1	2	3	4	5	6
2013 г.					
Внесено при закладке опыта, г	30	30	30	30	30
То же, в %	100	100	100	100	100
Разложилось через год, г	25,9	20,7	7,6	19,0	15,3
То же, в % к внесенному	86,3	69,0	25,3	63,3	50,1
Не разложилось через год, г	4,1	9,7	23,4	11,0	14,7
То же, в % к внесенному	13,7	31,0	75,7	26,7	49,9
2014 г.					
Добавлено свежих остатков, г	30	30	30	30	30
Общая масса остатков после добавления в 2014 году, в г	34,1	39,7	53,4	41,0	44,7

Продолжение приложения 5					
1	2	3	4	5	6
Разложилось через год, г	10,5	19,7	35,9	31,8	23,2
То же, в % к внесен. за 2 года	30,7	49,6	67,2	77,6	51,9
Не разложилось через год, г	23,6	20,0	17,5	9,2	21,5
То же, в % к внесенному за 2 года	69,3	50,4	22,8	22,4	48,1
2015 г.					
Добавлено свежих остатков, г	30	30	30	30	30
Общая масса остатков после добавления в 2015 году в г	53,6	50,0	47,5	39,2	51,5
Разложилось через год, г	20,5	35,0	32,1	21,5	33,3
То же, в % к внесенному за 3 года	38,2	70,0	67,5	54,8	64,7
Не разложилось через год, г	33,1	15,0	15,4	17,7	18,2
То же, в % к внесенному за 3 года	61,8	30,0	32,5	47,2	35,3
2016 г.					
Добавлено свежих остатков, г	30	30,0	30	30	30
Общая масса остатков после добавления в 2016 году в г	63,1	65,0	45,4	47,7	48,2
Разложилось через год, г	21,5	29,1	25,1	32,5	30,3
То же, в % к внесенному за 4 года	34,0	44,7	55,2	68,1	62,9
Не разложилось через год, г	41,6	35,9	20,3	15,2	17,9
То же, в % к внесенному за 4 года	66,0	52,3	44,8	31,9	37,1
Среднее за 2013-2016 гг.					
Добавлено свежих остатков, г	120	120,0	120	120	120
Разложилось за 4 года, г	78,4	104,5	100,7	104,8	102,1
То же, в % к внесенному за 4 года	65,3	87,0	83,9	87,3	85,1
Не разложилось за 4 года, г	41,6	15,5	19,3	15,2	17,9
То же, в % к внесенному за 4 года	34,7	13,0	16,1	12,7	14,9

Приложение 6

Скорость разложения биомассы культур севооборота (имитация севооборота, модельный полевой опыт 2)

Культура	Разложилось, %				
	Чистый пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник	Донник 2-го года жизни – озимая пшеница – ячмень + горчица сарептская (пожнивno) – бинарный посев подсолнечника с донником 1-го года жизни	Озимая пшеница – ячмень + горчица сарептская (пожнивno) – бинарный посев подсолнечника с донником 1-го года жизни – донник 2-го года жизни	Ячмень + горчица сарептская (пожнивno) – бинарный посев подсолнечника с донником 1-го года жизни – донник 2-го года жизни – озимая пшеница	Бинарный посев подсолнечника с донником 1-го года жизни – донник 2-го года жизни – озимая пшеница – ячмень + горчица сарептская (пожнивno)
1	2	3	4	5	6
2013 г.					
Внесено при закладке опыта, г	30	30	30	30	30
То же, %	100	100	100	100	100
Разложилось через год, г	26,5	22,7	5,6	20,5	25,6
То же, в % к внесенному	88,3	75,7	18,6	68,3	85,3
Не разложилось через год, г	3,5	7,3	24,4	9,5	4,4
То же, в % к внесенному	11,7	24,3	81,4	21,7	13,7
2014 г.					
Добавлено свежих остатков, г	30	30,0	30	30	30
Общая масса остатков после добавления в 2014 г., в г	33,5	37,3	54,4	39,5	34,4
Разложилось через год, г	11,2	11,7	25,1	32,8	26,5
То же, в % к внесенному за 2 года	33,4	31,4	46,1	83,0	77,0
Не разложилось через год, г	22,3	25,6	29,3	9,2	7,9
То же, в % к внесенному за 2 года	66,6	68,6	53,9	17,0	23,0

Продолжение приложения 6

1	2	3	4	5	6
2015 г.					
Добавлено свежих остатков, г	30	30,0	30	30	30
Общая масса остатков после добавления в 2015 г., г	52,3	55,6	59,3	39,2	37,9
Разложилось через год, г	18,5	25,0	30,3	23,8	7,5
То же, в % к внесенному за 3 года	35,4	44,9	51,1	60,2	19,7
Не разложилось через год, г	33,8	30,6	29,0	15,4	30,4
То же, в % к внесенному за 3 года	64,6	53,1	47,9	39,8	80,3
2016 г.					
Добавлено свежих остатков, г	30	30,0	30	30	30
Общая масса остатков после добавления в 2016 г. в г	63,8	60,6	59,0	45,4	60,4
Разложилось через год, г	22,7	32,8	30,5	6,1	30,0
То же, в % к внесенному за 4 года	35,6	54,1	51,6	13,4	49,7
Не разложилось через год, г	41,1	27,8	28,5	39,3	30,4
То же, в % к внесенному за 4 года	64,4	55,9	45,4	86,6	50,3
Среднее за 2013-2016 гг.					
Добавлено свежих остатков, г	120	120	120	120	120
Разложилось за 4 года, г	78,9	92,2	91,5	83,2	89,6
То же, в % к внесенному за 4 года	65,8	76,8	76,8	69,3	74,6
Не разложилось за 4 года, г	41,1	27,8	34,2	36,8	30,4
То же, в % к внесенному за 4 года	34,2	23,2	28,5	30,7	25,4

Приложение 7
Содержание легкогидролизуемого азота в пахотном слое почвы, мг/кг

Способ обработки (Б)	Вариант опыта (А)	Слой почвы, см (С)	Содержание легкогидролизуемого азота в годы исследований по фазам вегетации											
			2014 г.				2015 г.				2016 г.			
			1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Предшественники озимых (1 – весеннее отрастание, 2 – цветение трав, 3 – перед посевом)														
Комбини- рованная на фоне вспашки	Пар чистый (контроль)	0-10	265	250	161	225	285	233	155	224	210	177	115	167
		10-20	240	177	142	186	224	162	135	174	192	145	150	162
		20-30	210	164	132	169	215	151	120	162	183	113	111	136
	Сидеральный пар донник желтый)	0-10	240	184	140	188	252	172	132	185	220	200	178	199
		10-20	210	171	150	177	223	164	147	178	190	166	144	165
		20-30	178	155	130	154	166	143	120	143	190	164	140	165
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	270	184	146	200	281	175	133	196	240	200	180	207
		10-20	196	155	122	158	206	162	127	165	198	181	156	178
		20-30	171	145	110	142	188	138	109	145	180	177	150	169
Комбини- рованная на фоне плоскорез- ного рыхления	Пар чистый (контроль)	0-10	245	198	175	206	238	184	163	195	210	180	150	180
		10-20	230	186	152	189	241	177	140	186	200	149	110	153
		20-30	178	160	142	160	156	130	122	136	184	100	76	120
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	232	175	141	183	244	166	133	181	230	200	180	203
		10-20	220	159	141	173	232	140	126	166	220	190	116	175
		20-30	160	153	125	146	149	123	112	128	165	78	70	104
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-30	204	162	136	167	208	143	124	158	205	156	122	161
		0-10	230	156	122	169	242	164	110	172	230	200	180	203
		10-20	192	162	119	158	200	152	101	151	200	200	160	187
20-30	163	147	104	138	155	130	96	127	146	113	80	113		
НСР ₀₅ частных различий			5,5	2,3	5,0	24,8	5,3	3,8	4,1	29,8	5,9	3,2	3,4	26,7
НСР ₀₅ главного фактора А			2,2	0,9	2,0	10,1	2,2	1,5	1,7	12,2	2,4	1,3	1,4	10,9
НСР ₀₅ главного фактора Б			1,8	0,8	1,7	8,3	1,8	1,3	1,4	9,9	1,9	1,0	1,1	8,9
НСР ₀₅ главного фактора С			2,2	0,9	2,0	10,1	2,2	1,5	1,7	12,2	2,4	1,3	1,4	10,9

Продолжение приложения 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – колошение, 3 – перед уборкой)														
Комбинированная на фоне вспашки	Пар чистый (контроль)	0-10	205	175	141	174	222	166	131	173	200	156	109	155
		10-20	185	157	132	158	175	132	110	139	163	132	100	132
		20-30	169	134	113	139	151	121	100	124	150	120	100	123
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	220	164	120	168	202	172	110	163	210	190	155	185
		10-20	180	151	115	149	164	140	105	136	158	133	100	130
		20-30	158	135	104	132	135	116	100	117	130	130	90	117
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	242	195	136	191	220	171	124	172	220	200	169	196
		10-20	220	171	132	174	208	160	119	162	185	153	100	146
		20-30	181	155	120	152	159	135	103	132	174	130	100	135
Комбинированная на фоне плоскорезного рыхления	Пар чистый (контроль)	0-10	195	162	122	160	189	148	110	149	210	168	150	176
		10-20	172	146	119	146	161	131	101	131	156	200	90	149
		20-30	135	110	95	113	122	105	82	103	90	115	60	88
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	200	174	132	169	210	163	122	165	233	216	151	200
		10-20	195	142	102	146	156	131	100	129	154	200	100	151
		20-30	135	115	100	117	141	105	84	110	90	100	70	83
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	212	165	126	168	205	172	115	164	234	279	145	219
		10-20	200	150	135	162	188	142	111	147	200	200	110	170
		20-30	161	135	110	135	154	124	100	126	100	100	90	97
НСР ₀₅ частных различий			4,22	3,30	3,62	17,75	4,9	4,2	4,1	17,4	4,2	2,3	2,7	35,5
НСР ₀₅ главного фактора А			1,72	1,35	1,48	7,25	2,0	1,7	1,7	7,1	1,7	0,9	1,1	14,5
НСР ₀₅ главного фактора Б			1,41	1,10	1,21	5,92	1,64	1,4	1,4	5,8	1,4	0,8	0,9	11,8
НСР ₀₅ главного фактора С			1,72	1,35	1,48	7,25	2,0	1,7	1,7	7,1	1,7	0,9	1,1	14,5

Продолжение приложения 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ячмень (1 – перед посевом, 2 – колошение, 3 – перед уборкой)														
Комбинированная на фоне вспашки	Пар чистый (контроль)	0-10	180	164	132	159	163	142	121	142	200	187	109	165
		10-20	176	142	121	146	154	131	111	132	150	100	110	120
		20-30	153	122	103	126	139	112	100	117	130	100	90	108
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	192	154	130	159	181	144	125	150	230	199	130	186
		10-20	183	147	125	152	176	135	112	141	154	110	100	121
		20-30	168	132	110	137	155	124	105	128	150	90	100	113
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	200	165	126	164	195	151	116	154	219	141	163	174
		10-20	201	170	122	164	189	155	100	148	150	160	100	137
		20-30	192	145	100	146	164	131	86	127	150	140	100	130
Комбинированная на фоне плоскорезного рыхления	Пар чистый (контроль)	0-10	172	154	122	149	177	143	106	142	177	200	181	186
		10-20	166	132	111	136	151	112	100	121	200	189	120	170
		20-30	144	112	92	116	123	102	81	102	100	100	80	93
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	182	144	120	149	190	133	112	145	186	247	190	208
		10-20	173	152	125	150	164	145	102	137	200	120	110	143
		20-30	148	112	90	117	142	107	90	113	100	80	90	90
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	194	175	136	168	199	166	121	162	203	219	145	189
		10-20	185	150	112	149	175	152	105	144	180	180	90	150
		20-30	152	125	98	125	132	114	92	113	100	120	50	90
НСР ₀₅ частных различий			3,79	3,70	3,93	11,63	4,0	4,1	5,8	15,9	3,5	3,7	2,3	41,4
НСР ₀₅ главного фактора А			1,55	1,51	1,60	4,75	1,6	1,7	2,4	6,5	1,4	1,5	0,9	16,7
НСР ₀₅ главного фактора Б			1,26	1,23	1,31	3,88	1,3	1,4	1,9	5,3	1,1	1,2	0,7	13,8
НСР ₀₅ главного фактора С			1,55	1,51	1,60	4,75	1,6	1,7	2,4	6,5	1,4	1,5	0,9	16,7

Продолжение приложения 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Подсолнечник (1 – перед посевом, 2 – цветение, 3 – перед уборкой)														
Вспашка (20-22 см)	Пар чистый (контроль)	0-10	228	230	171	210	211	196	121	176	188	215	178	194
		10-20	233	162	140	178	203	172	153	176	200	220	100	173
		20-30	215	153	130	123	195	149	124	156	200	180	100	160
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	230	194	152	192	241	204	140	195	174	197	180	184
		10-20	200	165	142	169	188	140	122	150	200	220	149	187
		20-30	188	147	124	153	161	131	104	132	190	180	100	157
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	251	174	136	187	260	154	156	190	220	230	162	204
		10-20	206	150	130	162	226	161	120	169	200	200	150	183
		20-30	161	133	120	138	155	123	100	126	150	200	150	167
Плоско- резная обработка (20-22 см)	Пар чистый (контроль)	0-10	218	198	151	189	208	182	144	178	240	282	166	165
		10-20	227	142	120	163	195	150	108	151	200	180	200	193
		20-30	165	123	100	129	144	113	94	117	100	120	100	107
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	225	184	144	184	233	175	144	184	279	230	208	239
		10-20	202	152	122	159	212	142	135	163	200	240	140	193
		20-30	168	133	101	134	171	113	88	124	100	160	60	107
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-30	198	156	122	159	205	143	122	157	193	210	136	180
		0-10	235	166	128	176	244	179	108	177	243	250	229	241
		10-20	216	148	112	159	226	160	100	162	200	200	100	167
		20-30	142	113	100	118	112	123	80	105	100	153	100	118
НСР ₀₅ частных различий			3,62	10,33	3,56	22,82	20,1	2,2	2,9	29,5	5,2	6,7	1,9	42,4
НСР ₀₅ главного фактора А			1,48	4,22	1,45	9,31	8,2	0,9	1,2	12,1	2,1	2,7	0,8	17,3
НСР ₀₅ главного фактора Б			1,21	3,44	1,19	7,61	6,7	0,7	0,9	9,8	1,7	2,2	0,6	14,1
НСР ₀₅ главного фактора С			1,48	4,22	1,45	9,31	8,2	0,9	1,2	12,1	2,1	2,7	0,8	17,3

Приложение 8
Содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы, мг/кг

Способ обработки (Б)	Предшественник (А)	Слой почвы, см (С)	Содержание подвижного фосфора в годы исследований по фазам вегетации											
			2014 г.				2015 г.				2016 г.			
			1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Предшественники озимых (1 – весеннее отрастание, 2 – цветение трав, 3 – перед посевом)														
Комбинированная на фоне вспашки	Пар чистый (контроль)	0-10	171	164	124	153	68	110	92	90	130	120	100	117
		10-20	151	178	166	165	63	108	87	86	100	142	110	117
		20-30	110	120	100	110	55	100	76	77	100	140	90	110
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	179	165	169	171	77	132	103	104	150	161	150	154
		10-20	145	161	156	154	68	130	100	99	132	146	101	126
		20-30	133	127	130	130	62	122	100	95	120	140	100	120
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	157	193	178	176	88	145	124	119	160	187	148	165
		10-20	178	192	161	177	72	141	133	115	140	145	128	138
		20-30	142	164	135	147	65	134	115	105	138	145	120	134
Комбинированная на фоне плоскорезного рыхления	Пар чистый (контроль)	0-10	168	157	132	152	65	120	111	99	120	144	100	121
		10-20	140	168	142	150	72	105	87	88	100	130	96	109
		20-30	100	110	98	103	52	90	54	65	80	92	77	86
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	158	171	180	169	72	151	116	113	140	150	129	140
		10-20	155	169	145	156	61	135	116	104	140	155	100	132
		20-30	113	107	101	107	47	104	92	81	101	100	80	94
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	161	188	192	180	84	151	128	121	160	177	154	164
		10-20	168	195	173	179	75	142	123	113	157	182	150	163
		20-30	112	103	100	105	66	121	103	97	100	100	80	93
НСР ₀₅ частных различий			3,8	4,7	3,6	19,6	3,5	3,0	3,8	14,1	3,0	3,0	3,2	15,3
НСР ₀₅ главного фактора А			1,5	1,9	1,5	8,0	1,4	1,2	1,6	5,9	1,2	1,2	1,3	6,2
НСР ₀₅ главного фактора Б			1,7	1,6	1,2	6,5	1,2	1,0	1,3	4,8	1,0	1,0	1,0	5,1
НСР ₀₅ главного фактора С			1,5	1,9	1,5	8,0	1,4	1,2	1,6	5,9	1,2	1,2	1,3	6,2

Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – колошение, 3 – перед уборкой)														
Комбини- рованная на фоне вспашки	Пар чистый (контроль)	0-10	86	63	46	65	95	76	51	74	62	83	41	62
		10-20	76	66	54	65	81	54	40	58	55	50	40	48
		20-30	63	46	37	48	52	41	32	42	45	50	30	42
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	88	68	72	76	95	77	62	78	100	140	62	101
		10-20	87	57	63	69	93	69	60	74	72	50	35	56
		20-30	71	43	56	57	81	51	45	59	53	50	35	46
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	96	57	78	77	100	85	61	82	100	133	83	105
		10-20	77	53	74	68	92	61	54	69	76	80	50	69
		20-30	63	46	63	57	73	60	41	58	70	63	50	64
Комбини- рованная на фоне плоскорез- ного рыхления	Пар чистый (контроль)	0-10	74	57	47	59	84	63	51	66	54	68	40	54
		10-20	62	59	48	53	71	62	42	58	50	60	45	52
		20-30	51	43	34	43	43	40	30	38	40	40	20	33
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	75	61	66	67	81	70	56	69	95	140	47	94
		10-20	74	42	53	56	80	65	50	65	60	66	49	58
		20-30	65	37	46	49	55	41	30	42	40	40	21	34
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	85	59	66	70	88	66	58	71	107	134	77	106
		10-20	69	42	62	58	72	66	54	64	50	65	70	62
		20-30	56	34	58	49	53	45	35	44	50	35	30	38
НСР ₀₅ частных различий			2,9	3,1	3,7	19,0	3,8	1,9	2,7	8,9	2,6	3,5	3,0	23,6
НСР ₀₅ главного фактора А			1,2	1,3	1,5	5,3	1,5	0,8	1,1	3,6	1,0	1,4	1,2	6,6
НСР ₀₅ главного фактора Б			1,2	1,3	1,5	4,3	1,3	0,7	0,9	2,9	0,8	1,1	1,0	7,7
НСР ₀₅ главного фактора С			1,0	1,0	1,2	5,3	1,5	0,8	1,1	3,6	1,0	1,4	1,2	9,6

Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ячмень (1 – перед посевом, 2 – колошение, 3 – перед уборкой)														
Комбини- рованная на фоне вспашки	Пар чистый (контроль)	0-10	54	84	60	66	63	72	55	63	68	113	62	81
		10-20	53	75	54	61	72	86	49	69	50	70	40	53
		20-30	48	75	46	56	54	64	40	53	20	30	30	27
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	64	94	58	72	74	90	62	75	69	137	78	95
		10-20	63	93	52	69	70	98	72	80	60	60	65	62
		20-30	46	73	45	55	51	65	39	52	30	40	25	32
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	60	96	66	74	78	85	72	78	86	109	62	86
		10-20	54	90	56	67	69	92	79	80	50	70	50	57
		20-30	53	80	53	62	65	77	62	68	50	70	50	57
Комбини- рованная на фоне плоскорез- ного рыхления	Пар чистый (контроль)	0-10	55	74	52	60	65	80	65	70	60	100	50	70
		10-20	43	65	50	53	56	72	61	63	40	70	40	50
		20-30	44	60	41	48	47	39	31	39	29	40	30	33
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	54	82	52	63	72	88	68	76	80	98	66	81
		10-20	54	72	42	59	70	85	55	70	50	70	60	60
		20-30	37	55	35	42	51	49	32	44	20	30	30	27
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	54	86	60	67	62	79	66	69	62	106	58	75
		10-20	46	72	45	54	53	78	55	62	60	70	50	60
		20-30	44	63	38	52	42	52	41	45	40	40	30	37
НСР ₀₅ частных различий			2,4	3,3	2,8	7,1	4,3	4,0	2,7	10,1	2,5	1,6	2,9	19,0
НСР ₀₅ главного фактора А			1,0	1,3	1,1	2,9	1,8	1,6	1,1	4,1	1,0	0,6	1,2	7,7
НСР ₀₅ главного фактора Б			1,0	1,13	1,1	2,4	1,4	1,3	0,9	3,4	0,8	0,5	0,9	6,3
НСР ₀₅ главного фактора С			0,8	1,1	1,0	2,9	1,8	1,6	1,1	4,1	1,0	0,6	1,2	7,7

Продолжение приложения 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Подсолнечник (1 – перед посевом, 2 – цветение, 3 – перед уборкой)														
Вспашка (20-22 см)	Пар чистый (контроль)	0-10	106	103	93	101	110	100	83	97	122	148	92	121
		10-20	83	93	94	90	80	85	80	82	50	60	60	57
		20-30	72	80	74	75	65	49	50	56	50	50	50	40
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	93	90	96	93	108	95	91	98	129	142	100	124
		10-20	102	103	108	104	109	115	100	108	60	70	60	63
		20-30	100	95	90	95	93	85	80	86	60	70	56	62
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	82	83	92	86	102	91	62	85	124	136	104	121
		10-20	80	85	85	83	90	74	64	76	80	100	80	87
		20-30	96	83	103	94	88	65	60	71	60	70	50	60
Плоско- резная обработка (20-22 см)	Пар чистый (контроль)	0-10	92	83	74	83	113	102	91	102	103	120	78	100
		10-20	106	86	100	97	90	75	72	79	70	80	60	70
		20-30	92	92	85	90	60	52	45	52	40	60	30	43
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	103	94	114	104	110	105	90	102	137	152	95	128
		10-20	103	93	104	100	105	100	98	101	70	75	70	72
		20-30	92	93	103	86	88	75	65	76	30	25	30	28
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	93	93	91	92	110	95	73	93	106	121	104	114
		10-20	83	73	75	77	100	74	70	81	70	120	60	83
		20-30	76	84	83	81	68	51	44	54	40	80	40	53
НСР ₀₅ частных различий			4,3	3,7	2,9	15,0	5,6	4,6	1,8	10,3	2,2	2,3	2,5	18,5
НСР ₀₅ главного фактора А			1,7	1,5	1,2	6,2	2,3	1,8	0,7	4,2	0,9	0,9	1,0	7,5
НСР ₀₅ главного фактора Б			1,7	1,5	1,2	5,0	1,9	1,5	0,6	3,4	0,7	0,7	0,8	6,1
НСР ₀₅ главного фактора С			1,4	1,2	1,0	6,2	2,3	1,8	0,7	4,2	0,9	0,9	1,0	7,5

Приложение 9
Содержание обменного калия в пахотном слое почвы, мг/кг

Способ обработки (Б)	Предшественник (А)	Слой почвы, см (С)	Содержание обменного калия в годы исследований по фазам вегетации											
			2014 г.				2015 г.				2016 г.			
			1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Предшественники озимых (1 – весеннее отрастание, 2 – цветение трав, 3 – перед посевом)														
Комбинированная на фоне вспашки	Пар чистый (контроль)	0-10	162	152	163	159	194	199	212	202	190	200	165	185
		10-20	163	158	153	158	185	182	194	187	173	170	150	164
		20-30	143	143	144	143	170	153	167	163	150	170	150	157
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	141	142	196	160	208	221	234	221	200	220	210	210
		10-20	118	121	132	124	205	187	254	215	189	195	210	198
		20-30	203	140	133	158	190	180	190	187	169	164	210	181
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	118	151	196	155	225	242	250	239	230	240	220	230
		10-20	146	153	186	162	220	228	246	231	175	194	219	196
		20-30	128	126	146	133	202	195	198	198	174	190	200	188
Комбинированная на фоне плоскорезного рыхления	Пар чистый (контроль)	0-10	184	165	151	167	213	188	205	202	230	240	200	223
		10-20	108	95	190	131	202	165	179	182	132	149	130	137
		20-30	193	156	145	165	175	144	157	158	130	130	111	124
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	123	172	167	154	225	215	220	220	240	250	273	254
		10-20	112	176	164	151	209	180	178	189	167	280	200	217
		20-30	136	131	126	131	174	166	155	165	100	100	100	100
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	123	116	195	145	211	222	230	221	240	254	260	251
		10-20	163	131	190	161	224	198	184	202	200	205	240	215
		20-30	126	123	136	128	185	198	181	188	100	150	160	137
НСР ₀₅ частных различий			3,3	3,3	3,4	24,1	6,3	3,1	4,7	22,9	3,6	3,9	4,4	39,0
НСР ₀₅ главного фактора А			1,4	1,4	1,4	9,9	2,6	1,3	1,9	9,4	1,4	1,6	1,8	15,9
НСР ₀₅ главного фактора Б			1,4	1,4	1,4	8,0	2,1	1,0	1,6	7,7	1,2	1,3	1,4	13,0
НСР ₀₅ главного фактора С			1,1	1,1	1,1	9,9	2,6	1,3	1,9	9,4	1,4	1,6	1,8	15,9

Продолжение приложения 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – колошение, 3 – перед уборкой)														
Комбини- рованная на фоне вспашки	Пар чистый (контроль)	0-10	96	133	115	115	84	141	123	116	100	145	118	121
		10-20	97	107	135	113	91	117	125	111	68	70	110	83
		20-30	74	66	87	75	81	75	81	79	60	70	90	80
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	84	146	122	117	79	136	127	114	114	132	106	117
		10-20	97	154	124	125	95	164	113	124	70	130	130	110
		20-30	59	135	96	97	75	89	106	90	50	110	100	87
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	99	188	133	140	102	173	142	139	118	141	110	123
		10-20	72	155	153	127	91	142	127	120	70	150	130	117
		20-30	93	136	106	112	88	140	111	113	70	150	120	113
Комбини- рованная на фоне плоскорез- ного рыхления	Пар чистый (контроль)	0-10	86	126	113	108	82	115	100	99	107	158	165	143
		10-20	82	109	112	101	91	124	115	110	60	60	70	63
		20-30	69	62	94	75	59	48	76	61	40	40	50	43
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	79	135	109	108	75	140	124	113	125	150	120	132
		10-20	84	132	114	110	98	145	120	121	60	130	110	100
		20-30	44	125	88	86	54	68	76	66	40	80	70	63
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	87	173	125	128	82	152	132	122	134	232	157	174
		10-20	79	144	142	122	97	154	138	129	60	100	120	93
		20-30	87	123	97	102	61	82	70	71	40	70	80	63
НСР ₀₅ частных различий			3,0	4,5	2,5	28,9	2,9	3,6	3,4	23,7	2,8	2,8	3,6	29,4
НСР ₀₅ главного фактора А			1,2	1,8	1,4	11,3	1,2	1,5	1,4	9,7	1,1	1,1	1,5	12,0
НСР ₀₅ главного фактора Б			1,2	1,8	1,4	9,6	1,0	1,2	1,1	7,9	0,9	0,9	1,2	9,8
НСР ₀₅ главного фактора С			1,0	1,5	1,2	11,8	1,2	1,5	1,4	9,7	1,1	1,1	1,5	12,0

Продолжение приложения 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ячмень (1 – перед посевом, 2 – колошение, 3 – перед уборкой)														
Комбини- рованная на фоне вспашки	Пар чистый (контроль)	0-10	183	193	140	172	171	185	152	169	149	168	145	154
		10-20	151	153	141	148	162	149	138	150	150	170	120	147
		20-30	139	129	88	119	129	131	118	126	100	100	80	93
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	188	176	143	169	181	165	152	166	144	178	160	161
		10-20	165	165	124	151	176	174	139	163	150	150	130	143
		20-30	152	100	97	116	164	141	127	144	150	140	130	140
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	157	154	142	151	179	185	152	172	162	195	138	165
		10-20	137	114	133	128	168	154	143	155	150	160	150	153
		20-30	106	116	89	104	128	136	115	126	150	140	150	147
Комбини- рованная на фоне плоскорез- ного рыхления	Пар чистый (контроль)	0-10	172	174	126	157	175	182	156	171	184	200	130	171
		10-20	141	146	118	135	154	171	148	158	130	120	130	127
		20-30	121	134	67	107	111	114	107	111	70	80	70	73
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	176	165	129	157	182	175	165	174	155	171	160	162
		10-20	153	151	114	139	162	171	144	159	150	180	130	150
		20-30	144	86	78	103	125	116	101	114	100	90	100	97
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	156	134	126	139	189	164	135	163	208	224	210	214
		10-20	127	100	115	114	176	165	145	162	140	150	130	140
		20-30	96	98	77	90	130	108	117	118	90	100	80	90
НСР ₀₅ частных различий			2,9	2,8	2,4	2,7	2,6	3,6	4,7	14,4	2,4	1,9	6,1	21,4
НСР ₀₅ главного фактора А			1,2	1,1	0,9	1,1	1,1	1,5	1,9	5,8	0,9	0,8	2,5	8,7
НСР ₀₅ главного фактора Б			1,2	1,1	0,9	1,1	0,9	1,2	1,6	4,5	0,8	0,6	2,0	7,1
НСР ₀₅ главного фактора С			1,0	0,9	0,8	0,9	1,1	1,5	1,9	5,8	0,9	0,8	2,5	8,7

Продолжение приложения 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Подсолнечник (1 – перед посевом, 2 – цветение, 3 – перед уборкой)														
Вспашка (20-22 см)	Пар чистый (контроль)	0-10	162	152	163	159	156	164	172	164	205	204	190	200
		10-20	163	158	153	158	168	151	146	155	130	160	120	137
		20-30	143	143	144	143	135	139	131	135	70	50	80	67
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	141	142	196	160	155	168	181	168	203	206	201	203
		10-20	118	121	132	124	134	142	150	142	150	150	140	147
		20-30	203	140	133	158	175	165	143	161	70	100	100	90
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	118	151	196	155	148	161	186	165	150	213	237	200
		10-20	146	153	186	162	166	175	190	177	150	160	180	163
		20-30	128	126	146	133	158	150	166	158	150	140	150	147
Плоско- резная обработка (20-22 см)	Пар чистый (контроль)	0-10	184	165	151	167	172	169	148	163	140	193	187	173
		10-20	108	95	190	131	129	108	100	112	180	130	140	150
		20-30	193	156	145	165	113	101	100	104	100	70	60	77
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	123	172	167	154	138	162	147	149	190	214	238	214
		10-20	112	176	164	151	142	156	134	144	120	130	140	130
		20-30	136	131	126	131	117	101	106	108	80	70	60	70
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	123	116	195	145	153	146	155	151	156	198	209	188
		10-20	163	131	190	161	155	146	160	154	170	200	160	177
		20-30	126	123	136	128	110	103	106	106	100	100	90	97
НСР ₀₅ частных различий			3,3	3,3	3,4	24,2	4,1	2,3	3,2	18,7	6,1	5,0	4,8	33,4
НСР ₀₅ главного фактора А			1,3	1,3	1,4	9,7	1,7	,9	1,3	7,7	2,5	2,0	1,9	13,6
НСР ₀₅ главного фактора Б			1,3	1,3	1,4	8,0	1,4	0,8	1,1	6,3	2,0	1,6	1,6	11,1
НСР ₀₅ главного фактора С			1,1	1,1	1,1	9,7	1,7	0,9	1,3	7,7	2,5	2,0	1,9	13,6

Приложение 10

Содержание общего гумуса по слоям почвы звеньев севооборотов при использовании различных приемов биологизации и способов обработки почвы, %

Вариант опыта (А)	Способа обработки (В)	Слой почвы, см (С)	Содержание гумуса, %							
			2013 г.				2016 г.			
			Повторность				Повторность			
			1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее
Зернопаро-пропашной	Комбинированная на фоне вспашки	0-10	5,3	5,5	5,4	5,4	5,2	5,0	5,1	5,1
		10-20	5,4	5,6	5,5	5,5	5,4	5,2	5,3	5,3
		20-30	5,2	5,4	5,3	5,3	5,3	5,1	5,2	5,2
Сидеральный		0-10	5,6	5,4	5,5	5,5	5,6	5,8	5,7	5,7
		10-20	5,8	5,6	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	5,8
		20-30	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7	5,8	5,6	5,6
Зернотравяно-пропашной		0-10	5,5	5,7	5,6	5,6	5,8	5,8	5,8	5,8
		10-20	5,7	5,7	5,7	5,7	6,0	5,8	5,9	5,9
		20-30	5,4	5,6	5,5	5,5	5,7	5,7	5,7	5,7
Зернопаро-пропашной	Комбинированная на фоне плоскорезного рыхления	0-10	5,4	5,6	5,5	5,5	5,4	5,6	5,5	5,6
		10-20	5,7	5,5	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
		20-30	5,4	5,4	5,4	5,4	5,3	5,1	5,2	5,2
Сидеральный		0-10	5,8	5,8	5,7	5,7	5,9	5,9	5,9	5,9
		10-20	5,9	5,7	5,8	5,8	6,0	5,8	5,9	5,9
		20-30	5,6	5,6	5,6	5,6	5,5	5,7	5,6	5,6
Зернотравяно-пропашной		0-10	5,9	5,7	5,8	5,8	6,0	6,0	6,0	6,0
		10-20	5,8	5,8	5,8	5,8	6,0	6,0	6,0	6,0
		20-30	5,4	5,6	5,5	5,5	5,6	5,8	5,7	5,7
НСР ₀₅ частных различий					0,14					0,13
НСР ₀₅ главного фактора А					0,06					0,05
НСР ₀₅ главного фактора Б					0,05					0,04
НСР ₀₅ главного фактора С					0,06					0,05

Приложение 11
Содержание детрита в пахотном слое почвы (0-30 см) под различными предшественниками озимой пшеницы в зависимости от приемов основной обработки почвы, %

Вариант опыта (А)	Способ обработки (В)	Слой почвы, см (С)	Содержание детрита в годы исследований по фазам вегетации								
			2014 г.			2015 г.			2016 г.		
			Всходы	Цветение	Среднее	Всходы	Цветение	Среднее	Всходы	Цветение	Среднее
Пар чистый (контроль)	Комбинированная на фоне вспашки	0-10	0,15	0,11	0,13	0,18	0,12	0,15	0,14	0,10	0,12
		10-20	0,14	0,08	0,11	0,14	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12
		20-30	0,10	0,08	0,09	0,13	0,11	0,12	0,10	0,08	0,09
Сидеральный пар (донник желтый)		0-10	0,26	0,30	0,28	0,26	0,30	0,28	0,38	0,26	0,32
		10-20	0,20	0,24	0,22	0,25	0,29	0,28	0,35	0,25	0,30
		20-30	0,20	0,24	0,22	0,24	0,28	0,26	0,28	0,20	0,24
Занятый пар с люцерной синей		0-10	0,26	0,32	0,29	0,30	0,38	0,34	0,30	0,38	0,34
		10-20	0,26	0,28	0,27	0,27	0,35	0,31	0,24	0,32	0,28
		20-30	0,23	0,27	0,25	0,27	0,29	0,28	0,20	0,26	0,23
Пар чистый (контроль)	Комбинированная на фоне плоскорезного рыхления	0-10	0,16	0,12	0,14	0,13	0,11	0,12	0,16	0,10	0,13
		10-20	0,11	0,09	0,10	0,13	0,07	0,10	0,18	0,10	0,14
		20-30	0,09	0,09	0,09	0,10	0,06	0,08	0,12	0,08	0,10
Сидеральный пар (донник желтый)		0-10	0,30	0,36	0,33	0,26	0,30	0,28	0,32	0,39	0,30
		10-20	0,23	0,27	0,25	0,26	0,26	0,26	0,30	0,36	0,33
		20-30	0,18	0,24	0,21	0,17	0,19	0,18	0,20	0,24	0,22
Занятый пар с люцерной синей		0-10	0,34	0,36	0,35	0,28	0,32	0,30	0,32	0,40	0,34
		10-20	0,30	0,34	0,32	0,28	0,32	0,30	0,32	0,36	0,34
		20-30	0,20	0,26	0,23	0,22	0,26	0,24	0,20	0,24	0,22
НСР ₀₅ частных различий, %			0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,06
НСР ₀₅ главного фактора А, %			0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
НСР ₀₅ главного фактора В, %			0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
НСР ₀₅ главного фактора С, %			0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02

Приложение 12
Содержание детрита в пахотном слое почвы (0-30 см) под озимой пшеницей
в зависимости от приемов основной обработки почвы, %

Вариант опыта (А)	Способ обработки (В)	Слой почвы, см (С)	Содержание детрита в годы исследований по фазам вегетации								
			2014 г.			2015 г.			2016 г.		
			Отрастание	Уборка	Среднее	Отрастание	Уборка	Среднее	Отрастание	Уборка	Среднее
Пар чистый (контроль)	Комбиниру- ванная на фоне вспашки	0-10	0,16	0,22	0,19	0,12	0,26	0,20	0,14	0,24	0,19
		10-20	0,16	0,20	0,18	0,14	0,22	0,18	0,16	0,22	0,19
		20-30	0,12	0,18	0,15	0,15	0,20	0,17	0,10	0,14	0,12
Сидеральный пар (донник желтый)		0-10	0,24	0,30	0,27	0,26	0,34	0,30	0,23	0,37	0,30
		10-20	0,22	0,28	0,25	0,27	0,38	0,32	0,22	0,38	0,30
		20-30	0,20	0,26	0,23	0,22	0,27	0,25	0,20	0,32	0,26
Занятый пар с люцерной синей		0-10	0,28	0,36	0,32	0,34	0,40	0,37	0,36	0,42	0,39
		10-20	0,26	0,32	0,29	0,32	0,40	0,36	0,30	0,40	0,35
		20-30	0,24	0,28	0,26	0,30	0,34	0,32	0,30	0,36	0,33
Пар чистый (контроль)	Комбиниру- ванная на фоне плоскорезно- го рыхления	0-10	0,14	0,22	0,18	0,14	0,20	0,17	0,10	0,22	0,16
		10-20	0,12	0,20	0,16	0,11	0,18	0,14	0,16	0,20	0,18
		20-30	0,10	0,12	0,11	0,08	0,13	0,11	0,08	0,12	0,10
Сидеральный пар (донник желтый)		0-10	0,32	0,40	0,36	0,25	0,32	0,28	0,24	0,36	0,30
		10-20	0,30	0,32	0,31	0,24	0,32	0,28	0,22	0,34	0,28
		20-30	0,16	0,24	0,20	0,20	0,23	0,22	0,16	0,26	0,26
Занятый пар с люцерной синей		0-10	0,32	0,40	0,36	0,29	0,32	0,31	0,30	0,44	0,37
		10-20	0,30	0,38	0,34	0,29	0,32	0,30	0,26	0,40	0,32
		20-30	0,22	0,30	0,26	0,20	0,26	0,23	0,20	0,30	0,25
НСР ₀₅ частных различий, %			0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02
НСР ₀₅ главного фактора А, %			0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
НСР ₀₅ главного фактора В, %			0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
НСР ₀₅ главного фактора С, %			0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01

Приложение 13
Содержание детрита в пахотном слое почвы (0-30 см) под ячменем
в зависимости от приемов основной обработки почвы, %

Вариант опыта (А)	Способ обработки (В)	Слой почвы, см (С)	Содержание детрита в годы исследований по фазам вегетации									
			2014 г.			2015 г.			2016 г.			
			Посев	Уборка	Среднее	Посев	Уборка	Среднее	Посев	Уборка	Среднее	
Озимая пшеница (чистый пар – контроль)	Комбиниру- ванная на фоне вспашки	0-10	0,18	0,22	0,20	0,20	0,30	0,25	0,26	0,32	0,29	
		10-20	0,16	0,20	0,18	0,22	0,26	0,24	0,20	0,28	0,24	
		20-30	0,14	0,18	0,16	0,18	0,22	0,20	0,20	0,24	0,22	
Озимая пшеница (сидеральный пар)		0-10	0,28	0,34	0,31	0,26	0,32	0,29	0,32	0,38	0,35	
		10-20	0,24	0,30	0,26	0,28	0,34	0,31	0,26	0,34	0,30	
		20-30	0,23	0,23	0,23	0,21	0,27	0,24	0,20	0,30	0,25	
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни		0-10	0,26	0,30	0,28	0,25	0,26	0,25	0,32	0,42	0,37	
		10-20	0,20	0,26	0,23	0,22	0,28	0,25	0,28	0,34	0,31	
Озимая пшеница (чистый пар – контроль)		Комбиниру- ванная на фоне плоскорезно- го рыхления	0-10	0,16	0,22	0,19	0,20	0,22	0,21	0,20	0,28	0,24
	10-20		0,14	0,22	0,18	0,18	0,16	0,17	0,18	0,24	0,21	
	20-30		0,09	0,07	0,08	0,08	0,19	0,13	0,10	0,14	0,12	
Озимая пшеница (сидеральный пар)	0-10		0,32	0,36	0,34	0,24	0,36	0,30	0,32	0,39	0,36	
	10-20		0,32	0,34	0,33	0,24	0,32	0,28	0,21	0,29	0,25	
	20-30		0,20	0,20	0,20	0,18	0,16	0,17	0,11	0,19	0,15	
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни	0-10		0,34	0,36	0,35	0,30	0,36	0,33	0,32	0,36	0,34	
	10-20		0,32	0,36	0,34	0,30	0,36	0,33	0,24	0,26	0,25	
			20-30	0,18	0,18	0,18	0,15	0,21	0,18	0,10	0,16	0,13
		НСР ₀₅ частных различий, %		0,03	0,03	0,06	0,16	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
		НСР ₀₅ главного фактора А, %		0,01	0,01	0,02	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
		НСР ₀₅ главного фактора В, %		0,01	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	
		НСР ₀₅ главного фактора С, %		0,01	0,01	0,02	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	

Приложение 14
Содержание детрита в пахотном слое почвы (0-30 см) под подсолнечником
в зависимости от приемов основной обработки почвы, %

Вариант опыта (А)	Способа обработки (В)	Слой почвы, см (С)	Содержание детрита в годы исследований по фазам вегетации								
			2014 г.			2015 г.			2016 г.		
			Посев	Уборка	Среднее	Посев	Уборка	Среднее	Посев	Уборка	Среднее
Одновидовой посев (контроль)	Отвальная вспашка 20-22 см	0-10	0,20	0,14	0,17	0,22	0,14	0,18	0,24	0,22	0,23
		10-20	0,18	0,08	0,13	0,19	0,15	0,17	0,22	0,16	0,19
		20-30	0,16	0,08	0,12	0,21	0,13	0,17	0,20	0,10	0,15
Бинарный посев с донником желтым		0-10	0,20	0,24	0,22	0,24	0,28	0,26	0,36	0,40	0,38
		10-20	0,16	0,24	0,20	0,24	0,28	0,26	0,26	0,30	0,29
		20-30	0,18	0,18	0,18	0,18	0,24	0,21	0,16	0,20	0,18
Бинарный посев с люцерной синей		0-10	0,20	0,24	0,22	0,28	0,30	0,29	0,38	0,42	0,40
		10-20	0,22	0,26	0,24	0,26	0,32	0,29	0,28	0,36	0,32
		20-30	0,18	0,22	0,20	0,18	0,22	0,20	0,18	0,24	0,21
Одновидовой посев (контроль)	Безотвальная плоскорезная обработка 20-22 см	0-10	0,24	0,16	0,20	0,26	0,18	0,22	0,28	0,18	0,23
		10-20	0,24	0,18	0,21	0,26	0,20	0,23	0,20	0,12	0,16
		20-30	0,12	0,08	0,10	0,17	0,13	0,15	0,08	0,10	0,09
Бинарный посев с донником желтым		0-10	0,20	0,28	0,24	0,20	0,26	0,23	0,35	0,36	0,35
		10-20	0,16	0,30	0,23	0,20	0,28	0,24	0,22	0,24	0,23
		20-30	0,12	0,20	0,16	0,14	0,18	0,16	0,10	0,16	0,13
Бинарный посев с люцерной синей		0-10	0,26	0,34	0,30	0,22	0,28	0,25	0,32	0,38	0,35
		10-20	0,24	0,32	0,28	0,22	0,30	0,26	0,20	0,30	0,25
		20-30	0,16	0,18	0,17	0,16	0,20	0,18	0,12	0,18	0,15
НСР ₀₅ частных различий, %			0,02	0,02	0,06	0,03	0,03	0,05	0,02	0,01	0,05
НСР ₀₅ главного фактора А, %			0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
НСР ₀₅ главного фактора В, %			0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
НСР ₀₅ главного фактора С, %			0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02

Приложение 15

Качество детрита пахотного слоя почвы под культурами севооборотов (2014 г.)

Вариант опыта	N, %			C, %			C : N		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Предшественники озимых									
Пар чистый (контроль)	<u>0,63</u>	<u>0,51</u>	<u>0,57</u>	<u>24,5</u>	<u>25,5</u>	<u>25,0</u>	<u>38,9</u>	<u>50,1</u>	<u>44,5</u>
	0,72	0,60	0,66	26,2	28,0	27,6	36,4	46,6	41,5
Сидеральный пар (донник желтый)	<u>1,64</u>	<u>1,58</u>	<u>1,62</u>	<u>20,5</u>	<u>25,5</u>	<u>23,0</u>	<u>20,0</u>	<u>21,0</u>	<u>20,5</u>
	1,72	1,44	1,58	22,1	18,0	19,8	21,0	19,0	20,0
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>1,74</u>	<u>1,60</u>	<u>1,67</u>	<u>33,1</u>	<u>30,5</u>	<u>31,8</u>	<u>19,0</u>	<u>17,0</u>	<u>18,0</u>
	1,82	1,64	1,73	36,4	32,8	34,6	20,0	18,0	19,0
Озимая пшеница									
Пар чистый (контроль)	<u>0,73</u>	<u>0,61</u>	<u>0,67</u>	<u>26,5</u>	<u>29,5</u>	<u>28,0</u>	<u>36,3</u>	<u>32,5</u>	<u>34,4</u>
	0,82	0,60	0,71	26,1	28,3	27,2	31,8	48,4	40,1
Сидеральный пар (донник желтый)	<u>1,64</u>	<u>1,58</u>	<u>1,62</u>	<u>21,5</u>	<u>25,5</u>	<u>23,0</u>	<u>20,0</u>	<u>21,0</u>	<u>20,5</u>
	1,72	1,44	1,58	22,1	18,0	19,8	21,0	19,0	20,0
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>1,74</u>	<u>1,60</u>	<u>1,67</u>	<u>20,1</u>	<u>22,5</u>	<u>21,8</u>	<u>11,6</u>	<u>13,6</u>	<u>18,0</u>
	1,82	1,64	1,73	20,4	23,8	22,1	11,2	13,5	19,0
Ячмень									
Озимая пшеница (по чистому пару)	<u>0,93</u>	<u>0,91</u>	<u>0,92</u>	<u>28,5</u>	<u>29,9</u>	<u>29,2</u>	<u>30,7</u>	<u>32,9</u>	<u>31,8</u>
	0,92	0,90	0,91	27,1	28,3	27,4	29,5	31,5	30,5
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни	<u>1,44</u>	<u>1,58</u>	<u>1,51</u>	<u>22,5</u>	<u>25,5</u>	<u>24,0</u>	<u>15,6</u>	<u>16,2</u>	<u>15,9</u>
	1,52	1,64	1,58	22,1	24,3	23,2	14,5	14,9	14,7
Озимая пшеница (по сидеральному пару)	<u>1,74</u>	<u>1,60</u>	<u>1,67</u>	<u>33,1</u>	<u>30,5</u>	<u>31,8</u>	<u>19,0</u>	<u>19,0</u>	<u>19,0</u>
	1,82	1,64	1,73	36,4	32,8	34,6	20,0	20,0	20,0
Подсолнечник									
Одновидовой посев (контроль)	<u>0,82</u>	<u>0,72</u>	<u>0,92</u>	<u>20,5</u>	<u>25,5</u>	<u>23,0</u>	<u>22,0</u>	<u>28,0</u>	<u>25,0</u>
	0,77	0,60	0,91	22,1	18,0	19,8	24,0	20,0	22,2
Бинарный посев с донником	<u>1,64</u>	<u>1,78</u>	<u>1,62</u>	<u>20,5</u>	<u>25,5</u>	<u>23,0</u>	<u>20,0</u>	<u>21,0</u>	<u>20,5</u>
	1,72	1,44	1,58	22,1	18,0	19,8	21,0	19,0	20,0
Бинарный посев с люцерной синей	<u>1,88</u>	<u>1,92</u>	<u>1,90</u>	<u>23,1</u>	<u>23,5</u>	<u>23,3</u>	<u>12,4</u>	<u>12,2</u>	<u>12,3</u>
	1,82	1,98	1,90	26,4	27,8	27,2	14,5	14,1	14,3
			N, %			C, %			
НСР ₀₅ частных различий			0,12			6,44			
НСР ₀₅ главного фактора А			0,04			0,86			
НСР ₀₅ главного фактора Б			0,04			2,28			
НСР ₀₅ главного фактора С			0,05			2,63			

Примечание: вверху – отвальная вспашка на глубину 20-22 см;
внизу – безотвальная обработка на глубину 20-22 см;
1 – посев; 2 – уборка; 3 – среднее.

Факторы: предшественник (А), способ обработки (В), культура (С)

Приложение 16

Качество детрита пахотного слоя почвы под культурами севооборотов (2015 г.)

Вариант опыта	N, %			C, %			C : N		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Предшественники озимых									
Пар чистый (контроль)	<u>0,69</u> 0,70	<u>0,57</u> 0,62	<u>0,63</u> 0,66	<u>24,0</u> 25,4	<u>25,0</u> 28,0	<u>24,5</u> 26,7	<u>34,7</u> 36,3	<u>43,8</u> 43,1	<u>38,9</u> 40,4
Сидеральный пар (донник желтый)	<u>1,55</u> 1,68	<u>1,45</u> 1,52	<u>1,50</u> 1,60	<u>22,5</u> 23,1	<u>26,1</u> 21,3	<u>24,3</u> 22,2	<u>14,5</u> 13,7	<u>18,0</u> 14,6	<u>16,2</u> 13,8
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>1,70</u> 1,84	<u>1,64</u> 1,62	<u>1,67</u> 1,73	<u>32,2</u> 35,2	<u>30,0</u> 31,6	<u>31,1</u> 33,4	<u>18,9</u> 19,1	<u>18,3</u> 19,5	<u>18,6</u> 19,3
Озимая пшеница									
Пар чистый (контроль)	<u>0,70</u> 0,78	<u>0,56</u> 0,62	<u>0,63</u> 0,70	<u>25,5</u> 25,0	<u>27,5</u> 29,0	<u>26,5</u> 27,0	<u>36,4</u> 32,0	<u>49,1</u> 46,8	<u>42,0</u> 38,6
Сидеральный пар (донник желтый)	<u>1,52</u> 1,56	<u>1,46</u> 1,38	<u>1,49</u> 1,47	<u>22,5</u> 23,1	<u>26,2</u> 22,1	<u>24,3</u> 22,6	<u>14,8</u> 14,8	<u>17,9</u> 16,0	<u>16,3</u> 15,4
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>1,70</u> 1,72	<u>1,56</u> 1,60	<u>1,63</u> 1,66	<u>22,1</u> 21,2	<u>25,5</u> 26,8	<u>23,8</u> 24,0	<u>13,0</u> 12,3	<u>16,3</u> 16,7	<u>14,6</u> 14,5
Ячмень									
Озимая пшеница (по чистому пару)	<u>0,81</u> 0,89	<u>0,93</u> 0,91	<u>0,87</u> 0,90	<u>29,1</u> 28,6	<u>30,5</u> 30,3	<u>29,8</u> 29,4	<u>35,9</u> 32,1	<u>32,8</u> 33,3	<u>34,3</u> 32,7
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни	<u>1,40</u> 1,46	<u>1,48</u> 1,52	<u>1,44</u> 1,54	<u>23,4</u> 25,0	<u>26,6</u> 26,2	<u>25,0</u> 25,6	<u>16,7</u> 17,1	<u>18,0</u> 17,2	<u>18,5</u> 16,6
Озимая пшеница (по сидеральному пару)	<u>1,70</u> 1,62	<u>1,54</u> 1,54	<u>1,62</u> 1,58	<u>31,0</u> 34,4	<u>35,2</u> 36,0	<u>33,1</u> 35,1	<u>18,2</u> 21,2	<u>22,8</u> 22,8	<u>20,4</u> 22,2
Подсолнечник									
Одновидовой посев (контроль)	<u>0,80</u> 0,67	<u>0,62</u> 0,55	<u>0,71</u> 0,61	<u>21,2</u> 24,2	<u>26,6</u> 20,2	<u>23,9</u> 22,2	<u>26,5</u> 36,1	<u>42,9</u> 36,7	<u>33,6</u> 36,4
Бинарный посев с донником	<u>1,60</u> 1,62	<u>1,72</u> 1,50	<u>1,66</u> 1,56	<u>21,2</u> 23,4	<u>26,2</u> 22,6	<u>23,7</u> 23,0	<u>13,2</u> 14,4	<u>13,8</u> 15,1	<u>14,3</u> 14,7
Бинарный посев с люцерной синей	<u>1,80</u> 1,62	<u>1,96</u> 1,90	<u>1,88</u> 1,76	<u>25,2</u> 27,0	<u>26,2</u> 28,6	<u>25,7</u> 27,8	<u>14,0</u> 17,6	<u>13,4</u> 15,0	<u>13,7</u> 15,8
	N, %					C, %			
НСР ₀₅ частных различий	0,11					2,25			
НСР ₀₅ главного фактора А	0,04					0,80			
НСР ₀₅ главного фактора Б	0,04					0,92			
НСР ₀₅ главного фактора С	0,03					0,65			

Примечание: вверху – отвальная вспашка на глубину 20-22 см;

внизу – безотвальная обработка на глубину 20-22 см;

1 – посев; 2 – уборка; 3 – среднее.

Факторы: предшественник (А), способ обработки (В), культура (С)

Приложение 17

Качество детрита в пахотном слое почвы под культурами севооборотов (2016 г.)

Вариант опыта	N, %			C, %			C : N		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Предшественники озимых									
Пар чистый (контроль)	<u>0,65</u> 0,68	<u>0,55</u> 0,63	<u>0,60</u> 0,65	<u>25,0</u> 26,2	<u>26,3</u> 28,5	<u>25,6</u> 27,3	<u>38,5</u> 38,5	<u>47,8</u> 45,2	<u>42,7</u> 40,1
Сидеральный пар (донник желтый)	<u>1,43</u> 1,58	<u>1,35</u> 1,45	<u>1,39</u> 1,51	<u>23,5</u> 24,3	<u>27,2</u> 25,4	<u>25,3</u> 24,7	<u>16,4</u> 15,4	<u>20,1</u> 17,5	<u>18,2</u> 16,3
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>1,64</u> 1,68	<u>1,60</u> 1,56	<u>1,62</u> 1,62	<u>30,2</u> 32,2	<u>30,3</u> 30,8	<u>30,2</u> 31,5	<u>18,4</u> 19,2	<u>18,9</u> 19,7	<u>18,6</u> 19,4
Озимая пшеница									
Пар чистый (контроль)	<u>0,63</u> 0,68	<u>0,61</u> 0,56	<u>0,62</u> 0,62	<u>28,5</u> 28,0	<u>29,5</u> 29,7	<u>29,0</u> 28,5	<u>45,2</u> 41,2	<u>48,4</u> 53,0	<u>46,8</u> 46,0
Сидеральный пар (донник желтый)	<u>1,42</u> 1,46	<u>1,56</u> 1,48	<u>1,49</u> 1,47	<u>28,5</u> 27,1	<u>29,2</u> 28,1	<u>28,5</u> 27,6	<u>20,0</u> 18,6	<u>18,7</u> 18,9	<u>19,1</u> 18,8
Занятый пар (люцерна синяя)	<u>1,60</u> 1,58	<u>1,59</u> 1,51	<u>1,59</u> 1,55	<u>29,1</u> 29,2	<u>29,5</u> 29,8	<u>29,3</u> 29,5	<u>18,2</u> 18,5	<u>18,6</u> 19,7	<u>18,4</u> 18,8
Ячмень									
Озимая пшеница (по чистому пару)	<u>0,61</u> 0,69	<u>0,63</u> 0,51	<u>0,62</u> 0,60	<u>30,1</u> 31,6	<u>31,5</u> 30,7	<u>30,8</u> 31,1	<u>49,3</u> 45,8	<u>50,0</u> 60,2	<u>49,7</u> 51,8
Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной 3-го года жизни	<u>1,21</u> 1,26	<u>1,38</u> 1,32	<u>1,30</u> 1,29	<u>28,4</u> 29,0	<u>27,6</u> 28,2	<u>28,0</u> 28,6	<u>23,5</u> 23,0	<u>20,0</u> 21,4	<u>21,5</u> 22,2
Озимая пшеница (по сидеральному пару)	<u>1,56</u> 1,51	<u>1,64</u> 1,67	<u>1,60</u> 1,59	<u>32,0</u> 33,4	<u>33,2</u> 34,0	<u>32,6</u> 33,7	<u>20,5</u> 22,1	<u>20,2</u> 20,3	<u>20,4</u> 21,2
Подсолнечник									
Одновидовой посев (контроль)	<u>0,70</u> 0,64	<u>0,65</u> 0,65	<u>0,67</u> 0,64	<u>29,2</u> 30,2	<u>30,6</u> 30,2	<u>29,8</u> 30,2	<u>41,7</u> 47,1	<u>47,1</u> 46,5	<u>44,5</u> 47,2
Бинарный посев с донником	<u>1,44</u> 1,42	<u>1,51</u> 1,49	<u>1,47</u> 1,45	<u>31,2</u> 31,4	<u>32,2</u> 32,6	<u>31,7</u> 32,0	<u>21,7</u> 22,1	<u>21,3</u> 21,9	<u>21,6</u> 22,1
Бинарный посев с люцерной синей	<u>1,52</u> 1,56	<u>1,61</u> 1,66	<u>1,56</u> 1,61	<u>32,2</u> 33,0	<u>32,5</u> 32,1	<u>32,3</u> 32,5	<u>21,2</u> 21,2	<u>20,2</u> 19,3	<u>20,7</u> 20,2
	N, %					C, %			
НСР ₀₅ частных различий	0,08					0,94			
НСР ₀₅ главного фактора А	0,03					0,33			
НСР ₀₅ главного фактора Б	0,03					0,38			
НСР ₀₅ главного фактора С	0,02					0,27			

Примечание: вверху – отвальная вспашка на глубину 20-22 см;
внизу – безотвальная обработка на глубину 20-22 см;
1 – посев; 2 – уборка; 3 – среднее.

Факторы: предшественник (А), способ обработки (В), культура (С)

Приложение 18

Содержание щелочерастворимого гумуса в пахотном слое почвы, мг/100 г почвы

Способ обработки (Б)	Вариант опыта (А)	Слой почвы, см (С)	Содержание щелочерастворимого гумуса в годы исследований по фазам вегетации											
			2014 г.				2015 г.				2016 г.			
			1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Предшественники озимых (1 – весеннее отрастание, 2 – цветение трав, 3 – перед посевом)														
Комбинированная на фоне вспашки	Пар чистый (контроль)	0-10	240	320	280	280	240	345	250	278	225	310	200	245
		10-20	230	325	291	282	260	360	281	300	298	360	240	299
		20-30	223	327	275	275	256	360	258	291	224	320	220	255
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	210	320	280	270	250	350	300	300	200	305	230	245
		10-20	220	330	270	273	260	350	300	303	267	342	286	298
		20-30	173	261	257	230	249	329	285	288	169	280	204	218
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	220	340	310	290	260	360	340	320	230	320	250	267
		10-20	240	340	310	297	275	370	340	328	289	349	288	309
		20-30	230	325	286	280	251	344	286	294	267	354	242	288
Комбинированная на фоне плоскорезного рыхления	Пар чистый (контроль)	0-10	240	340	290	290	250	331	260	280	242	322	272	279
		10-20	230	317	280	276	243	350	272	288	293	357	294	315
		20-30	166	300	267	244	185	300	230	238	155	281	253	230
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	240	350	310	300	240	340	310	297	256	335	300	297
		10-20	260	350	320	310	258	350	305	304	310	372	342	341
		20-30	244	335	318	299	195	282	249	242	259	361	288	303
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	240	340	300	293	240	340	300	293	262	330	310	301
		10-20	245	334	310	296	247	359	303	303	298	375	358	344
		20-30	208	307	254	256	188	294	276	253	184	315	232	244
НСР ₀₅ частных различий			27,4	44,9	19,3	16,8	9,0	4,9	7,0	35,3	7,0	6,2	6,8	35,3
НСР ₀₅ главного фактора А			9,3	15,0	6,4	6,7	3,7	2,0	2,8	14,4	2,9	2,5	2,8	14,4
НСР ₀₅ главного фактора В			11,3	18,3	7,7	5,6	3,0	1,6	2,3	10,8	3,3	2,1	2,3	11,8
НСР ₀₅ главного фактора С			11,3	18,3	7,7	6,7	3,7	2,0	2,8	14,4	2,9	2,5	2,8	14,4

Продолжение приложения 18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – колошение, 3 – перед уборкой)														
Комбини- рованная на фоне вспашки	Пар чистый (контроль)	0-10	240	330	290	287	260	340	280	293	230	300	280	270
		10-20	230	330	290	283	273	338	280	297	263	350	310	308
		20-30	223	318	287	276	259	324	256	280	236	280	223	246
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	230	310	300	280	300	370	350	340	215	297	298	270
		10-20	220	320	290	277	300	377	350	342	254	338	325	306
		20-30	204	285	253	247	258	357	308	308	191	265	256	237
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	300	380	330	337	360	370	390	373	245	310	342	299
		10-20	300	370	330	333	371	385	410	389	276	359	349	328
		20-30	276	354	358	329	331	391	394	372	304	306	305	305
Комбини- рованная на фоне плоскорез- ного рыхления	Пар чистый (контроль)	0-10	270	360	300	310	250	330	260	280	241	308	331	293
		10-20	260	360	300	307	262	345	285	297	279	342	352	324
		20-30	226	321	249	265	217	288	256	254	218	280	214	237
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	340	400	380	373	290	360	300	317	285	341	354	327
		10-20	350	410	390	383	300	360	310	323	330	382	381	364
		20-30	354	375	331	353	193	321	239	251	315	327	351	331
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-30	348	395	367	370	261	347	283	297	310	350	362	341
		0-10	320	360	400	360	340	350	380	357	277	330	364	324
		10-20	310	380	410	367	347	360	393	367	364	375	367	369
		20-30	288	319	363	323	321	319	358	333	304	300	328	311
НСР ₀₅ частных различий			20,6	26,7	28,4	17,0	4,0	22,6	4,5	42,7	3,9	66,2	9,5	36,5
НСР ₀₅ главного фактора А			6,9	8,9	9,4	6,9	1,6	9,3	1,8	17,4	1,6	26,9	3,9	15,0
НСР ₀₅ главного фактора В			8,4	10,9	11,4	5,6	1,4	7,5	1,5	14,2	1,3	22,0	3,2	12,2
НСР ₀₅ главного фактора С			8,4	10,9	11,4	6,9	1,6	9,3	1,8	17,4	1,6	26,9	3,9	15,0

Продолжение приложения 18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ячмень (1 – перед посевом, 2 – колошение, 3 – перед уборкой)														
Комбини- рованная на фоне вспашки	Пар чистый (контроль)	0-10	200	330	270	267	220	350	277	282	205	300	265	257
		10-20	220	350	290	287	215	362	295	291	237	342	310	296
		20-30	180	301	280	254	198	293	262	251	188	273	235	232
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	240	310	230	260	240	371	320	310	225	315	256	265
		10-20	240	330	245	272	252	386	345	328	256	346	300	301
		20-30	213	287	179	226	210	341	280	277	227	269	134	210
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	210	320	280	270	260	377	330	322	233	320	240	264
		10-20	220	320	286	275	270	392	330	331	230	346	275	284
		20-30	224	371	280	292	255	344	324	308	212	297	325	278
Комбини- рованная на фоне плоскорез- ного рыхления	Пар чистый (контроль)	0-10	210	330	250	263	250	330	240	273	239	341	238	273
		10-20	220	330	264	271	250	338	252	280	255	365	291	304
		20-30	194	270	200	221	172	289	210	224	196	284	260	247
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	210	310	270	263	220	330	320	290	220	338	300	286
		10-20	220	310	277	269	220	350	320	297	264	382	338	328
		20-30	194	292	239	242	196	307	272	258	233	270	199	234
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	220	320	250	263	240	360	260	287	242	320	287	283
		10-20	220	320	270	270	252	382	280	305	267	367	352	329
		20-30	163	188	227	193	195	323	258	259	211	243	129	194
НСР ₀₅ частных различий			30,1	20,8	20,1	25,6	11,9	5,6	9,0	35,0	3,5	2,3	2,2	49,3
НСР ₀₅ главного фактора А			10,0	6,9	6,7	10,4	4,8	2,3	3,7	14,3	1,4	0,9	0,9	20,1
НСР ₀₅ главного фактора В			12,3	8,5	8,2	8,5	4,0	1,9	3,0	11,7	1,2	0,8	0,7	16,4
НСР ₀₅ главного фактора С			12,3	8,5	8,2	10,4	4,9	2,3	3,7	14,3	1,4	0,9	0,9	20,1

Продолжение приложения 18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Подсолнечник (1 – перед посевом, 2 – цветение, 3 – перед уборкой)														
Вспашка (20-22 см)	Пар чистый (контроль)	0-10	210	270	270	250	240	390	400	343	210	285	295	263
		10-20	220	290	270	260	238	385	400	341	221	310	305	279
		20-30	200	280	267	249	227	365	397	330	223	335	270	276
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	210	290	280	260	360	400	364	375	200	305	256	254
		10-20	230	295	290	272	378	400	376	385	245	329	281	285
		20-30	145	228	201	191	327	388	355	357	185	254	273	237
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	320	330	290	313	330	370	360	353	300	320	325	315
		10-20	318	350	300	323	330	380	372	361	344	351	376	357
		20-30	307	334	286	309	312	348	321	327	286	349	307	314
Плоско- резная обработка (20-22 см)	Пар чистый (контроль)	0-10	320	340	290	317	220	330	388	313	298	315	301	305
		10-20	330	360	320	337	230	343	372	315	353	366	363	361
		20-30	250	275	215	247	195	302	311	269	219	258	236	238
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	300	360	310	323	330	363	360	351	310	332	329	324
		10-20	300	380	310	330	343	372	372	362	355	381	367	368
		20-30	294	358	286	313	308	321	318	316	295	367	342	335
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	290	380	310	327	310	340	340	330	291	322	320	311
		10-20	290	390	330	337	325	355	348	343	338	359	368	355
		20-30	224	304	237	255	244	298	284	275	286	291	302	293
НСР ₀₅ частных различий			36,1	21,7	23,1	35,3	4,5	5,9	4,4	57,0	2,5	15,6	2,1	34,4
НСР ₀₅ главного фактора А			12,1	7,2	7,7	14,7	1,8	2,4	1,8	23,3	1,0	6,4	0,9	14,0
НСР ₀₅ главного фактора В			14,8	8,8	9,4	12,0	1,5	2,0	1,5	19,0	0,8	5,2	0,7	11,5
НСР ₀₅ главного фактора С			14,8	8,8	9,4	14,7	1,8	2,4	1,8	23,3	1,0	6,4	0,9	14,0

Приложение 19

Содержание водорастворимого гумуса в пахотном слое почвы, мг/100 г почвы

Способ обработки (Б)	Вариант опыта (А)	Слой почвы, см (С)	Содержание водорастворимого гумуса в годы исследований по фазам вегетации											
			2014 г.				2015 г.				2016 г.			
			1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее	1	2	3	Среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Предшественники озимых (1 – весеннее отрастание; 2 – цветение трав; 3 – перед посевом)														
Комбини- рованная на фоне вспашки	Пар чистый (контроль)	0-10	7	10	8	8	11	18	10	13	9	11	8	9
		10-20	9	14	6	10	11	16	10	12	8	14	12	11
		20-30	8	12	7	9	8	14	10	11	7	11	10	9
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	9	14	10	11	15	18	25	19	12	16	12	13
		10-20	12	14	11	12	18	20	25	21	12	16	15	14
		20-30	9	11	9	10	15	20	22	19	6	10	6	7
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	12	20	20	17	16	25	25	22	10	20	24	18
		10-20	14	18	23	18	16	25	28	23	13	17	20	17
		20-30	10	16	20	15	13	25	25	21	10	11	19	13
Комбини- рованная на фоне плоскорез- ного рыхления	Пар чистый (контроль)	0-10	11	18	24	18	16	22	15	18	17	22	22	20
		10-20	11	17	20	16	15	22	15	17	18	20	25	21
		20-30	11	13	19	14	11	16	12	13	10	6	13	10
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	10	22	26	19	18	18	25	20	10	24	30	21
		10-20	14	20	25	20	16	18	25	20	16	28	34	26
		20-30	12	18	24	18	11	14	16	14	10	20	20	17
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	11	20	26	19	14	22	25	20	15	22	25	21
		10-20	11	20	25	19	14	25	27	22	17	26	28	24
		20-30	8	11	21	13	8	16	20	15	7	12	13	11
НСР ₀₅ частных различий			1,9	3,7	2,4	5,7	1,8	2,2	2,2	5,3	3,8	2,6	3,8	5,6
НСР ₀₅ главного фактора А			0,7	1,2	0,8	2,3	0,7	0,6	0,9	2,2	1,6	1,0	1,5	2,3
НСР ₀₅ главного фактора В			0,8	1,5	1,0	1,3	0,6	0,7	0,7	1,8	1,3	1,9	1,3	1,8
НСР ₀₅ главного фактора С			0,8	1,5	1,0	2,3	0,7	0,9	0,9	2,2	1,6	1,0	1,5	2,3

Продолжение приложения 19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Озимая пшеница (1 – весеннее отрастание, 2 – колошение, 3 – перед уборкой)														
Комбини- рованная на фоне вспашки	Пар чистый (контроль)	0-10	21	16	24	20	24	32	22	26	18	22	17	19
		10-20	22	18	23	21	28	32	22	27	22	28	24	25
		20-30	17	17	22	19	26	26	22	25	20	25	19	21
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	22	22	30	25	30	22	30	27	20	22	18	20
		10-20	23	26	32	27	34	26	32	31	24	30	29	28
		20-30	15	18	19	17	26	24	28	26	13	11	13	12
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	22	22	28	24	24	35	32	30	20	25	25	23
		10-20	21	26	32	26	24	38	35	32	24	29	34	29
		20-30	20	24	30	25	24	35	32	30	19	24	25	23
Комбини- рованная на фоне плоскорез- ного рыхления	Пар чистый (контроль)	0-10	22	23	27	24	24	30	22	25	24	30	23	26
		10-20	22	22	28	24	26	32	19	26	24	36	35	32
		20-30	16	18	20	18	16	22	16	18	13	18	20	17
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	20	24	32	25	22	28	29	26	22	30	32	28
		10-20	24	26	34	28	24	30	31	28	26	39	41	35
		20-30	22	28	33	28	14	23	15	17	24	30	35	30
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	20	27	33	27	22	32	32	29	23	32	32	29
		10-20	21	28	35	28	26	38	33	32	28	37	44	36
		20-30	16	20	25	20	12	32	23	22	15	18	20	18
НСР ₀₅ частных различий			3,4	3,4	3,2	3,6	2,4	2,7	2,5	7,5	4,9	3,3	3,8	5,2
НСР ₀₅ главного фактора А			1,1	1,1	1,1	1,5	1,0	1,1	1,0	3,0	2,0	1,3	1,3	2,1
НСР ₀₅ главного фактора В			1,4	1,4	1,3	1,7	0,8	0,9	0,8	2,5	1,6	1,1	1,0	1,7
НСР ₀₅ главного фактора С			1,4	1,4	1,3	1,5	1,0	1,1	1,0	3,0	2,0	1,3	1,3	2,1

Продолжение приложения 19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ячмень (1 - перед посевом, 2 – колошение; 3 – перед уборкой)														
Комбини- рованная на фоне вспашки	Пар чистый (контроль)	0-10	16	19	15	17	22	30	20	24	12	20	12	15
		10-20	17	19	15	17	20	30	20	23	19	26	18	21
		20-30	18	19	15	17	18	27	20	22	20	20	15	18
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	17	24	24	22	30	40	30	33	16	25	22	21
		10-20	18	24	24	22	36	40	32	36	22	34	28	28
		20-30	10	18	12	13	33	37	28	33	12	16	7	12
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	20	26	30	25	30	32	23	28	12	25	22	20
		10-20	22	26	30	26	30	34	27	30	15	29	26	23
		20-30	21	20	30	24	30	30	25	28	18	24	24	22
Комбини- рованная на фоне плоскорез- ного рыхления	Пар чистый (контроль)	0-10	24	24	27	25	25	30	22	26	22	22	20	21
		10-20	20	22	28	23	25	32	26	28	24	28	28	27
		20-30	16	17	20	18	19	16	12	16	11	16	12	13
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	22	27	33	27	29	36	30	32	18	24	24	22
		10-20	26	25	35	29	32	36	32	33	25	35	31	30
		20-30	18	26	31	25	26	21	19	22	17	31	29	26
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	22	27	33	27	30	36	26	31	19	24	24	22
		10-20	20	29	38	29	32	36	26	31	23	36	32	30
		20-30	15	19	22	19	22	21	14	19	9	18	16	14
НСР ₀₅ частных различий			4,1	4,5	5,8	5,4	2,2	2,0	3,6	4,2	3,3	4,9	2,2	5,0
НСР ₀₅ главного фактора А			1,4	1,8	1,9	2,2	0,9	0,8	1,5	1,6	1,4	2,0	1,9	2,0
НСР ₀₅ главного фактора В			1,7	1,5	2,4	1,8	0,7	0,7	1,2	1,3	1,0	1,6	0,7	4,7
НСР ₀₅ главного фактора С			1,7	1,8	2,4	2,2	0,9	0,8	1,5	1,6	1,4	2,0	1,9	2,0

Продолжение приложения 19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Подсолнечник (1 – перед посевом, 2 – цветение, 3 – перед уборкой)														
Вспашка (20-22 см)	Пар чистый (контроль)	0-10	11	14	14	13	15	19	15	16	13	16	12	14
		10-20	11	14	14	13	15	19	14	16	18	22	15	18
		20-30	11	14	14	13	15	19	13	16	14	16	12	14
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	10	15	15	13	32	35	28	32	11	12	10	11
		10-20	11	16	12	13	35	35	20	30	18	18	12	16
		20-30	6	8	6	7	32	35	26	31	7	9	8	8
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	20	20	16	19	25	33	25	28	23	30	20	24
		10-20	20	24	18	21	29	37	27	31	27	35	28	30
		20-30	17	19	17	18	27	35	23	28	23	25	20	23
Плоско- резная обработка (20-22 см)	Пар чистый (контроль)	0-10	20	25	20	22	15	19	15	16	20	22	18	20
		10-20	20	25	19	21	14	19	15	16	25	34	26	28
		20-30	14	16	12	14	7	13	9	10	12	16	16	15
	Сидеральный пар (донник желтый)	0-10	16	22	18	19	26	33	25	28	32	30	21	28
		10-20	16	24	20	20	28	37	25	30	38	36	32	35
		20-30	16	20	16	17	18	20	13	17	14	33	25	24
	Занятый пар (люцерна синяя)	0-10	17	26	20	21	24	30	24	26	34	24	24	27
		10-20	17	25	17	20	26	32	26	28	42	22	21	28
		20-30	11	9	11	10	16	25	13	18	20	14	15	16
НСР ₀₅ частных различий			4,1	1,7	1,7	3,1	2,5	2,8	2,7	3,8	2,4	4,6	2,9	7,6
НСР ₀₅ главного фактора А			1,4	0,6	0,8	1,3	1,0	1,2	1,2	1,6	1,0	1,9	1,2	3,1
НСР ₀₅ главного фактора В			1,7	0,7	1,1	1,0	0,8	0,9	0,9	1,3	0,8	1,6	1,0	2,5
НСР ₀₅ главного фактора С			1,7	0,7	1,1	1,3	1,0	1,2	1,2	1,6	1,0	1,9	1,2	3,1

АКТ

Внедрение в производство научно-технических разработок и передового опыта

1. Наименование внедренного мероприятия:

«Влияние бинарных посевов и приемов основной обработки почвы на плодородия почв и урожайность культур севооборотов в ЦЧР»

Разработка внедрена при выполнении НИР по госбюджету

«Научные основы совершенствования основной обработки почвы и регулирования плодородия почв в ЦЧР»

3. Каким научным учреждением мероприятие предложено к внедрению
Кафедрой земледелия ВГАУ**4. Наименование хозяйства (организации), его адрес**

КФХ «ИП Палихов А.А.» Хохольского района Воронежской области

5. Календарные сроки внедрения (начало - окончание)

02 сентября 2013 г. – 30 июля 2016 г.

6. Объем внедрения мероприятий (по плану и фактически) - 100 га**7. Экономический эффект от внедрения на единицу (га, голов, машину и т.д.) и на весь объем внедрения в рублях**

Производственные затраты на 1 га: 7,3 тыс. руб.

Стоимость продукции с 1 га: 36,5 тыс. руб.

Чистый доход с 1 га: 28,2 тыс. руб.

Чистый доход с площади внедрения: 2820 тыс. руб.

8. Долевое участие университета в полученном экономическом эффекте составляет: _____**9. Фамилия, имя, отчество и должность работников, ответственных за внедрение научной разработки от университета и хозяйства**

Доктор с.-х. наук, профессор Дедов А.В., канд. с.-х. наук Несмеянова М.А., аспирант Дедов А.А.

Председатель комиссии:

Директор КФХ «ИП Палихов А.А.» Палихов А.А. Палихов А.А.

Ответственные за внедрение _____

Несмеянова М.А.

Дедов А.А.



Акт составлен «2» августа 2016 г.

АКТ

Внедрение в производство научно-технических разработок и передового опыта

1. Наименование внедренного мероприятия:

«Влияние бинарных посевов и приемов основной обработки почвы на плодородия почв и урожайность культур севооборотов в ЦЧР»

Разработка внедрена при выполнении НИР по госбюджету

«Научные основы совершенствования основной обработки почвы и регулирования плодородия почв в ЦЧР»

3. Каким научным учреждением мероприятие предложено к внедрению

Кафедрой земледелия ВГАУ

4. Наименование хозяйства (организации), его адрес

ОАО «Электросигнал» ПСХ Цех 803 Рамонского района Воронежской области

5. Календарные сроки внедрения (начало - окончание)

05 апреля 2015 г. – 30 июня 2016 г.

6. Объем внедрения мероприятий (по плану и фактически) - 100 га

7. Экономический эффект от внедрения на единицу (га, голов, машину и т.д.) и на весь объем внедрения в рублях

Производственные затраты на 1 га: 8,1 тыс. руб.

Стоимость продукции с 1 га: 33.2 тыс. руб.

Чистый доход с 1 га: 25.1 тыс. руб.

Чистый доход с площади внедрения: 2510 тыс. руб.

8. Долевое участие университета в полученном экономическом эффекте составляет: _____

9. Фамилия, имя, отчество и должность работников, ответственных за внедрение научной разработки от университета и хозяйства

Доктор с.-х. наук, профессор Дедов А.В., канд. с.-х. наук Несмеянова М.А., аспирант Дедов А.А.

Председатель комиссии:

Директор ОАО «Электросигнал» ПСХ Цех 803 _____

Перегудов С.С.

Ответственные за внедрение _____

Несмеянова М.А.

Дедов А.А.

Акт составлен «4» августа 2016 г.



АКТ

Внедрение в производство научно-технических разработок и передового опыта**1. Наименование внедренного мероприятия:**

«Влияние бинарных посевов и приемов основной обработки почвы на плодородия почв и урожайность культур севооборотов в ЦЧР»

Разработка внедрена при выполнении НИР по госбюджету

«Научные основы совершенствования основной обработки почвы и регулирования плодородия почв в ЦЧР»

3. Каким научным учреждением мероприятие предложено к внедрению
Кафедрой земледелия ВГАУ**4. Наименование хозяйства (организации), его адрес**

ООО «Возрождение» Каширского района Воронежской области

5. Календарные сроки внедрения (начало - окончание)

15 апреля 2014 г. – 20 июня 2016 г.

6. Объем внедрения мероприятий (по плану и фактически) - 100 га**7. Экономический эффект от внедрения на единицу (га, голов, машину и т.д.) и на весь объем внедрения в рублях**

Производственные затраты на 1 га: 8,5 тыс. руб.

Стоимость продукции с 1 га: 35,0 тыс. руб.

Чистый доход с 1 га: 26,5 тыс. руб.

Чистый доход с площади внедрения: 2650 тыс. руб.

8. Долевое участие университета в полученном экономическом эффекте составляет: _____**9. Фамилия, имя, отчество и должность работников, ответственных за внедрение научной разработки от университета и хозяйства**

Доктор с.-х. наук, профессор Дедов А.В., канд. с.-х. наук Несмеянова М.А., аспирант Дедов А.А.

Председатель комиссии:

Директор ООО «Возрождение» _____ Зайцев Л.Н.

Ответственные за внедрение _____ Несмеянова М.А.

_____ Дедов А.А.

Акт составлен «10» августа 2016 г.