ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Я. ГОРИНА»

На правах рукописи

КЛОСТЕР Наталья Ивановна

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИЁМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

06.01.01- общее земледелие, растениеводство

ДИССЕРТАЦИЯ

**на соискание учёной степени
доктора сельскохозяйственных наук**

Научный консультант:
доктор сельскохозяйственных наук,
доцент
РЕЗВЯКОВА Светлана Викторовна

Белгород- 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ		6
ГЛАВА 1	БИОЛОГИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО ЭКОЛОГИЧЕСКИ СБАЛАСИРОВАННОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	14
1.1.	Этапы внедрения биологических приёмов земледелия	15
1.2.	Технологии возделывания культур с использованием биологических методов	19
1.3.	Воспроизводство плодородия почвы при биологическом ведении сельскохозяйственного производства	34
ГЛАВА 2	УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	48
2.1.	Почвенно-климатические условия зоны проведения исследований	48
2.2.	Место проведения и схемы опытов	58
2.3.	Методика проведения исследований	68
ГЛАВА 3	ИЗМЕНЕНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЁМА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ БИОЛОГИЗАЦИИ	70
3.1.	Влияние антропогенных факторов на плотность почвы при возделывании сельскохозяйственных культур	70
3.2.	Роль органических, сидеральных удобрений и технологии no-till в стабилизации структурного состояния чернозема	82
ГЛАВА 4	ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЫ ПРИ БИОЛОГИЧЕСКИХ АГРОТЕХНОЛОГИЯХ	88
4.1.	Исследование влияния биологических приемов на изменение гидролитической кислотности почвы	88

4.2.	Изучение зависимости обменной кислотности почвы от факторов биологизации агротехнологий возделывания зерновых культур	93
4.3.	Изменение суммы поглощенных оснований в почвенном комплексе в зависимости от органических удобрений и обработки	98
ГЛАВА 5	БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ В АГРОТЕХНОЛОГИЯХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР	101
5.1.	Активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов в зависимости от элементов биологизации	101
5.2.	Количественный и качественный состав микробной массы почвы в зависимости от органических удобрений в агротехнологиях	109
ГЛАВА 6	ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	112
6.1.	Гумусовое состояние чернозема при возделывании зерновых культур с органической системой удобрения	112
6.2.	Изменение содержания минерального азота в зависимости от технологии возделывания зерновых культур	125
6.3.	Изменение содержания подвижного фосфора в зависимости от технологии возделывания зерновых культур	147
6.4.	Изменение содержания обменного калия в зависимости от технологии возделывания зерновых культур	153
6.5.	Условия для создания бездефицитного баланса гумуса азота, фосфора и калия в почве при возделывании	158

	сельскохозяйственных культур	
ГЛАВА 7.	ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ ИХ ВОЗДЕЛВАНИЯ	173
7.1.	Урожайность и элементы структуры продуктивности сои в зависимости уровня удобренности и способа основной обработки почвы	173
7.2.	Урожайность и элементы структуры продуктивности озимой пшеницы в зависимости уровня удобренности и способа основной обработки почвы	184
7.3.	Урожайность и элементы структуры продуктивности кукурузы на зерно в зависимости уровня удобренности и способа основной обработки почвы	194
7.4.	Урожайность и динамика показателей продуктивности сахарной свёклы в зависимости уровня удобренности и способа основной обработки почвы	206
ГЛАВА 8.	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ БИОЛОГИЗАЦИИ	218
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	229
	ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	236
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	238
	ПРИЛОЖЕНИЯ	270
А	Объем применения удобрений в земледелии Белгородской области	271
Б	Программа биологизации земледелия Белгородской области	272
В	Метеорологический график	276

Г-Н	Метеорологические данные за годы проведения исследований 2011-2020 гг.	277
О	Структура почвенного покрова Белгородской области	287
П	Административные районы проведения научно-исследовательских работ	288
Р	Структура посевных площадей Белгородской области	289
С	Характеристика сорта сои Белгородская 48	290
Т	Характеристика сорта озимой пшеницы Майская юбилейная	291
У-Ц	Баланс элементов питания в ООО «Зерно Белогорья»	292
Ч	Справка о внедрении	300

ВВЕДЕНИЕ

Хозяйственная деятельность человека является самым мощным фактором, влияющим на состояние окружающей природной среды. В сельском хозяйстве эта деятельность привела к взрывному развитию водной и ветровой эрозии, физической деградации почвенного покрова, загрязнению поверхностных и подземных вод производными минеральных удобрений и пестицидов, снижению показателей плодородия почв через дегумификацию и сокращение запасов питательных элементов. По современным оценкам примерно 1,2 млрд. га сельскохозяйственных земель находятся в деградированном состоянии. По данным ФАО, суммарные потери пахотных земель от негативной деятельности человека составляют 6,7 млн. га ежегодно (Кирюшин В.И., 2000).

В нашей стране в 80-х годах прошлого века был принят курс на интенсификацию и форсированную химизацию сельскохозяйственного производства. Выражалось это в применении повышенных доз минеральных удобрений, пестицидов, использовании глубокой отвальной обработки почвы без учета особенностей рельефа местности (Научно-обоснованная система земледелия…, 1990). В результате такого хозяйствования только в Белгородской области потери пахотных земель от эрозии и ухудшения физических, физико-химических свойств оцениваются в десятки тысяч гектаров. По данным экологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения содержание гумуса на интенсивно эксплуатируемых черноземах с минеральной системой удобрения сократилось с 7,5 до 4,8% за неполные 20 лет (Азаров В.Б., 2004).

После распада Советского Союза сельскохозяйственная отрасль находилась в глубоком системном кризисе, вызванном отсутствием государственной политики в АПК, сменой собственников, нехваткой оборотных средств. Интегрированным показателем негативных процессов в те годы может служить динамика использования удобрений (табл. 1).

Таблица 1

Динамика применения удобрений и урожайности культур в Белгородской области (Смык А.В., 2000)

Показатели	1975-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2006
Внесено минеральных удобрений, д.в. кг/га	130	144	198	87	34	108
Внесено органических удобрений, т/га	3,3	5,1	5,7	3,8	2,1	5,0
Урожайность зерна, ц/га	21,1	18,1	28,2	26,2	19,8	21,4
Урожайность сахарной свёклы, ц/га	187	197	270	199	177	211

В последующие годы в связи с принятием ряда управленческих решений в отрасли АПК, сменой собственников и создания на базе сельскохозяйственных предприятий региона агропромышленных холдингов ситуация с внесением удобрений начала постепенно улучшаться. К 2019 году по данным департамента агропромышленного комплекса Белгородской области объемы применения минеральных удобрений в пересчете на 100 % действующего вещества составило 116,2 тыс. тонн, а органических в физическом весе почти 11 миллионов тонн (приложение А). В настоящее время руководством Белгородской области принят курс на биологизацию и общую экологизацию сельскохозяйственного производства. В регионе принята долгосрочная программа биологизации земледелия, лейтмотивом которой является сохранение и воспроизводство почвенного плодородия, переход на органическую систему удобрения сельскохозяйственных культур

(приложение Б). Бывший Губернатор Белгородской области Евгений Степанович Савченко в своём выступлении поставил руководителям сельскохозяйственных формирований задачу: "Мы должны полностью освободить свои поля от химии и химического синтеза, против которого встают экологи во всём мире. Мы идём в тренде самых современных экологических технологий" (Доклад Губернатора…, 2019).

Основными составляющими биологических агротехнологий являются максимальное использование всех видов органических удобрений, применение энергосберегающих способов обработки почвы, внедрение пожнивных и поукосных промежуточных посевов (Гридчин В.Т., 2013).

Актуальность темы. Устойчивое и экологически сбалансированное земледелие на черноземах ЦЧЗ, характеризующихся высоким потенциальным плодородием, диктует необходимость постоянного контроля и разработки приемов их сохранения и воспроизводства. Главное значение в этом отношении имеет научно-обоснованное применение органических удобрений, базирующееся на знании всего комплекса почвенных, агрохимических, экологических и агрохимических факторов, определяющих уровень минерального питания растений и интенсивность круговорота веществ в агроценозах.

Разработка оптимальных параметров биологических компонентов агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур, адаптированных к каждому конкретному землепользованию, является в настоящий момент самой актуальной задачей.

Степень разработанности темы. Современные учёные- земледелы, агрохимики и почвоведы- разрабатывали свои рекомендации по внедрению приёмов биологизации в сельскохозяйственное производство. Данные исследования, ввиду недостаточности адаптивных экспериментальных данных, носили общий, концептуальный характер.

В Белгородской области различные аспекты перехода земледелия на биологическую основу освещали в своих трудах П.Г. Акулов (1992), И.И.

Шелганов (1996), Б.Ф. Азаров (1997), А.В. Смык (2000), М.Н. Понедельченко (2004), О.Г. Котлярова (2004), В.Б. Азаров (2004), Г.И. Уваров (2005), Н.И. Клостер (2012), В.Я. Родионов (2013).

Однако, в перечисленных научных публикациях авторы концентрировали свои исследования на отдельных элементах, представляющих собой составные части общей биологической агротехнологии.

В настоящее время для разработки актуальных параметров биологических составляющих современных научно-обоснованных агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур, необходимо проведение полевых стационарных опытов по изучению регламента применения различных видов органических удобрений, внедрения энергосберегающих обработок почвы, приёмов по расширенному воспроизводству плодородия чернозёмов, адаптированного к конкретным почвенно-климатическим условиям Центрально-Черноземного региона Российской Федерации.

Цель исследований. Целью работы явилось обоснование и совершенствование биологических агротехнологий в условиях юго-запада ЦЧЗ, обеспечивающих повышение продуктивности зерновых культур и расширенное воспроизводство плодородия чернозема типичного.

Для успешной реализации поставленной цели исследований предусматривалось выполнение следующих задач:

- изучить влияние применения органических удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур;

- установить оптимальные дозы, способы и сроки применения органических удобрений под зерновые культуры;

- выявить характер действия различных сочетаний элементов биологизации в агротехнологиях на изменение свойств чернозема типичного;

- исследовать влияние применения энергосберегающих способов основной обработки почвы на продуктивность сои, озимой пшеницы и кукурузы на зерно и показатели плодородия чернозёмов;

- определить параметры создания бездефицитного баланса гумуса и питательных веществ в почве при условии применения биологических элементов;

- рассчитать экономическую и энергетическую эффективность приёмов биологизации при возделывании сельскохозяйственных культур;

Научная новизна работы. Впервые экспериментально выявлены, проанализированы, обобщены и научно обоснованы оптимальные параметры приёмов биологизации для эффективного агропроизводства при условии расширенного воспроизводства плодородия черноземов юго-запада ЦЧЗ. Рассчитан баланс органического вещества и элементов питания для основных сельскохозяйственных культур.

На основе результатов полевых стационарных опытов оптимизирована система удобрения отдельных культур в севооборотах для черноземных почв Белгородской области.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты исследований являются научной основой создания зональных рекомендаций по переводу земледелия на биологическую основу. Материалы исследований использовались при написании монографии «Удобрения в современном земледелии» и других учебно-методических пособий, а также при подготовке рекомендаций по эффективному применению органических удобрения в сельхозпредприятиях Центрального Черноземья. Результаты проведенных исследований легли в основу материалов курса лекций в Белгородском государственном аграрном университете имени В.Я. Горина для бакалавров по дисциплинам «Агрохимия», «Рациональное природопользование», «Адаптивно-ландшафтная система земледелия», при подготовке магистрантов по программе «Агрохимические основы управления минеральным питанием культур и плодородием черноземов».

Экспериментальные данные ежегодно используются автором при чтении лекций на курсах повышения квалификации специалистов агрономического профиля.

Результаты исследований используются при составлении практических рекомендаций для стабилизации и воспроизводства плодородия черноземных почв в сельхозпредприятиях Белгородской области.

Положения, выносимые на защиту:

– в результате длительного применения органических удобрений показатели почвенного плодородия чернозема типичного в юго-западной части ЦЧЗ имеют положительную динамику;

– основными критериями повышения урожайности сельскохозяйственных культур при биологических технологиях являются оптимальные агрофизические параметры почвы, достаточность, доступность основных питательных элементов, прежде всего минерального азота;

– при условии применения энергосберегающих способов обработки почвы (поверхностной, мелкой, нулевой) создаются предпосылки для создания оптимальных агрохимических и агрофизических свойств почвы для получения высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур;

–условием создания бездефицитного баланса гумуса и питательных веществ в севообороте является научно-обоснованное чередование культур и широкое применение пожнивных и поукосных посевов сидеральных культур;

– расчетная система удобрения севооборота на основе биологических приёмов на черноземе типичном имеет положительный экономический эффект.

Степень достоверности и апробации результатов. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций производству определены большим количеством полевых и лабораторных исследований, системным подходом, точностью аналитических работ и подтверждены статистической обработкой полученных данных, публикациями основных результатов в изданиях, включенных в Перечень российских рецензируемых научных

журналов ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, апробацией материалов на конференциях различных уровней. Достоверность полученных данных обеспечена применением методик, входящих в базу ГОСТов Общероссийского классификатора стандартов Российской Федерации.

Личный вклад соискателя состоит в определении темы исследований, выборе цели и задач, разработке структуры исследовательской работы; непосредственном участии в проведении полевых и лабораторных опытов; обобщении, анализе и камеральной обработке экспериментальных данных; подготовке диссертации и автореферата, написании статей, монографий и выступлений с сообщениями на различных конференциях и совещаниях регионального, всероссийского и международного уровня.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 300 страницах печатного текста, состоит из введения, 8 глав, выводов, предложений производству, списка литературы (299 источников, в том числе 32 – на иностранных языках) и 22 приложений, иллюстрирована 86 таблицами и 28 рисунками.

Публикации результатов исследований. Материалы диссертации докладывались ежегодно на заседаниях учебно-методического совета агрономического факультета в Белгородском ГАУ. Основные разделы диссертации освещались на региональных, всероссийских и международных научно-практических конференциях. По материалам работы соискателем в соавторстве готовится к публикации два учебно-методических пособия, изданы две монографии; 35 научных статей, из них 15 в рецензируемых журналах, определенных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Благодарности. Считаю своим долгом выразить глубокую благодарность ректору ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ Станиславу Николаевичу Алейнику за оказанную поддержку и всем сотрудникам, преподавателям агрономического факультета, оказавшим помощь в проведении полевых экспериментов, а также своему научному консультанту,

доктору сельскохозяйственных наук Светлане Викторовне Резвяковой за помощь в работе и ценные советы. Дань особой признательности и глубокого уважения автор приносит своим бессменным консультантам на этапе выполнения полевых работ и камеральной обработки экспериментальных данных докторам сельскохозяйственных наук, профессорам А.Г. Гурину и С.Д. Лицукову, чьей светлой памяти посвящен данный научный труд.

ГЛАВА 1. БИОЛОГИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО ЭКОЛОГИЧЕСКИ СБАЛАНСИРОВАННОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Глобальные экономические и политические кризисы, многие войны и конфликты случались на нашей земле из-за передела земельных ресурсов, являющихся основной базой для производства сельскохозяйственной продукции (Соколов М.Д., Филиппчук О.Д., 1999). То есть, того продовольствия, продуктов, которые необходимы всем людям каждый день. Именно поэтому продовольственная безопасность страны стоит в одном ряду с территориальной, военной и финансовой независимостью государства. Президент Российской Федерации В.В. Путин своим указом № 20 от 21 января 2020 года утвердил «Доктрину продовольственной безопасности Российской Федерации» (Российская газета, 22 января 2020 г.). В данном документе основной темой является сохранение того уровня производства сельскохозяйственной продукции, которого мы достигли в последние годы.

Для того, чтобы нивелировать влияние негативных факторов погодных условий, необходима разработка таких агротехнологий, которые бы отвечали главным критериям эффективности: продуктивность, экологичность, адаптивность (Каштанов А.Н., 2000; Турьянский А.В., 2012; Клостер Н.И., Азаров В.Б., 2015).

Только биологические, максимально приближенные к природным процессам, технологии возделывания сельскохозяйственных культур отвечают реалиям сегодняшнего дня и чрезвычайно востребованы сельскохозяйственным производством (Агеев В.В., 1984; Мальцев В.Ф., Каюмов М.К., 2002; Лукин С.В., 2006; Шевелуха В.С., 2011). Идейным вдохновителем и широким пропагандистом биотехнологий в Белгородской области был Виталий Трофимович Гридчин (Гридчин В.Т., 2012). В своих трудах он, доказывая необходимость перехода на природные биологические технологии, ссылался на опыт наших предков-хлебопашцев. Считаем

целесообразным рассмотреть данное утверждение подробнее, обратившись к авторитетным источникам и проанализировав историю развития земледелия в России.

1.1. Этапы внедрения биологических приёмов земледелия

На ранних этапах развития человечества люди научились культивировать полезные для себя растения, постепенно методом отбора выделяя наиболее продуктивные культуры. Практиковались экстенсивные приемы ведения хозяйствования- засечная и переложная, при которой участок земли используется, пока он плодороден; после истощения почвы земледельцы переходят на новое место, оставляя прежний участок без обработки для восстановления почвы за счёт природной растительности (www.vikipedia.ru).

Однако, в процессе совершенствования орудий труда, расширения площадей и ассортимента возделываемых культур, люди стали применять местные удобрения (солому, навоз, пресноводный ил и т.д.), что позволило резко повысить урожайность (Ван Мансвельт Я.Д., Темирбекова С.К., 2017). Чередование же культур в трехпольном севообороте (пар-озимые-яровые) определило место, время и примерные дозы вносимых удобрительных компонентов. Такая системы практиковалась в крестьянском хозяйстве России до конца XIX века. Д.Н. Прянишников (1963) называл такой способ хозяйствования «архаичным», отмечая, однако, что в целом в таких севооборотах, учитывая небольшой вынос питательных веществ невысокими урожаями, сохранялся приемлемый баланс гумуса и азота.

Данный способ земледелия можно назвать прообразом биологической системы, поскольку она отвечает всем требованиям к таковой. Определение биологическому (другие названия «альтернативное», «природное») земледелию (Лукин С.В., 2004; Чернышёва Н.М., 2006; Малышева Е.В., 2007; Уваров А.В., 2013; Клостер Н.И., 2020) давали многие учёные, однако,

основные, концептуальные его положения можно сформулировать следующим образом:

Биологическое земледелие- ведение сельскохозяйственного производства с максимальным использованием компонентов природного происхождения (органика, сидераты) и минимальным воздействием на почву (энергосберегающие обработки) (Парахин Н.В., Лобков В.Т., 2000; Ерофеев С.А., 2018; Зорин А.В., Оглы Фараджев С.В., 2018).

После периода интенсификации сельскохозяйственного производства, характеризующегося преимущественно минеральной системой удобрения, глубокими отвальными обработками почвы, произошло заметное изменение основных показателей плодородия черноземов и, прежде всего, гумуса (табл. 2). (Айдиев А.Ю., Лазарев В.И., 2006; Соловиченко В.Д., 2018; Хомяков Д.М., 2020).

Таблица 2

Изменение содержания и запасов гумуса в пахотном горизонте почв Белгородской области по данным обследований 1950-1965 и 1970-1985 гг.

Почва	Годы обследования	Площадь, тыс. га	n	Содержание гумуса, %					Потери гумуса			
				M	±m	±δ	P	V	%	т/га	Всего	
											тыс. т	%
Чернозем выщелоченный среднегумусный среднемощный	1950-1965	86,4	303	6,8	0,10	0,53	1,4	7,9	0,5	13,75	1188	7,4
	1970-1985		232	6,3	0,03	0,41	0,4	6,4				
Чернозем типичный среднегумусный среднемощный	1950-1965	212	308	6,8	0,02	0,41	0,3	6,0	0,5	13,75	2915	7,4
	1970-1985		283	6,3	0,01	0,24	0,2	3,7				
Чернозем типичный карбонатный	1950-1965	40,6	75	6,2	0,08	0,66	1,2	10,7	0,4	11,0	447	6,5
	1970-1985		107	5,8	0,06	0,64	1,1	11,2				
Чернозем обыкновенный среднемощный	1950-1965	75,8	288	6,7	0,04	0,59	0,5	8,9	1,0	27,5	2084	14,9
	1970-1985		253	5,7	0,03	0,53	0,6	9,4				

Примечание: n – число разрезов; M – среднее арифметическое; m – ошибка среднего арифметического; δ - среднее квадратичное отклонение; P- показатель точности, %; V – коэффициент вариации, %. Степень достоверности (t_1) не приводится, так как она многократно превышает необходимую (t_2 – по таблице Стьюдента).

По данным туров агрохимического обследования почвы Белгородской области, к 1990 году заметно возросло содержание в пахотном слое фосфора и калия на фоне резкого подкисления почвенного раствора и снижению содержания в черноземах гумуса (Лукин С.В., 2017).

В XXI век Белгородская область вступила с заметно ослабленными хозяйственной деятельностью черноземами, плодородие которого составляет одно из главных природных богатств региона (Котлярова Е.Г., 2017). Согласно Постановлению Главы администрации Белгородской области Е.С. Савченко от 14 декабря 1999 года № 710 «Об экономическом оздоровлении сельскохозяйственных предприятий» в области создаются холдинговые структуры, ведущие хозяйственную деятельность на арендованных землях, принадлежащих Белгородской области. Такое положение позволило областным властям жёстко контролировать сохранение плодородия используемых почв, для чего и была принята программа биологизации земледелия области (приложение Б), призванная широко использовать биологические технологии (Постановление…2015). В настоящее время в регионе практически завершен переход на биологические приёмы, теоретической основой которых является концепция органического земледелия (Савченко Е.С., 2019; Кирюшин В.И., 2019).

Концепции органического земледелия были заложены австрийским ученым Рудольфом Штайнером. Еще в 1924 году он прочел курс лекций, в котором описывалась биологическая система земледелия и ее преимущества (Штайнер Р, 1997). Эта система в XX веке была практически забыта. На пахотных землях начали массово применять химические средства. Данные агроприёмы ведения хозяйства позволили значительно поднять урожаи, но химикаты привели к загрязнению почвы и негативно сказались на здоровье людей. Сегодня многие страны возвращаются к натуральному способу земледелия, который становится

все более популярным (Коновалов Н.Д., 2000). Каждый год мировой рынок продукции органических экоферм растет в среднем на 10-15%. Несмотря на более высокие цены, органические продукты хотят покупать все больше людей.

Органическое сельское хозяйство – новое, перспективное направление для инвестиций, дающее повышение рентабельности, конкурентоспособности сельхозпродукции, новый канал экспортных поставок сельхозпродукции, возможность привлечения специалистов на село, дополнительный источник доходов сельским жителям, решающее целый ряд экологических проблем (Овсянников Ю.А., 2012). Органическое сельское хозяйство не загрязняет почву, грунтовые воды, окружающую среду – оно базируется на естественном плодородии и природоподобных технологиях (Зеленев А.В., 2020). Оно сохраняет и восстанавливает естественное плодородие почв, улучшает агроэкосистемы, что коррелирует с Постановлением Президента РФ № Пр-117 п.2д. Основополагающий принцип органического сельского хозяйства – здоровье почв, экосистем и людей. Это и есть принципиально новая, инновационная «природоподобная технология, которая не наносит урон окружающему миру, а существует с ним в гармонии и позволяет восстановить нарушенный человеком баланс между биосферой и техносферой», – о поиске которой сказал Президент РФ Владимир Путин, выступая на Генассамблее ОНН 28 сентября 2015 года. В органическом сельском хозяйстве используются специальные севообороты, сидераты, биологические системы удобрения, энергосберегающие способы обработки почвы (Гридчин В.Т., 2012).

1.2. Технологии возделывания культур с использованием биологических методов

Соя- одна из важнейших культур, определяющей баланс высокобелкового зерна в мире, в том числе и в Российской Федерации. Реальные перспективы увеличения производства соевого зерна имеются в Центрально-Черноземном регионе (Балаклай Г.Т., 2003; Баранов А.Ф., 2005; Кадыров С.В., Федотов В.А., 1999; Кадыров С.В., 2001). В последние годы учёными Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина выведен ряд холодостойких сортов северного экотипа (Шевченко Н.С. 2002; Зеленская Т.И., 2006), что создает предпосылки для более широкого внедрения этой культуры в структуру посевных площадей региона (Рубаненко Н.Н., 2010; Турьянский А.В., 2004).

В мировом земледелии по посевным площадям и валовым сборам занимает первое место среди белковых и масличных культур. Семена ее содержат до 25 % жира, 35-48 % сбалансированного по аминокислотному составу белка и более 15 % углеводов (В.В. Подобедов, 1999).

Ввиду того, что приоритетными направлениями развития агропромышленного комплекса Белгородской области являются птицеводство, свиноводство и молочное животноводство, была разработана региональная Программа, предусматривающая существенное увеличение производства и глубокую переработку сои. В рамках данной стратегии предусматривается реализация масштабных проектов, позволяющих в ближайшее время увеличить производство сельскохозяйственной продукции в 2,5 раза, в том числе довести объемы производства товарной сои до 90-100 тыс. тонн с ее последующей переработкой. Для этого вступило в строй уникальное предприятие по переработке соевых бобов, мощностью почти 500 тыс. тонн (Программа…2014).

Таким образом, создаются предпосылки для удовлетворения полной потребности в белке растительного происхождения всех отраслей АПК Белгородской области. Однако, наряду с семеноводством и селекцией, мощным стимулом к этому должна стать разработка перспективных, инновационных агротехнологий возделывания этой культуры в регионе, основанных на биологических принципах с использованием максимального количества составляющих компонентов природного происхождении (Лактионов П.А., 2010; Чуян Н.А., 2020).

При разработке биологических технологий возделывания сои необходимо учитывать значение её как бобовой культуры, способной посредством образования симбиотрофных связей накапливать в почве атмосферный азот, что значительно улучшает эффективное почвенное плодородие, повышает урожаи сои и последующих за соей культур, прежде всего, озимых зерновых и кукурузы (Вавилов П.П., Посыпанов Г.С.,1983; Лещенко А.К. и др., 1987; Ващенко Т.Г., 2004; Завалин А.А., 2006).

В экологическом аспекте соя является облагораживающей культурой, так как способна противостоять патогенным микроорганизмами, вредителям и сокращения применения пестицидов. Являясь (в симбиозе с клубеньковыми бактериями) «фабрикой» биологического азота, соя на 60-70% удовлетворяет свои потребности в этом элементе за счет связывания азота воздуха, не нуждаясь в применении дополнительных доз удобрений. На посевах сои с минимальной обработкой почвы смыв последней в результате водной эрозии сокращается почти в четыре раза (Лещенко А.К. и др., 1987; Енкина О.В., 2005).

Почвы Белгородской области в целом отвечают требованиям, предъявляемым к площадям возделывания сои (Соловиченко В.Д., 2013). Уровень плодородия почвы имеет большое значение для получения высоких урожаев этой культуры. Рыхлые, легко прогреваемые почвы, с высоким содержанием гумуса и нейтральной реакцией среды – наиболее пригодны для возделывания сои. Именно такие условия являются оптимальными для

развития клубеньковых бактерий, живущих на корнях сои и обеспечивающих ее азотом. Хорошая обеспеченность сои азотом позволяет ей развивать мощную корневую систему, что, в свою очередь, способствует более полному усвоению других элементов питания (Балакай Г.Т., Безуглова О.С., 2003; Растениеводство, 2006; Тишков А.М., 2005).

Влияние минимальных, мелких и нулевых обработок почвы на продуктивность сои в условиях Центрально-Черноземного региона еще недостаточно изучено, но в других почвенно-климатических условиях подобные опыты были проведены рядом учёных. Однако, результаты полевых экспериментов не дают однозначного ответа на данный вопрос. Зинченко Е.В. (2009) и Кругликов А.Ю. (2012) в своих исследованиях доказывают необходимость проведения глубокой обработки почвы с перемешиванием пласта под посевы сои. На преимущество глубокой обработки почвы (20-25 см) по сравнению с поверхностной обработкой указывали и зарубежные авторы (Tyler D., 1982; Jassani K.P., 1994; Edgi D.B., 1992; Hu Shui-xiu, 2001; Physiological changes…2002; Li Ming, 2007). По их мнению вспашка на глубину 25 см более выгодна, чем рыхление дисковыми орудиями, так как при этом растения могут лучше укорениться и извлекать влагу из более глубоких слоев почвы.

По мнению ряда ученых Самарского НИИСХ (Шевченко С.Н., Корчагин В.А., 2008; Кирилов Н.А., Волков А.И., 2008) при переходе к минимальным и дифференцированным системам обработки не происходит ухудшения водного и пищевого режимов почвы, и плотности сложения.

На основании многолетних исследований Г. И. Казаков и В. А. Корчагин (2009) делают вывод, что не может быть одинаковой обработки, которая была бы пригодной для всех хозяйств и тем более регионов. Рациональной обработка почвы будет только тогда, когда она применяется с учетом конкретных условий каждого поля.

Эффективность 24 разных систем обработки почвы в Мордовской ГРСХОС изучалась на выщелоченном тяжелосуглинистом черноземе И. И.

Исайкиным и М. К. Волковым (2007). На основании проведенных исследований ими была разработана адаптивная модель поверхностно-безотвальной и поверхностно-нулевой системы обработки почвы.

Освоение данной модели на площади 200 га повысило продуктивность севооборотов на 18-27%, уменьшило затраты труда в 3-5, топлива – в 2-4 раза (Пыхтин И.Г., Гостев А.В., 2012).

Однако, в последнее время в связи с переходом к рыночным отношениям, дискуссионные вопросы по основной обработке почвы под сою часто увязывают с возможностью снижения энергозатрат при её возделывании счет минимизации обработки (Антонюк Ю.А., 1990; Рахимова Ю.М., 2014; Чамурлиев Г.О., 2016).

Все исследователи сходятся во мнении, что для сои чрезвычайна важна обеспеченность почвы элементами питания и, таким образом, данная культура весьма отзывчива на внесение удобрений, в том числе и органических.

На повышение урожая и улучшение качества зерна сои с внесением удобрений указывали Басибеков Б.С., (1980); Дозоров А.В., (1999); Рубаненко Н.Н., (2010). В опытах И.С. Фомина (2002), проведенных на темно-серых почвах Курской области сорт сои Белгородская 48 на безудобренном фоне дал 1,89 т/га, а при внесении N_{30} в подкормку – 2,27 т/га. На фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ получено соответственно 2,48 и 2,44 т/га. На основании чего автор делает вывод о том, что подкормка проведенная некорневым способом эффективна только на неудобренном фоне.

Аналогичные результаты получены и другими авторами (Дробышева Н.И., 1999; Кашеваров Н.И., 2005).

На положительное влияние органических удобрений в виде птичьего помёта и навоза КРС на урожайность сои указывают и другие авторы (Воронкова Н.А., 1999; Бозиев А.Л.. Тхагапсоев М.Х., Жамбикова А.Л., 2004; Гамзиков Г. П., Шотт П.Р., Литвинцев П.А., 2007).

На черноземных почвах лесостепи Западной Сибири эффективность применения удобрений под сою изучалась И.Ф. Храмцовым и др. (2001); Юмашевым Х.С., (2020).

При изучении литературных источников, обращает на себя внимание факт отсутствия исследований по возможности возделывания сои по биологической технологии с использованием только компонентов природного происхождения при условии энергосберегающей обработки почвы, применительно к условиям Центрально-Черноземного региона России.

Пшеница – одна из главных культур современного мирового земледелия. Значение ее обусловлено, прежде всего, высокой потенциальной урожайностью и разносторонним использованием (Резвякова С.В., 2020). Достаточно констатировать, что на продовольственные потребности в странах мира идет около 50% зерна пшеницы, на технические цели – 15-20 % и до трети используются как высокоэнергетический корм для животных и птицы (Кузина Е.В., 2006; Навальнев В.В., 2006; Афанасьев И.В., 2011; Ефремов Ю.В., 2017). Резервы увеличения урожаев озимой пшеницы практически неограниченны (Солнцев П.И., 2014). Огромная роль в этом принадлежит совершенным технологиям возделывания озимой пшеницы (Ваулина Г.И., 2007; Цыганков В.И., 2011; Мельник А.Ф., 2016; Резвякова С.В., 2021).

В результате интенсификации сельскохозяйственного производства, проводимой, как правило, без учета основных экологических принципов, возник вопрос экологической нестабильности в сельском хозяйстве региона и страны в целом (Гридчин В.Т., 2013; Михайленко И,И., Смирнова Л.Г., 2020. В условиях экологической нестабильности и сложившегося диспаритета цен на минеральные удобрения и продукцию АПК, внесение достаточного количества питательных веществ с минеральными туками стало неосуществимым значительной части хозяйств (Чадаев И.М., 2020). Кроме того, в связи отсутствием научно-обоснованного подхода в агрохимическом

обеспечении агротхенологий, минеральные удобрения часто вносили бесконтрольно и бессистемно (Ахметзянов М.Р., 2017; Зюба С.Н., Смуров С.И., 2020). В результате ухудшились основные показатели почвенного плодородия, прежде всего кислотно-щелочной баланс, нарушилась экологическая ситуация в агроценозах (Лукин С.В., 2012). В связи с этим появилась необходимость в разработке новых источников питания растений. Одной из альтернатив, в свете бурно развивающегося животноводства в области может явится массовое применение органических удобрений, в том числе и в альтернативных формах (Шелганов И.И., 1996; Гурин А.Г., 2020). Имея в своем составе достаточное количество органического вещества, доступных форм биофильных элементов, органические удобрения в виде компостов, гранул, перепревшей массы и других форм могли бы служить важным источником получения дополнительной прибавки урожая, благотворно влияя на показатели плодородия черноземов (Васильев В.А., Филиппов Н.В., 1988; Гилис М.Б., Данилюк В.Б., 2000; Детковская Л.П., Летяго С.В., 1990; Минеев В.Г., 1984; Николаенко Я.И., Геллер И.А., 1989; Сдобников С.С., 1991; Kowalinski S., 1998; Bonny S., Le Pape Y., 2004; Blake F, 2007). Однако, вопросы доз, сроков внесения и места органических удобрений в севообороте в зависимости от вида сырья не имеют четких научно-обоснованных рекомендаций (Елфимов М.Н., 2019; Котельникова М.Н., 2021). Каждый товаропроизводитель считает целесообразным руководствоваться условиями конкретного поля, севооборота и возможностью применения органической массы, имеющейся в его распоряжении. Научными исследованиями неоднозначно трактуется концепция применения органических удобрений в севообороте. Так, по данным И.И. Шелганова (1996) органические удобрения в виде полуперепревшего навоза КРС значительно увеличивают урожайность основных культур в прямом действии, постепенно ослабляя эффективность в последействии. В диссертационной работе В.Б. Азарова (1997) органические удобрения по эффективности не уступали минеральным при внесении под

сахарную свеклу. Н.П. Юмашев (2011) указывает на необходимость комплексного применения органики совместно с минеральными удобрениями, умеренности в дозах внесения.

Наряду с органическими удобрениями на основе отходов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных, в числе приемов биологизации важную роль играют посевы пожнивных и поукосных культур, служащих источником пополнения органического вещества и питательных элементов в почве и играющих влагосберегающую роль (Кант Г., 1982; Возняковская Ю.М., Попова Ж.П., 1999; Шелайкин С.В., 2004; Гридчин В.Т., 2013; Прокудин В.В., 2014).

Одним из принципов биологического земледелия является рациональное использование биологического азота, определяющего величину и качество урожая за счет бобовых культур (Азаров Б.Ф., 2005; Flyig W, 1982). В Белгородской области в качестве сидеральной культуры все более широко используется люпин. По данным А.С. Мизенко (2012) промежуточные сидеральные посевы люпина обеспечивают формирование большой биомассы с высоким содержанием элементов питания, что повышает плодородия почвы и урожайность последующих культур.

Однако, достоверных данных, базирующихся на глубоком научном исследовании и подкрепленных данными полевых экспериментов, крайне недостаточно для того, чтобы выработать научно-обоснованную методику использования сидеральных культур, органических удобрений и других составляющих биологического земледелия.

Кукуруза – одна из главных культур современного мирового земледелия. Значение ее обусловлено, прежде всего, высокой потенциальной урожайностью и разнообразным использованием (Кислинский К.Н., 1999; Сидельникова Н.А., 1999; Фатьянов В.А., 2003; Насонова Д.И., 2007). Достаточно сказать, что на продовольственные потребности человека в разных странах идет около 20% зерна кукурузы, на технические цели – 15-20 % и две трети используются как высокоэнергетический корм для животных и

птицы (Тюрин И.Н., 2010). Зерно этой культуры отличается высокими кормовыми и питательными достоинствами. По средним данным, в ней накапливается белка до 12 %, углеводов –до 80, жира – 5,3, золы содержится 1,5 и клетчатки -2,6 %. Эти показатели непостоянны, они могут изменяться в зависимости от условий произрастания, уровня агротехнологии и сортового состава (В.П. Попов, 2002; Пестряков А.М., 2002).

Кукуруза весьма отзывчива на введение в технологию таких приемов биологизации, как внесение органических удобрений (Глуховченко А.Ф., Лицуков С.Д., 2012). В своих исследованиях Кислинский Н.К. (2012) указывал, что полуперепревший навоз крупного рогатого скота не только способствует увеличению урожая кукурузы на 15-20 %, но и повышает качество зерна посредством увеличения содержания белка и крахмала. В условиях Центрально-Черноземного региона России проблемой увеличения зерновой продуктивности кукурузы при органической системе удобрения занимались многие учёные (Барсуков С.С., 1997; Пестряков А.М., 2002; Циков В.С., 1984). В научно-обоснованной системе земледелия Белгородской области, принятой еще в 1990 году (Научно-обоснованная система…, 1990), содержатся прямые рекомендации по возделыванию кукурузы с использованием местных органических удобрений. На многолетнем стационарном опыте лаборатории плодородия почв ФАНЦ «Белгородский», где кукуруза возделывается в двух экспериментальных севооборотах, лучшие показатели урожайности получены на вариантах с внесением полной дозы навоза совместно с умеренным фоном минерального питания (Придачина Л.Н., 2002; Трапезников С.В., 2010; Тютюнов С.И., 2020).

Ряд исследователей критично относятся к удобрительным свойствам органики, отмечая, однако, её положительную роль почвоулучшителя (Авров О.Е., Мороз З.М., 1979). Так, Старченко Ю.А. (1995), проводивший опыты в условиях Северного Кавказа, считает, что поднять урожай кукурузы до значений, близких к биоклиматическому потенциалу, возможно только за счёт интенсификации технологии возделывания, выражающейся в

достаточном применении минеральных, особенно азотных, удобрений, глубокой отвальной обработки почвы и размещения кукурузы в севообороте по лучшим предшественникам.

Альтернативные виды органических удобрений при возделывании кукурузы являлись объектами исследования учёных в различных климатических зонах нашей страны (Горбачева Н.Х., 1990; Калинин А.Т., 1990), а также зарубежья (Mercik S.,1996; Epplin F. et al., 1993; Diercks R.,2003; Rubin B., 2013).

Установлено, что пожнивные и поукосные посевы сидеральных культур способны поднять урожайность зерна кукурузы на величину до 10-15 %. Наумкин В.Н., (1991), изучая влияние горчицы белой на плодородие почвы и продуктивность возделываемых культур, пришёл к выводу, что сидераты способствуют разрыхлению почвы, лучшему проникновению и удержанию влаги, повышению пористости и созданию благоприятных условий для трансформации органических соединений питательных веществ в легкодоступные для растений формы. Повышение продуктивности зерновой кукурузы он объяснял улучшением агрофизических свойств почвы и значительной активизаций на данных вариантах микробиологической активности почвы. Аналогичные данные получены также Е.В. Кузиной (2020).

Важным элементом биологизации земледелия является снижение антропогенной нагрузки на почву посредством внедрения энергосберегающих приемов ее обработки (Котоврасов И.П., Павловский В.Б., 1989).

В Белгородской области некоторые хозяйства полностью перешли на нулевые обработки почвы, тем самым сведя к минимуму механическое воздействие почвообрабатывающих агрегатов (Родинов В.Я., Клостер Н.И., 2013).

Согласно классических канонов земледелия обработка почвы должна решать следующие задачи (Картамышев Н.И., 1996; Кильдюшкин В.М., 2005):

- регулировать водный и воздушные режимы почвы (обеспечивать своим действием оптимальное накопление и удержание влаги, а также при необходимости избавляться от ее избытков);

- способствовать усилению полезных микробиологических процессов для максимальной транформации органических веществ и перевода их в доступные для растений формы;

- создавать оптимальные условия для проникновения и развития корневой системы культурных растений;

- защищать почву от всех видов эрозии, а посевы от сорных растений, а также сдерживать негативное влияние болезней и вредителей сельскохозяйственных растений;

- обеспечивать оптимальную заделку и равномерное размещение в корнеобитаемом слое почвы растительных остатков и вносимых удобрений;

- формировать благоприятные условия для заделки семян культурных растений;

- способствовать увеличению показателей потенциального плодородия обрабатываемых почв.

Все перечисленные задачи в основном решаются в системе основной обработки почвы (Заславский М.И., Каштанов А.Н., 1979; Витер А.Ф., Новичихин А.М., 1994). Основная (осенняя, зяблевая) обработка почвы, выполняемая согласно технологических карт с учётом почвенно-климатических условий, играет важную роль в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур (Пупонин А.М., 1984). Это агроприем создает оптимальное сложение пахотного слоя почвы и воздействуя этим на почвенные процессы и полезную почвенную микрофлору и биоту, улучшает накопление, сохранение и рациональное использование почвенной влаги, способствует переводу питательных элементов в доступную для растений

форму, оказывает благоприятное воздействие на фитосанитарное состояние посевов (Сидоров М.И., 1981; Бушнев Н.С., Юшко Ю.А., 1984; Мухортов Я.Н., 1979; Сдобников С.С., 1991; Агеев А.А., 2020).

В современной сельскохозяйственной науке выделяются два принципиальных направления обработки почвы. При этом между двумя полярно противоположными мнениями существуют так называемые центристы, доказывающие своими исследованиями, что как в глубокой обработке почвы, так и в минимализации механического воздействия на почву имеются свои преимущества и недостатки и что комбинированное или комплексное их применение в севооборотах послужит не во вред, а во благо сельскохозяйственной науке и агропромышленному производству (Батехина Н.А., 1990; Косвянчук В.П., Мирошин В.М., 1999; Рассадин А.Я., 1999).

Традиционное или консервативное направление, базирующееся на постулатах отвальной вспашки с обязательным оборотом пласта нашло отражение в научной концепции, предложенной основоположником отечественного земледелия В.Р. Вильямсом (1949). Главным достоинством культурной вспашки он считал разнокачественность пахотного слоя почвы по основным показателям плодородия, формирующимся в вегетационный период.

В развитии теории В.Р. Вильямса, Л.Н. Барсуков с сотрудниками (1959) выдвинул гипотезу о том, что количество подвижных питательных веществ уменьшается сверху вниз по почвенному профилю и продуктивность сельскохозяйственных культур снижается при возделывании на почвах разных горизонтов, начиная с верхнего. Автор высказал предположение, что с поверхностного слоя почвы 0-7 см в нижние горизонты выделяются вредные для культурных растений продукты метаболизма почвенных микроорганизмов, с чем и связана дифференциация почвенного профиля по плодородию. Отвальная же вспашка ведет, по мнению Л.Н. Барсукова, к переносу снизивших плодородие слоев почвы и восстановлению их за счёт факторов внешней среды в агроценозе.

Основная обработка в виде вспашки с оборачиванием пласта остается основным и наиболее распространенным способом обработки почвы в сельском хозяйстве Российской Федерации (Косякин Н.А., 2013). При грамотном использовании с соблюдением всех технологических регламентов отвальная вспашка в сочетании с другими мероприятиями обеспечивает динамичное повышение плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур. О положительном влиянии глубокой отвальной обработки на повышение плодородия и эффективность агропроизводства писали в своих трудах учёные из разных регионов России (Извеков А.С., Спирин А.П., 1988).

По мнению В.Б. Павловского (1989) и А.П. Спирина (2007) замена глубокой пахоты даже на безотвальную обработку способствует увеличению засоренности посевов, ухудшает физико-химические свойства черноземов, понижает коэффициент использования питательных веществ из вносимых удобрений, вследствие чего происходит недобор продуктивности зернопропашного севооборота на 25-30 % по сравнению с классической технологией.

Поверхностная обработка почвы не способствует активизации микробиологической активности в нижних корнеобитаемых слоях почвы, создает анаэробные условия и негативно сказывается на минеральном питании культивируемых растений (Гужев П.В., 1992; Калужских А.Г., 2010).

Исследования, проведенные Д.М. Иевлевым и Р.И. Шестаковой (1989) свидетельствуют о высокой эффективности отвальной вспашки на пропашных культурах. В этом случае отмечается значительное снижение засоренности посевов, увеличение урожайности при снижении энергетических и материальных затрат на возделывание кукурузы и сахарной свеклы.

Целесообразность выбора способа основной обработки почвы под культуры севооборота по мнению Wilkinson B (2011) обусловлена

биологическими особенностями культур, почвенными и климатическими условиями региона возделывания культур. Автор пришел к выводу, что культуры с товарной, хозяйственно ценной надземной массой более приспособлены к фону минимальной обработки почвы, тогда как для культур, формирующих товарную часть урожая в почве, наиболее оптимальной является глубокая отвальная основная обработка почвы.

На чередовании в севооборотах глубокой и мелкой обработок почвы , как наиболее оптимальной системы воздействия на почву, акцентировали свой научный поиск Грабак Н.Х. (1991) и Зубков А.С. (2011).

В настоящее время в Центрально-Черноземной зоне России получила распространение постоянная минимальная обработка почвы в севообороте, основанная на применении почвообрабатывающих агрегатов, по большей части комбинированных, обеспечивающих сохранение стерни и других растительных остатков на поверхности почвы и постоянное расположение почвенных слоев (Захаров В.В., Ломакин М.М., 1989; Олейников И.В., 2006; Биктеев Р.К., 2011). Идея данного агротехнического приема зародилась на Украине в конце 80-х годов прошлого века. Теоретическим вдохновителем данной системы обработки почвы являлись Н.К. Шикула и Ф.Т. Моргун (1984, 1988), пропагандистом и безусловным сторонником в Белгородской области- В.Т. Гридчин (2016, 2017). На основании длительных стационарных полевых опытов, заложенных в Полтавской области, Шикула Н.К. (1990, 1991) пришел к выводу, что при минимализации обработки почвы процесс гумусообразования идет в русле естественного дернового процесса.

Большое внимание уделяется последние годы внедрению нулевых агротехнологий, суть которых заключается в отсутствии глубокой обработки почвы, оставлению измельченной нетоварной части урожая на поверхности поля и осуществления посева специальными агрегатами комбинированного типа с сошниками, способными осуществлять прямой посев (Аллен Х.П., 1985; Беседин Н.В., 2006). В Белгородской области данная технология имеет своих сторонников среди руководителей агропредприятий, на землях

которых полностью перешли на технологию no-till (Ржевский В.Г., Родионов В.Я., 1999). Ряд ученых, однако, высказываются о необходимости дополнительных обработок гербицидами и средствами защиты растений, что не вполне согласуется с курсом на общую экологизацию производства (Зеленский В.А., 1989).

Данная технология широко применяется в странах Азии и Латинской Америки, где ученые отмечают ее позитивную роль в создании оптимального температурного режима (Grant R.F, Izaurralde R.C, 2018) и повышении количества дождевых червей (Pambelee R.W., Beare M.N., 2016; Dieze T., 2019).

Минимальная обработка почвы под сельскохозяйственные культуры способствует защите почв от эрозии, создает оптимальный режим минерального питания растений при условии внесения удобрений, снижает затраты труда и средств на производство единицы продукции (Черный А.Г., 2005; Зеленин А.В., 2009). К таким выводам пришли в результате своих исследований Бардунова И.Т., Володин В.М., 1986; Никифоренко Л.И., 1989; Саранин К.И., Старовойтов Н.А., 1990; Хохлов В.Г., 2010.

Минимализация обработки почвы предполагает оставление стерни на поверхности почвы. Кроме того, наряду с применение в качестве удобрения отходов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных, рекомендовано (Картамышев Н.И., Тарасов А.А., 1991) оставление измельченной соломы во время уборки зерновых комбайном для стабилизации гумусового состояния почвы.

Как показали исследования Н.И. Зезюкова (1989) заделка в почву измельченной соломы создает бездифицитный баланс гумуса даже в пропашном севообороте, повышает содержание водопарочных агрегатов, улучшает агрофизические свойства почвы. По данным Комаревцевой Л.Т. (1999) использование соломы в качестве органического удобрения повышает содержание в почве аммонийных форм азота на 20-25 мг, а нитратного- на 25-30 мг/кг в основном во второй половине вегетации культур при условии

осенней заделки субстрата. Аналогичные результаты получены в опытах Куликовой М.А. (2008) и Бирюковой О.А. (2011).

Поверхностная заделка измельченной до 3-5 см соломы стремительно подвергается минерализации. Через 94 дня содержание зольных элементов в соломе сократилось на 50 % (Collins H.P., Elliot L.F., 2000). Уже через 65 дней содержание нитратного азота равнялось 65 кг/га почвы (Neider R., Richter Y, 2010). Выделяемые при разложении соломы токсины, оказывающие угнетающее действие на проростки растений, теряют свои ингибирующие свойства при минерализации 10 % органической массы соломы (Harper S., 2014). В Германии разработана и широко применяется технология внесения измельченной соломы в качестве органического удобрения сельскохозяйственных культур (Bernhardt H., 2017).

Обобщая результаты исследований, касающихся эффективности способов обработки почвы под культуры в странах Европейского Союза, К. Лишки (2017) констатировал высокую отдачу от минимализации обработки почвы, обеспечивающей продуктивность на уровне 8 т/га кормовых единиц. При этом автор делает вывод о том, что чем ниже потенциальное плодородие почвы, тем выше эффективность применения минимальной обработки при значительной экономии энергетических и материальных затрат.

С учетом комплекса показателей, определяющих выбор оптимального способа обработки почвы (ограничение стока и смыва почвы, плотности, фильтрация и испарение почвенной влаги, решение производственных задач) Ломакин М.М. еще в 1995 году предложил рациональные модели систем обработки почвы, составленные методом математического прогнозирования с высоким уровнем достоверности. В настоящее время существует ряд компьютерных программ, позволяющих агроному на основании комплексного анализа предложить оптимальную модель элементов агротехнологии возделывания сельскохозяйственных культур (Лапа В.В., 2003).

1.3. Воспроизводство плодородия почвы при биологическом ведении сельскохозяйственного производства

Интегрированным показателем плодородия любой почвы является наличие в ней специфического органического вещества- гумуса (Д.Н. Прянишников, 1963), которое отвечает за физические свойства, коллоидность, биологическую активность и служит основным источником пополнения запасов питательных веществ для растений посредством минерализации (Рудай И.Д., 1985; Шевцова, 1998). Таким образом, вопросы полноценного обеспечение почв сельскохозяйственного использования достаточными запасами гумуса имеют большой практический интерес и служат предметом исследователей в различных регионах нашей страны и за рубежом (Егоров В.В., 1978; Здравков И.П., Бэц М.А., 1980; Каргальцев В.И., 1988; Когут Б.М., 1990; Лактионов Н.И., 1985; Лыков А.М., 1985; Щербаков А.П., Шевченко Г.А., 1996; Hamilton G., 1997).

В Белгородской области фундаментальные исследования по изучению изменения содержания гумуса в почве в зависимости от технологий возделывания сельскохозяйственных культур проводились, в основном, на базе многолетнего стационарного полевого опыта лаборатории плодородия почв и мониторинга ФАНЦ «Белгородский» (Соловиченко В.Д., 2005) и полевого стационара имени Н.Р. Асыки Белгородского государственного аграрного университета (Смуров С.И., 2020). Результаты многолетних исследований позволяют сделать вывод о достоверной положительной роли элементов биологизации в агротехнологиях (многолетные травы, органические удобрения, поверхностная обработка на гумусированность чернозёмов (Родионов В.Я., Клостер Н.И., 2013). Так, Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И., Азаров В.Б. (2004) отмечают, что за три ротации зернотравяного севооборота, где многолетние травы занимают 40 % площади, независимо от удобрений и способов основной обработки почвы отмечается положительный баланс гумуса. Содержание его в верхнем

горизонте почвы увеличилось на 0,52 % при исходном содержании 5,21 %. На фоне минеральной системы удобрения содержание гумуса увеличилось на 0,44 %, а при органической- на 0,66 %, на такую же величину зафиксирован прирост этого показателя при органо-минеральной системе удобрения (Соловиченко В.Д., 2013).

Богатый опыт учёных-почвоведов показывает, что любая почва обладает способностью к воспроизводству своего плодородия (Акулов П.Г., 1992; Караулова Л.Н., 2005; Логвинов И.В., 2020). Такое утверждение справедливо для почв, в которых преобразовательные процессы идут по естественному, дерновому пути (Дегтярь О.В., 2006). Почвы же, интенсивно эксплуатируемые при возделывании сельскохозяйственных культур показывают, чаще всего, снижение содержания органического вещества (Акимов А.Ю., 2004; Уваров Г.И., 2005; Мухина С.В., 2006).

Так, по данным многих исследователей (Чесняк Г.Я., 1983; Карабутов А.П., 2012; Дубовик Е.В., 2017), в первые годы использования мощного чернозема содержание гумуса заметно снижается лишь в пахотном слое почвы. Лактионов Н.И. (1999), исследуя содержание гумуса в черноземе хозяйств, прилегающих к целинному заповеднику «Михайловская целина», сделал вывод, что через 50 лет после распашки темпы потерь гумуса заметно снижаются и его состояние относительно стабилизируется. В своих исследованиях В.Б. Азаров (2004) проанализировал гумусное состояние черноземов при разных условиях эксплуатации за 120-летний период, проехав маршрутом В.В. Докучаева, описанном им в книге «Русский чернозем». На почвах, интенсивно эксплуатируемых, так называемых «старопахотных», содержание гумуса оставалось стабильно невысоким, на уровне 4 %, в на землях, бывших в 1883 году в залеже и вовлечённых в хозяйственный оборот уже в советское время, содержание гумуса снизилось более чем в 2 раза с 7,8 до 3,5 % с преобладанием в структуре более консервативных соединений гуминовых кислот при минимуме лабильного органического вещества.

В Западной Европе ряд ученых (Stevenson F.J., 1982; Tate R.G., 1982; Hargtai L., 1985; Jenkinson O.S., 1988; Wu J., 1988; Verbine E.L., 1990; Rochette P., 1991) констатируют ухудшение свойств почвы и снижение запасов гумуса при экстенсивном способе хозяйствования.

Аналогичную закономерность отмечают и американские учёные. Длительное возделывание пшеницы, сои и кукурузы без достаточного количества органических удобрений снизило количество органического вещества в почвах США на 50 %. Особенно сильное снижение отмечалось в начальный период. В составе гумуса остались лишь стабильные формы (Campbell C.A., 1986; Dexter S.T., 2010).

По данным учёных, проводивших исследования в Государственном Центрально-Черноземном заповеднике им. В.В. Алёхина на участках черноземных почв, где отсутствовала антропогенная нагрузка, в верхнем 20-сантиметровом слое почвы зафиксированы запасы гумуса на уровне 186 т/га или 8,84 % (Шлеенкова В.А., Смыкова Н.П., 1992). При условии вовлечения почв в хозяйственный оборот интенсивно развиваются прежде всего эрозионные процессы, в результате которых содержание гумуса уменьшилось. Черноземы типичные слабосмытые содержат 103-110 т/га, среднесмытые- 86 т/га, а сильносмытые почвы- 60 т/га или 2,5 %. Интенсивность процессов дегумификации достигает величин 0,9-1,2 т/га, а в пропашных севооборотах- 1,7-2,0 т/га (Володин В.М., Масютенко Н.П., 1987; Шамин О.В., 2008).

Академик А.Н.Каштанов еще в 2000 году констатировал, что в стране более половины пахотных земель имеют низкое содержание гумуса, что безусловно влияет на продуктивность возделывания сельскохозяйственных культур, не позволяя им в полной мере раскрыть свой биоклиматический потенциал. С.В. Лукин (2012) по данным результатов агрохимического обследования почв Белгородской области пришёл к аналогичному выводу. В Ставропольском крае гумусированность черноземов за 50 лет наблюдений снизилась более, чем в 2 раза и стабилизировалась только благодаря

внедрению биологических приемов возделывания культур в севооборотах (Гречишкина Ю.И., 2020).

В нашей стране связью содержания гумуса в почве с продуктивностью сельскохозяйственных культур занимались многие учёные (Олифер В.А., 1988; Харгитай Л, 1989; Куликова А.Х., 1990; Плишко М.К., Битюкова А.Б, 1992). В Центрально-Черноземной зоне России основоположниками научного обоснования необходимости повышения содержания гумуса в почве путем внедрения почвозащитных агротехнологий выступали В.Д. Муха (2004), П.Г. Акулов (1992), В.Д. Соловиченко (2013).

На положительную роль органических удобрений в расширенном воспроизводстве плодородия черноземов указывали И.И. Шелганов (1996), Еськов А.И. (2002), М.Н. Понедельченко (2004), В.Б. Азаров (2019).

Однако, остаются дискуссионными вопросы технологии внесения и, особенно, заделки органических удобрений, как главного фактора повышения запасов гумуса в почвах (Семенов В.М., Когут Б.М., 2017).

Пропагандисты минимализации основной обработки почвы () утверждаю, что минерализация содержащихся в удобрениях органических веществ более интенсивно проявляется при глубокой отвальной обработке почвы, тогда как при мелкой их заделке создает предпосылки для доминирования процессов гумификации над минерализацией гумуса в обрабатываемых почвах (Гладышева О.В., Пестряков А.М., 2006).

Многие ученые (Askew M. F., 1999; Мальцев В.Ф., Шмаль В.В., Сорокин А.Е., 2005; Плотников С.Ю., 2021) на основании многолетних экспериментальных данных пришли к выводу, что основным фактором, влияющим на сохранение и воспроизводство запасов органического вещества является высокая культура земледелия, научно-обоснованное чередование культур в севооборотах при равной эффективности глубоких, безотвальных, мелких обработок почвы либо их сочетаний.

Сдобников С.С. (1991), Шелганов И.И. (1996) направили свои исследования на разработку рационального размещения органических

удобрений в пахотном слое почвы (0-30 см) путем их глубокой заделки. Они выяснили, что коэффициент гумификации полуперепревшего подстилочного навоза КРС при его заделке на глубину до 32 см ярусным плугом составляет 42-60 % против 17-26 % при мелкой заделке удобрительного продукта.

Объяснение данному факту видится в том, что навоз, находящийся под значительным слоем почвы при ограниченном доступе кислорода, претерпевает структурные изменения в основном под действием анаэробных микроорганизмов и ввиду этого наблюдается накопление гумусовых веществ, в том числе и в виде лабильных их форм, в частности фульвокислот. В подобных случаях отмечается повышенная нитрификационная способность и биологическая активность почвы, что обуславливает повышение продуктивности возделываемых культур при глубокой заделке органики (Титова В.И., 1998).

При мелкой обработке почвы с внесением органических удобрений основная масса гуминовых соединений сосредоточена в верхнем слое почвы и количество их резко снижается вниз по почвенному профилю (Еськов А.И., Лукин С.М., 2006). При данном типе заделки навоза создается резкая дифференциация пахотного слоя по показателям эффективного плодородия (Сдобников С.С., 1991; Акулов П.Г., Азаров В.Б., 2003). Это процесс следует характеризовать как моделирование естественных процессов почвообразования, имеющий опосредованное влияние на содержание гумуса в почве.

Трансформация гумуса, интенсивность разложения пожнивно-корневых остатков и массы органических удобрений, изменение состава почвенного раствора (Дедов А.А., Несмеянова М.А., 2017), а в связи с этими факторами, минеральное питание культурных растений и продуктивность культур, в многом зависит от целого комплекса факторов, к которым относится, прежде всего, тип севооборотов, набор почвообрабатывающих орудий и другие элементы системы земледелия. Новиков С.И. (1994) пишет, что потери гумуса от минерализации восполняются за счет нетоварной части

урожая и корневых остатков возделываемых культур в пропашных севооборотах при отсутствии удобрений на 12 %, на минеральной системе удобрений- на 17 %, в зернопропашных- на 25-40 %, а в зернотравяных с многолетними бобовыми травами- на 85-100 %.

Большинство учёных считает, что наиболее оптимальной системой удобрения севооборота является органо-минеральная, то есть совместное внесение минеральных туков с различными видами органики (Ахметзянов М.Р., Таланов И.П., 2019). Высокая эффективность сочетания навоза и минеральных удобрений отмечалась в опытах НИИСХ ЦЧП имени В.В. Докучаева на черноземе среднемощном малогумусном, в длительном стационаре Белгородского ФАНЦ, на опытных полях Белгородского ГАУ.

Увеличение содержания гумуса зависит от типа севооборота. В.Д. Соловиченко (2013) за три ротации экспериментальных севооборотов установил, что в зернопаропропашном севообороте содержание гумуса увеличилось на фоне внесения органических удобрений, рассчитанных на расширенное воспроизводство плодородия почвы на 0,21 %, в зернопропашном севообороте при аналогичных условиях- на 0,46 %, а в зернотравяном с 40 % насыщением многолетними бобовыми травами увеличение содержание гумуса достигло величины почти одного абсолютного процента.

Вопросы сохранения почвенного плодородия неразрывно связаны с общими вопросами экологизации сельскохозяйственного производства, перевода всей земледельческой отрасли на почвозащитную, биологическую основу без ущерба для продуктивности и эффективности хозяйствования (Емельянов П.А., 2006; Трипольская Л. и др., 2014). Особенно актуальна данная проблема для Центрально-Черноземной зоны России, где в сельскохозяйственный оборот вовлечено до 85 % общей площади земельных угодий (Дудкин И.В., Айдиев А.Ю., 2017).

Экологические проблемы Центрально-Черноземного региона России, как старопахотной области, возникли не сегодня. Они постепенно

накапливались в период жизни нескольких поколений- одновременно с длительным и сложным процессом земледельческого освоения этих благодатных территорий (Добровольский Г.В., 1992; Рудай И.Д., 1990).

Современному экологическому состоянию черноземов посвятили свои исследования многие академики и профессора (Каштанов А.Н., 2000; Акулов П.Г., 1992; Котлярова О.Г., 1995; Милащенко Н.З., 1999; Смирнова Л.Г., 2007). Все перечисленные авторы отмечают ухудшения основных почвенных характеристик и констатируют все возрастающую деградацию черноземов ЦЧЗ.

Под деградацией почв понимаются процессы и результаты изменения их свойств и естественных режимов, в совокупности приводящие к изменению функций почвы, как элемента экологической системы и снижению почвенного плодородия (Азаров В.Б., 2004). Деградация почв обусловлена как природными, так и антропогенными факторами. Наиболее часто деградация почвы происходит при комбинированном воздействии этих факторов, причем антропогенное влияние создает предпосылки для резкой активизации природных воздействий (Пестряков А.М., 2011).

В.И. Кирюшин (2018) выделяет следующие виды деградации почв: физическая (переуплотнение, дезагрегатирование); физико-химическая (подкисление, подщелачивание, снижение буферности); биологическая (сокращение поступления в почву органического вещества, уменьшение численности и видового состава биоты, снижение биологической активности), эрозия, дефляция, осолонцевание, заболачивание, загрязнение токсичными веществами.

В итоговых материалах международной конференции под эгидой ООН по вопросам окружающей среды (Рио-де-Жанейро, 1992) приведено соотношение наиболее часто встречающихся на планете видов деградации почв: водная эрозия- 56%, ветровая эрозия- 28 %, химическая деградация- 12 % и физическая- 4 % (Каштанов А.Н., 1998).

В настоящее время все вышеперечисленные типы деградации присуще почвам Центрально-Черноземной зоны России (Митрохина О.А., 2009).

За последние сто лет черноземы потеряли более трети общих запасов гумуса (Щербаков А.П., Васенев И.И., 1996; Азаров В.Б., 2004). В 90-е годы прошлого века по причине недостатка минеральных и, особенно, органических удобрений ежегодные потери гумуса достигали 900 тыс. т, в том числе в Белгородской области- 136 тыс. т (Шатилов И.С., 1990).

В настоящее время в связи с принятием ряда управленческих решений, выстраивания четкой региональной государственной политики, ситуацию удалось переломить и гумусовое состояние черноземов Белгородской области несколько стабилизировалось (Тютюнов С.И., 2020).

В ЦЧЗ около 45 % пахотных земель относится к разной степени подкисленности (Лукин С.В., 2006). Четко выраженная тенденция к подкислению верхних горизонтов обрабатываемых земель отражается в динамике увеличения площади кислых почв. По данным В.Д. Соловиченко (2013) темпы прироста составляют около 0,6 % ежегодно. Данная тенденция стала возможной ввиду резко отрицательного баланса кальция в современном земледелии.

Повсеместное распространение среди степных черноземов получили процессы подщелачивания и засоления. Особенно сильное влияние избыточного количества солей ощущается в подпахотном слое почвы. В составе солей меняется соотношение ионов: возрастает количество натрия, хлоридов, сульфатов и уменьшается доля кальция и гидрокарбонатов. Происходит размывание и перемещение в нижележащие горизонты аккумуляции карбонатной составляющей солевого комплекса почвы.

В исследованиях (Долгов С.И., Модина С.А., 1969; Белов Г.Д., Подолько А.П., 1986) отмечается статистически достоверное уплотнение всего профиля корнеобитаемого слоя почвы, деградация структуры со значительным снижением количества агрономически ценных и водопрочных

агрегатов в пропашных севооборотах при отсутствии в системе удобрения органической составляющей.

Возделывание сельскохозяйственных культур без соответствующих компенсационных норм внесения органического вещества способствует, по мнению Постникова П.А. (2017) снижению биологической активности чернозема, сокращению количества полезных микроорганизмов и сдвигу видового состава почвенной микробиоты в сторону актиномицетов и агрессивных патогенов грибковой группы.

В исследованиях А.П. Щербакова и И.И. Васенева (1996) отмечается, что при интенсификации сельскохозяйственного производства, применении повышенных доз минеральных удобрений и многочисленных проходах тяжелой техники на пахотных землях происходит статистически достоверное уплотнение не только пахотного слоя почвы, но и нижележащих горизонтов с одновременным значительным снижением доли агрономически ценных агрегатов в структуре почвы и общей деградации агрофизического состояния черноземов.

Природные ландшафты и экосистемы обладают ценным свойством саморегулирования, природной устойчивости и статичностью круговорота веществ (Чичкин А.П., 1999; Полоус В.С., 2012). Однако, на протяжении последних лет в масштабах общего развития человечества, когда интенсификация агропромышленного производства резко возросла, природные системы трансформировались в агроландшафты, где антропогенное воздействие стало лимитирующим фактором. Все это привело к резкому нарушению механизмов саморегуляции (Кузнецов А.В., 2012, Турусов В.И., 2015).

Проблема экологизации сельскохозяйственного производства, перевода его на биологическую, природную основу сводится к простым постулатам: получению высоких стабильных урожаев возделываемых культур, создавая при этом условия для воспроизводства почвенного плодородия, минимализации загрязнения окружающей среды веществами,

используемыми для получения товарной продукции земледельческой отрасли агропромышленного комплекса (Кореньков Д.А., 1980; Панин А.Г., 2005; Фирсов С.А., 2011; Лопырев М.И., 2020).

Котлярова О.Г. (1990), Подгорный В.К. (1991) на основании научных исследований сделали вывод о критической деградации почвенного покрова при агротехнологиях с отсутствием научно-обоснованных нормативов применения минеральных удобрений и средств химизации, перенасыщении севооборотов пропашными культурами, возделываемыми по интенсивным технологиям, избыточным применением обработок почвы. Данные обстоятельства в условиях Белгородской области усугубляются еще и эрозионными процессами. Коллективом учёных Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии во главе со Щербаковым А.П. (1996) были предложены экологические принципы организации и ведения сельскохозяйственного производства на природно-почвенной основе.. Основные принципы данной концепции используются в передовых хозяйствах и сейчас, однако, новые вызовы и новые требования ставят ученым принципиально новые задачи, актуальные для современного агропромышленного комплекса. Для разных почвенно-климатических зон России свои рекомендации внесли многие научные организации (Сорокина И.Н., 2004; Сибилев Э.В., 2004; Букреев Н.Н., 2005; Татаринцев Р.Ю., 2006). В условиях Центрально-Черноземного региона России наиболее оптимальным, отвечающим экологическим принципам ведения сельскохозяйственного производства считается система земледелия, разработанная на основе адаптивно-ландшафтного принципа. Основой данной системы земледелия является почвозащитная организация территорий и оптимальная структура посевных площадей (Здоровцов И.П., 1993; Котлярова Е.Г., 2017; Шаталина Л.П., 2020). Основными принципами адаптивных ландшафтов является дифференцированное использование земель сельскохозяйственного назначения, в зависимости от почвенно-географического размещения в агроландшафтах (Замятин С.А., 2006). Данное

разделение предусматривает размещение на землях первой агротехнологической группы с незначительным уклонов на местности и отсутствием риска возникновения эрозионных процессов размещение севооборотов интенсивного типа, предусматривающих в своей структуре наличие пропашных культур и значительное воздействие на почву. Разновидности данных подходов, предложенные рядом исследователей, отличаются только количеством агротехнологических групп пахотных почв или уровнем пригодности использования. Объединяет данные подходы то, что везде на землях первой группы возможно возделывание наиболее ценных в экономическом смысле пропашных и технических культур.

Такие почвы используются, как правило, наиболее интенсивно. Это старопахотные земли исключительно сельскохозяйственного использования с высоким бонитетом и оценочной стоимостью. Вместе с тем, эта категория земель наиболее уязвима для деградационных процессов, развивающихся при усиленном хозяйственном освоении. Медведев В.В. (1990) отмечает, что на таких почвах необходимо стремиться к положительному балансу биофильных элементов, органического вещества, то есть изымаемая доля с товарной частью урожая не должна превышать компенсирующих норм внесения с удобрениями. Необходимо также проведение постоянного экологического мониторинга таких почв с целью оперативного отслеживания негативных процессов (Гурин А.Г., 2020).

В современной системе земледелия изменяется статус севооборота (Акименко А.С., 2001; Вихорева Г.В., 2020). От примитивного статуса перечисления сельскохозяйственных культур во времени и в пространстве необходимо осуществить переход к севообороту, как мощному средству рационального использования почвенных ресурсов, обеспечивающему экологическую безопасность сельскохозяйственного производства (Лошаков В.Г., 2005; Захаров П.Я., 2006; Дудкина Т.А., 2020).

Адаптивно-ландшафтная система земледелия предполагает обозначить для каждой технологической группы приемлемые только для них

комбинацию севооборотов, систему основной обработки почвы и алгоритм применения удобрений и средств защиты растений (Кирюшин В.И., 2018, 2019).

Система земледелия на ландшафтной основе управления плодородием почвы формирует новые подходы по оптимальным почвенным параметрам, основанные на создании моделей плодородия почвы. В связи с этим, ряд учёных (Акулов П.Г., 1994; Соловиченко В.Д., 2013; Котлярова Е.Г., 2017) предлагают сформировать применительно к конкретному типу почв модели почвенного плодородия отображающие ряд характеристик, которых необходимо неукоснительно придерживаться при ведении хозяйственной деятельности. Причем, в перспективе подобные модели необходимо создавать более адаптивно- для каждого участка, вида возделываемой культуры, уровня интенсификации и других факторов.

Существующие в научных трудах и практических рекомендациях модели плодородия почвы имеют различный набор характеристик (Ковалев Н.Г., Иванов Д.А., 2003), однако они все имеют описательный, статистический характер, а оптимальные показатели параметров почвенного плодородия не отражают адаптивный характер каждой структурной отдельности. На сегодняшний момент не существует единой модели плодородия, отвечающей всем требованиям и реалиям, тем не менее уже существующие отличаются обширным набором характеристик.

В частности, Кулаковская Т.Н. (1983) и Черкасов Г.Н. (2003) убеждены в необходимости включения в модель плодородия содержание в почве гумуса, как интегрированного показателя обеспеченности почвы азотом, биологическим свойствам, а также комплекс показателей, отображающих водный, воздушный и пищевой режимы почвы.

Каштанов А.Н. (2000) и Лобков В.Т. (2017) предлагали установить в качестве основной характеристики почвенной модели оптимальные агрохимические показатели и в производственных условиях ориентироваться основным образом на данные величины.

На наш взгляд, лучшей моделью для почв Центрально-Черноземного региона России является предложенная профессором Акуловым П.Г. (1994), полученная на основании многолетних экспериментальных исследований и включающая главные параметры для достижения максимальной продуктивности возделываемой почвы (табл. 3).

При этом, автором указывается, что для всех подтипов чернозема оптимальными, обеспечивающими наиболее комфортабельные условия для роста и развития культурных растений, являются те параметры, при которых содержание агрономически ценных почвенных агрегатов в верхнем слое почвы (от 10 до 0,25 мм) составляет 70-75 %, водоустойчивость агрегатов (более 0,25 мм)- 45-55 % от общей массы почвы, плотность 1,15-1,20 г/см^3 , водопроницаемость за 6 часов наблюдений- 60-70 мм/час.

Таблица 3

Оптимальные уровни агрохимических показателей
черноземных почв ЦЧЗ

Подтипы черноземов	Гумус, %	$pH_{(сол)}$	Содержание в почве, мг/100 г (по Чирикову)	
			P_2O_5	K_2O
оподзоленные	4-5	5,5-6,5	9-12	10-14
выщелоченные	4-5	5,5-6,0	12-15	12-15
типичные	6-8	5,6-6,5	10-12	14-16
обыкновенные	6-7	6,0-6,5	12-15	17-18

Всё современное сельскохозяйственное производство должно служить задачам не только получения максимального урожая, но и сохранять плодородие почвы. Под этим термином В.М. Володин (1986) и другие учёные понимают способность в конкретных условиях обеспечивать оптимальные режимы связывания растениями солнечной энергии, а по состоянию баланса в приходной и расходной части судить об общих тенденциях и процессах. Энергетическая оценка плодородия почвы и

агроэкологический анализ технологии производства сельскохозяйственных культур в современных условиях абсолютно необходим, так как даёт возможность объективно оценивать агротехнологии в едином сопоставимом эквиваленте для различных почвенно-климатических условий (Азаров В.Б., 1995). Анализ технологической энергоемкости производства сельскохозяйственных культур по статьям затрат и этапам работ необходим потому, что дает возможность применять менее энергоемкие агротехнологические операции и рациональные технологии возделывания сельскохозяйственных культур (Турьянский А.В., 2012).

Современные тенденции развития агропромышленного комплекса Белгородской области обозначают новые проблемы экологического характера. Направление огромных объемов различных отходов животноводческой отрасли на удобрительные цели, снижение нагрузки на пахотные земли, постепенное сокращение использование минеральных туков диктует необходимость внедрения в дополнение к уже применяющейся адаптивно-ландшафтной системе земледелия биологической системы, направленной на полную экологизацию сельскохозяйственного производства, сохранение плодородия черноземов через естественные почвообразовательные процессы. Широких комплексных исследований по данной глобальной теме не проводилось и мы, на основании серии полевых экспериментов, попытались разработать единую концепцию биологизации земледелия в ЦЧЗ России.

ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Почвенно-климатические условия зоны проведения исследований

Юго-западная часть Центрально-Черноземного региона России, куда входит Белгородская область основательно удалена от морей и океанов: до Черного моря – около 600 км, до Балтийского – более 1000 км, до Атлантического и Северного Ледовитого океанов – примерно 2000 км. Результатом большой удаленности от Мирового океана явилась значительная континентальность климатических условий, которая возрастает по мере продвижения к юго-востоку региона.

Значительно воздействует на состояние баланса температурного режима и влагообеспеченности циркуляция воздуха. У южных границ области проходит граница повышенного давления – «ось Воейкова», которая зимой представляет собой края Сибирского, а летом – отроги Азорского антициклонов, вследствие этого в течение почти всего года на территории доминирует антициклональный тип погоды. К северу от ветро-раздельной линии господствуют ветры западных направлений, к югу, напритив, преобладают степные восточные и юго-восточные ветры.

В летний период на территорию региона проникают воздушные массы резкоконтинентального происхождения из районов южного Урала и Средней Азии. Морские воздушные массы из Атлантики и арктический холодный атмосферный фронт, приходящие с севера и северо-запада, приходят на территорию ЦЧЗ уже трансформированными. В конце осени и в начале зимы фронт повышенного давления нарушается циклонами, приходящими с юго-запада или с юга (с Балканского полуострова или Чёрного моря). Прорывы южных циклонов нередко сопровождаются снегопадами, метелями, сезонным повышением температур, частыми оттепелями.

Средняя температура января -7, -10^0 С. Средний из абсолютных минимумов составляет -26, -28^0 С, в особо морозные зимы температура опускается до -35, -37^0 С. Холодные дни зимой периодически сменяются оттепелями. В среднем в январе насчитывается 5-7 дней с оттепелью, а в теплые зимы их количество может достигать 11-13. Максимальные температуры зимой чаще бывают от 2 до 4^0 С, а в некоторых случаях поднимаются выше 5^0 С. Летом же наблюдалось прогревание воздуха до 38-40^0 С. Однако такие экстремальные температуры наблюдаются нечасто. В подавляющем большинстве наблюдений зафиксированный максимум отмечен на уровне 31-35^0 С, а абсолютный минимум -23 -25^0 С. Средняя амплитуда температуры, т. е. разность между абсолютным максимумом и абсолютным минимумом достигает 75-80^0 С. (Природные ресурсы и окружающая среда…).

Продолжительность периода со средней суточной положительной температурой воздуха составляет 220-235 дней (рис. 1).

С переходом температур в положительные значения, обычно в третьей декаде марта, наблюдается быстрое потепление. На юге региона уже в первой декаде апреля температура отмечается выше 5^0 С, а переход через 10^0 С фиксируется в середине-конце апреля. На севере и в центре области наступление этого периода опаздывает на 3-4 дня, что связано как с воздействием широтности, так и с географическими особенностями. Чаще всего с утверждением среднесуточных температур выше 10^0 С начинается активный вегетационный период (приложение В). Вместе с тем в отдельные годы заморозки могут отмечаться даже в середине мая. В 1937 г. атмосферный заморозок наблюдался 1 июня по данным метеостанции Белгород. Продолжительность периода с температурами выше 10^0 С составляет 152-157 дней, а сумма температур выше 10^0 С варьируется от 2420 на севере до 2680^0 С на юго-востоке региона. Лето умеренно теплое, с несколькими жаркими днями, средняя температура июля 19-22^0 С. Среднегодовая относительная влажность составляет примерно 79%.

Значительная часть области относится к зоне умеренного увлажнения, только юго-восточная часть – к зоне недостаточного увлажнения (рис. 1).

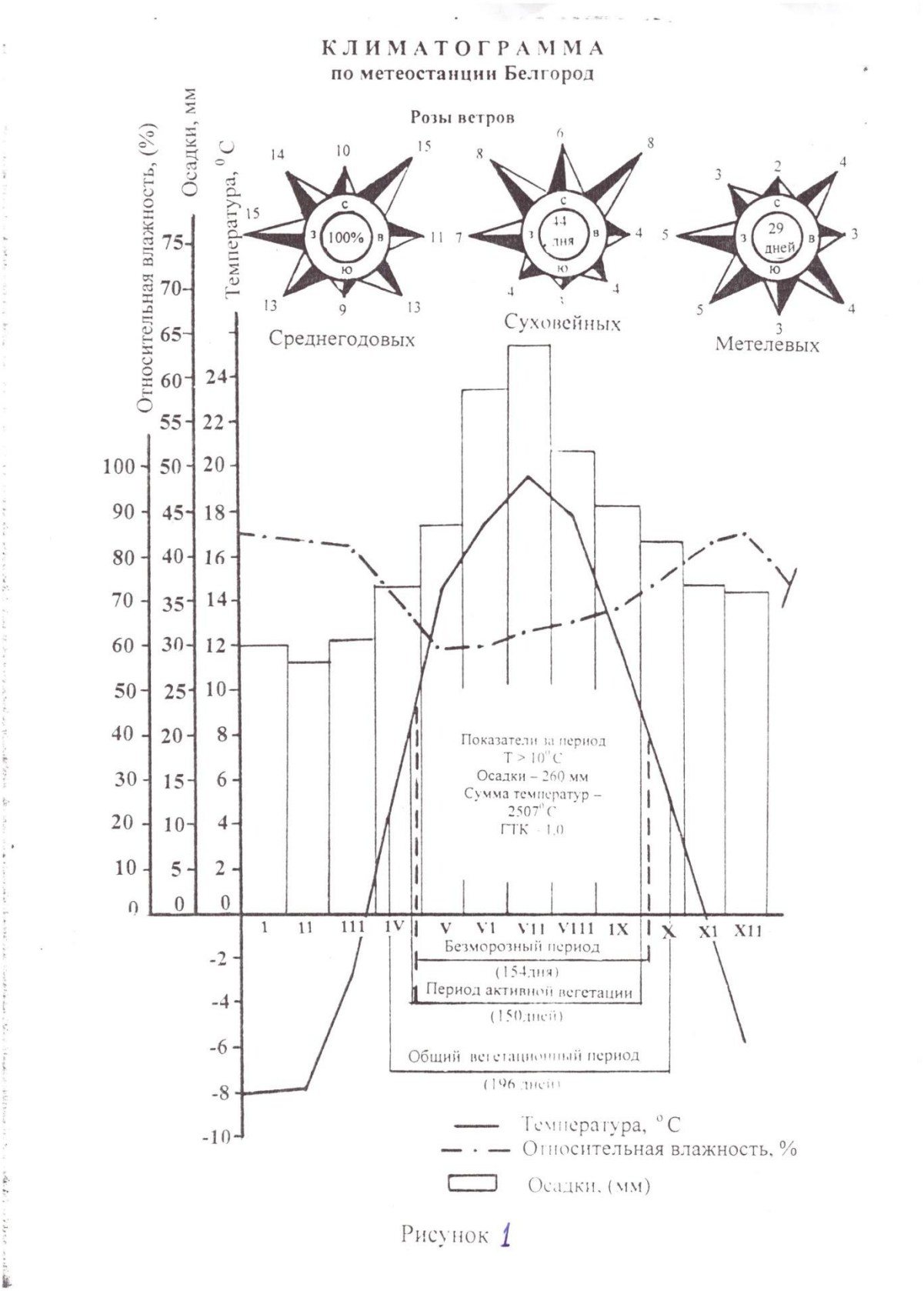


Рисунок 1

Осадки распределяются по территории неравномерно, что связано с особенностями рельефа. В северной и северо-западной, более возвышенной, части годовая сумма осадков составляет 510-560 мм, к юго-востоку снижается до 450.

Количество дней с осадками всех видов за год изменяется от 135 до 160, причем большинство их приходится на зиму, однако сумма осадков зимой меньше, чем летом. Происходит это потому, что зимой осадки выпадают чаще, но интенсивность их невелика. В некоторые годы наблюдений сумма осадков может возрастать до 650–720 мм (1910 г.), в отдельные − снижается до 280–320 мм (1891 г.). Примерно две трети осадков выпадают в виде дождя, одна треть – в виде снега. Устойчивый снежный покров проявляется в середине декабря, хотя первые снеговые осадки могут выпасть в ноябре. Со времени постоянного установления снежного покрова высота его равномерно увеличивается и достигает 15-22 см к моменту окончания календарной зимы. За годы метеорологических наблюдений отмечались факты отсутствия снега в зимний период, хотя полностью бесснежные зимы в наших широтах большая редкость. Незначительная высота снежного покрова, частые оттепели зимой формируют предпосылки по значительному промерзанию почвы, особенно в январе – феврале. Средняя глубина промерзания почвы на западе и в центре составляет 45-50, на юго-востоке доходит до 60 см. В таком состоянии почва находится в среднем около трех с половиной месяцев – от первой декады декабря до середины марта. Максимальное количество осадков практически повсеместно наблюдается в июне, минимальное − в феврале. Летом выпадают осадки ливневого характера, нередко высокой интенсивности. За годы проведения исследований все вышеописанные закономерности имели место и, таким образом, результаты наших экспериментов возможно экстраполировать на практически любые погодные условия юго-западной части Центрально-Черноземного региона России (приложения Г-Н).

Показателем влагообеспеченности вегетационного периода достоверно служит гидротермический коэффициент (ГТК), равный отношению суммы осадков к сумме температур воздуха выше 10^0 С, разделенный на десять. Он изменяется от 1,1 в северных, западных и центральных районах до 0,9 к юго-востоку области.

Для понимания общей картины агроклиматических характеристик региона нами представлено комплексное дифференцированное районирование юго-западной части ЦЧЗ, т. е. разделение территории на районы, различающихся условиями роста, развития, перезимовки и продуктивности сельскохозяйственных культур. По условиям термо- и влагообеспеченности, с учетом особенностей местности и почв землепользование региона делится на два больших агроклиматических района, один из которых делится на два подрайона. Граница между агроклиматическими районами проходит по изолинии суммы температур выше 10^0 С, равной 2600^0 С, и имеет сильные различия от широты меридиана, объясняющиеся дифференциацией эколого-географических характеристик территории (рис.2).

I Агроклиматический район занимает северную и западную части области. Суммы средних суточных температур за период активной вегетации растений колеблются здесь в пределах 2470 – 2590^0 С. Район характеризуется наиболее оптимальной влагообеспеченностью. Сумма осадков за данный период составляет 280 – 300 мм. Гидротермический коэффициент- 1,0-1,1. Условия района благоприятны для возделывания почти всех сельскохозяйственных культур, включая основные зерновые культуры региона- сою, озимую пшеницу и кукурузу на зерно. В этом районе также широко развито садоводство, овощеводство и плодоводство.

В состав первого агроклиматического района можно отнести следующие административно-территориальные районы: Ракитянский, Ивнянский, Прохоровский, Губкинский, Старооскольский, Чернянский, Красненский, Краснояружский. Следует учитывать, что подобное разделение является

условным и в зависимости от особенностей вегетационного периода в отдельные годы вышеуказанные характеристики могут сдвигаться в ту или иную сторону. Однако, по многолетним наблюдениям, отмеченные позиции в целом характеризуют данную территорию достаточно полно.

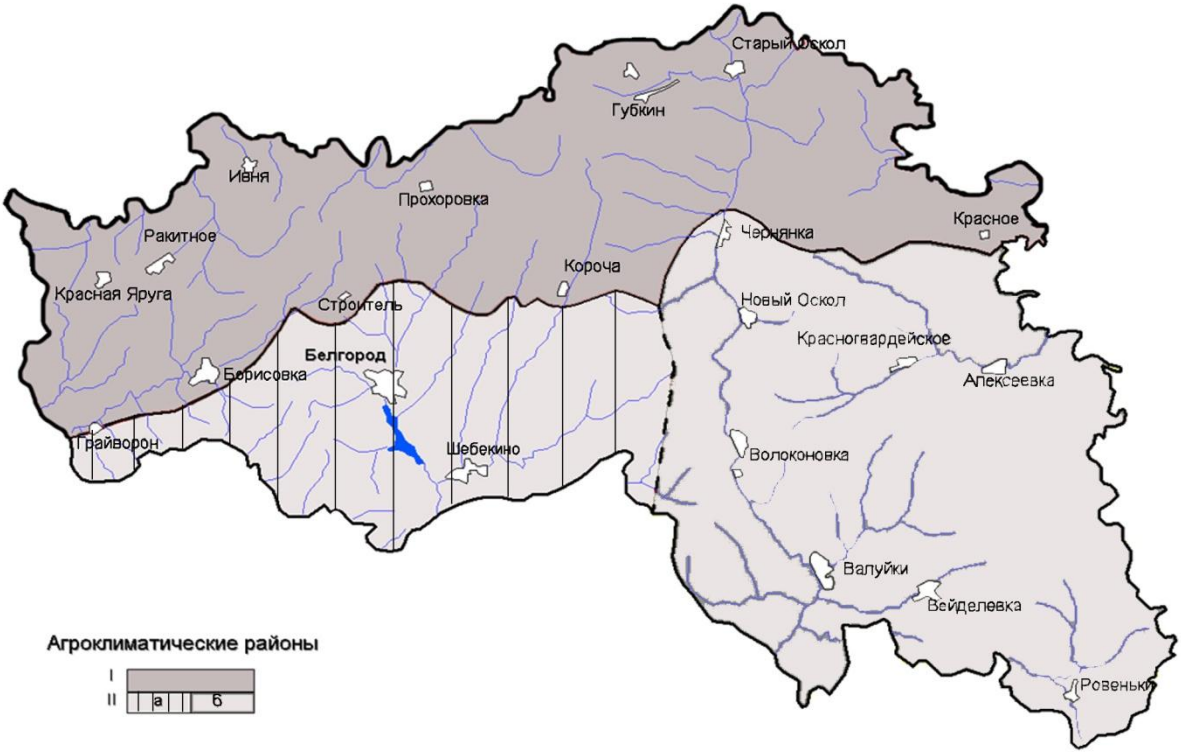


Рис. 2. Агроклиматические районы Белгородской области

II Агроклиматический район занимает южную часть центра и юго-восоток территории. В него входят Алексеевский, Белгородский, Борисовский, Валуйский, Вейделевский, Волоконовский, Грайворонский, Корочанский, Красногвардейский, Новооскольский, Ровеньский, Шебекинский, Яковлевский районы. Район II в сравнении с первым имеет значительно меньшую степень влагообеспеченности, но более высокую среднегодовую атмосферную температуру. По количеству осадков выделяют 2 подрайона (первый располагается в лесостепной зоне, второй − в степной). Суммы средних суточных температур за период активной вегетации растений колеблются в пределах 2580 – 2780^0 С. Сумма осадков за этот период составляет 245-270 мм. ГТК равен величине 0,9-1,1. Наряду со всеми вышеупомянутыми в первом районе культурами здесь возделывают

подсолнечник, эфиромасличные культуры, из многолетних трав здесь дает хорошие урожаи более засухоустойчивый эспарцет.

Разделение данного района на два подрайона неслучайно. Если подрайон а ближе по всем характеристикам первому агроклиматическому району, то подрайон б имеет ярко выраженный уклон к степным районам.

Наши исследования проходили в первом агроклиматическом районе и в северной части подрайона а второго агроклиматического района (приложение П). Следует заметить, что метеорологические характеристики мест проведения исследований незначительно отличаются по годам и этапам вегетации и мы сочли целесообразным использовать детальные данные метеостанции Белгород, равноудаленной от административных районов проведения полевых экспериментов.

Самыми распространёнными почвами на территории юго-западной части ЦЧЗ являются чернозёмы, залегающие на межречных и межбалочных пространствах. Площадь чернозёмов из общей площади области составляет 2090 тыс. га или более трех четвертей площади, в т.ч. пашни 1485 тыс. га - 90% (табл.4).

Среди чернозёмов преобладают типичные, выщелоченные и обыкновенные (приложение О). Нередко характерными отдельностями в комплексе с чернозёмами типичными и обыкновенными незначительные площади занимают чернозёмы солонцеватые, приуроченные к южным склонам водоразделов и наиболее встречающиеся в юго-восточной части области. Реликтовыми почвами, сформировавшимися на меловых породах, являются чернозёмы остаточно-карбонатные. Значительную площадь области занимают овражно-балочные почвы – 435 тыс. га или 16%, что объясняется широким распространением явлений водной эрозии. Значительно меньше площадей занимают в области серые лесные почвы (12%). На долю остальных почв приходится немногим более 6% площади. Это в основном лугово-чернозёмные, пойменные луговые, лугово-болотные

и болотные почвы, незначительно представленные среди сельскохозяйственных угодий.

Основными признаками и свойствами наиболее распространенных типов чернозёмов являются: тёмно-серая или чёрная окраска начиная с поверхности, достаточно мощный гумусовый горизонт – 60-80 см, агрономически ценная комковато-ореховатая структура, тяжелосуглинистый или легкоглинистый механический состав, содержание гумуса в верхнем слое, варьирующееся от 4 до 6-7%, оптимальное обеспечение доступными формами элементов питания, реакция почвенной среды нейтральная или близкая к ней, благоприятные агрофизические свойства. В общем необходимо констатировать, что чернозёмы обладают высоким потенциальным плодородием. Именно на этих почвах, в основном черноземах типичных, производились наши исследования и закладывались полевые опыты.

Несмотря на значительную пространственную удаленность (расстояние от Ракитянского до Красненского района составляет порядка 200 км) основные генетико-морфологические признаки изучаемых почв были максимально сближены и различались, в основном, тактическими характеристиками, обуславливающими дифференциацию антропогенного воздействия на почву в процессе сельскохозяйственного освоения. Основными из них являются содержание доступных форм элементов питания и частично запасы гумуса и агрофизические свойства.

Как и всякое естественное тело, почва имеет определённое, строго ей соответствующее морфологическое строение.

Таблица 4

Почвы Белгородской области и площади их распространения

Почвы	Общая площадь		Пашня	Сено-косы	Паст-бища	Многолет. насажд.	Леса и кустарни-ки	Болота	Про-чие
	тыс. га	%	тыс. га						
Серые лесостепные	83,5	3,1	32,2	0,1	6,0	1,6	3,5	-	40,1
Темно-серые лесостепные	245,0	9,0	71,9	0,7	9,8	3,0	25,4	-	134,2
Черноземы оподзоленные	44,0	1,6	31,5	0,2	4,3	1,1	2,2	-	4,7
Черноземы выщелоченные	517,1	19,1	424,5	1,9	38,1	6,1	9,7	-	36,8
Черноземы типичные	742,6	27,3	648,6	0,6	25,5	8,8	10,1	-	49,0
Черноземы типичные карбонатные	120,1	4,4	90,5	0,2	15,0	1,5	2,0	-	10,9
Черноземы обыкновенные	180,1	6,6	164,8	0,1	5,2	1,4	2,0	-	6,6
Черноземы обыкновенные карбонатные	56,4	2,1	49,2	0,1	1,9	0,5	1,2	-	3,5
Черноземы остаточно-карбонатные	35,5	1,3	17,4	0,1	13,0	0,2	0,9	-	3,9
Черноземы солонцеватые	67,4	2,5	58,4	0,1	5,9	0,4	1,1	-	1,5
Солонцы	4,4	0,2	1,8	0,2	2,0	0,1	0,2	-	0,1
Лугово-черноземные	8,1	0,3	2,3	0,9	1,3	0,1	0,4	-	3,1
Черноземно-луговые	26,5	1,0	12,0	3,8	5,2	0,5	0,5	-	4,5
Пойменные луговые	87,8	3,2	20,4	29,2	17,9	0,7	5,6	-	14,2
Пойменные лугово-болотные	13,1	0,5	-	6,4	3,3	-	0,9	0,6	1,9
Пойменные болотные	29,0	1,1	-	10,5	-	-	2,9	13,5	2,1
Пески	4,4	0,2	-	-	1,6	-	0,8	-	2,0
Овражно-балочный комплекс	435,9	16,0	28,9	13,2	191,6	1,2	16,0	0,2	184,8
Вода	12,5	0,5	-	-	-	-	-	-	12,5
Всего	2713,4	100,0	1654,4	68,1	347,6	27,2	85,4	14,3	516,4

В качестве наглядного примера приводится генетическое строение почвенного профиля чернозёма типичного, отобранного нами в почвенном разрезе на территории Губкинского района в Государственном заповеднике «Белогорье» на участке некосимой степи «Ямская степь» с полным отсутствием антропогенного воздействия.

Географическая характеристика местности – платообразная часть верхней части водораздела. Из растительности произрастают дерновинные злаки: ковыли, типчак и тонконог; из разнотравья наиболее часто встречаются горицвет, таволга, шалфей, клевер и различного вида прострелы.

Разрез заложен в точке с координатами 51°11,397' северной широты, 37°37,522' восточной долготы.

A_d	0-8 см	Дернина, переплетение корней
	8-46 см	Свежий, цвет почти чёрный, тяжелосуглинистый, структура комковато-зернистая, пористый, незначительно уплотнён, обилие корней растений, переход плавный
$AB_к$	47-78 см	Свежий, цвет тёмно-серый-коричневый, тяжелосуглинистый, структура комковато-крупнозернистая, пористый, слабоуплотнён, значительное количество корней растений, псевдомицелий с глубины 66 см, переход постепенный
$B_к$	78-97 см	Свежий, цвет тёмно-серый с буроватым оттенком, тяжелосуглинистый, структура комковато-ореховатая, пористый, слабо уплотнён, кротовины, корни растений, обилие псевдомицелия, переход заметный по цветуи структуре
$BC_к$	98-119 см	Свежий, цвет серовато-тёмнокоричневый, тяжелосуглинистый, структура ореховатая с призмовидными включениями, средне уплотнён, затёки гумуса, отдельные корни растений, вкрапления псевдомицелия, переход неравномерный
$C_к$	120-170 см	Лессовидный суглинок, свежий, цвет желтовато-светлокоричневый, тяжелосуглинистый, структура призмовидная, уплотнён, единичные корни растений

Во всех проводимых полевых опытах почвы представлены именно черноземом типичным со схожими признаками генетического строения.

2.2. Место проведения и схемы опытов

Комплексные исследования по изучению приёмов биологизации в агротехнологиях возделывания сельскохозяйственных культур в юго-западной части Центрально-Черноземной зоны России и их влиянию на продуктивность и изменение показателей плодородия черноземов проводились в период с 2011 по 2020 годы в различных административных районах Белгородской области (приложение П).

В Белгородской области земледельческая отрасль АПК в основном выполняет функцию обеспечения кормами развитой отрасли животноводства. Все агропромышленные холдинги региона имеют структурные подразделения-зерновые компании, которые строят севообороты и моделируют структуру посевных площадей в зависимости от потребностей основной хозяйственной деятельности. Основным севооборотом в области является трехпольный зерновой: соя- озимая пшеница- кукуруза на зерно. Для этих культур в общей площади посева составила в 2020 году 55 % (приложение Р).

Первые полевые эксперименты, призванные решить основные задачи исследований в представленной диссертации, были заложены в 2010 году на полях Белгородской зерновой компании, являющейся структурным подразделением агропромышленного комплекса «Белая птица». В целях наиболее полного изучения биологических элементов агротехнологии возделывания сельскохозяйственных культур было осуществлено два полевых опыта в Белгородском и Прохоровском районах Белгородской области.

Опыты проводились в течении полной ротации экспериментальных трехпольных севооборотов в 2011-2013 годах, отвечающим общей специализации хозяйства, признанной обеспечивать полноценными качественными кормами основное производство холдинга- птицеводческое.

Опыт № 1

(Белгородское отделение)

Тема исследований: Изучение влияния органических удобрений в виде компоста на основе птичьего помета на продуктивность сои, озимой пшеницы, кукурузы на зерно и плодородие почвы

Вид исследований; Стационарный двухфакторный опыт, развернутый во времени и пространстве.

Севооборот, используемый в хозяйстве: соя – озимая пшеница – кукуруза на зерно.

Варианты опыта:

1. Контроль без удобрений (вариант 11)
2. Минеральные удобрение ½ дозы, рассчитанной на планируемый урожай (соя 2,5 т/га, пшеница 5 т/га, кукуруза 6 т/га зерна) (вариант 12)
3. Минеральные удобрения полная доза, рассчитанная на планируемый урожай (вариант 13)
4. Органические удобрения (компост на основе птичьего помета) доза 14 т/га (вариант 21)
5. Органические удобрения (компост на основе птичьего помета) доза 14 т/га + Минеральные удобрение ½ дозы, рассчитанной на планируемый урожай (вариант 22)
6. Органические удобрения (компост на основе птичьего помета) доза 14 т/га + Минеральные удобрение полная доза, рассчитанная на планируемый урожай (вариант 23)

Полная доза минеральных удобрений с учетом коэффициентов возврата и использования составляет для сои 37 кг/га по азоту, для озимой пшеницы 115 кг/га и для кукурузы на зерно 135 кг/га по азоту.

Органические удобрения позволили использовать растениям 175 кг/га азота.

Обозначения, применяемые в опыте: фактор 1- минеральные удобрения; Фактор 2- органические удобрения

Элементарная схема одного поля опыта:

11	21
12	22
13	23

12	22
13	23
11	21

13	23
11	21
12	22

Ширина делянки равна ширине посевного и уборочного агрегата (8 метров)

Длина делянки- 20 м

Защитный коридор между блоками делянок - 10 метров (для удобства разворота техники)

Количество полей - три (по числу культур в севообороте)

Повторность в опыте - трехкратная

Площадь под опытом- 70 м х100м

Агротехника в опыте (обработка почвы, комплекс защиты растений, сроки проведения технологических операций) - общепринятая в хозяйстве.

Опыт № 2

(Прохоровское отделение)

Тема исследований: Изучение влияния промежуточного посева горчицы белой на продуктивность сои, озимой пшеницы, кукурузы на зерно и плодородие почвы

Вид исследований; Стационарный двухфакторный опыт, развернутый во времени и пространстве.

Севооборот, используемый в хозяйстве: соя – озимая пшеница – кукуруза на зерно

Варианты опыта:

1. Контроль без удобрений (вариант 11)
2. Минеральные удобрение ½ дозы, рассчитанной на планируемый урожай (соя 2,5 т/га, пшеница 5 т/га, кукуруза 6 т/га зерна) (вариант 12)

3. Минеральные удобрения полная доза, рассчитанная на планируемый урожай (соя 2,5 т/га, озимая пшеница 5 т/га, кукуруза 6 т/га зерна) (вариант 13)

4. Посев горчицы + контроль без удобрений (вариант 21)

5. Посев горчицы + минеральные удобрение ½ дозы, рассчитанной на планируемый урожай (соя 2,5 т/га, озимая пшеница 5 т/га, кукуруза 6 т/га зерна) (вариант 22)

6. Посев горчицы + Минеральные удобрение ½ дозы, рассчитанной на планируемый урожай (соя 2,5 т/га, озимая пшеница 5 т/га, кукуруза 6 т/га зерна) (вариант 23)

Среднее значение содержания азота в зеленой массе горчицы составляет 0,5 %, что при коэффициенте использования 0,8 и урожае 15-20 т/га позволяет использовать последующим культурам (кукуруза на зерно и соя) 60-80 кг/га азота.

Обозначения, применяемые в опыте: фактор 1- посев горчицы; Фактор 2- минеральные удобрения.

Элементарная схема одного поля опыта:

11	21
12	22
13	23

12	22
13	23
11	21

13	23
11	21
12	22

Параметры опыта аналогичные предыдущему эксперименту.

Агротехника в опыте (обработка почвы, комплекс защиты растений, сроки проведения технологических операций)- общепринятая в хозяйстве (система обработки почвы – No-till).

В Белгородской области, наряду с культурами зернового клина, значительные площади занимают пропашные культуры, основной из которых является сахарная свекла. Доля данной культуры в структуре посевных площадей региона стабильно держится на уровне 5 % (приложение 16). Наличие в Белгородской области сахарных заводов, высокий и устойчивый

спрос на конечный продукт переработки этой культуры стимулирует производителей увеличивать посевные площади этой культуры в отдельных административных районах. В 2013-2015 годах на землях компании «Зерно Белогорья» в Красненском районе, находящимся на северо-востоке региона, был заложен полевой опыт по совершенствованию технологии возделывания сахарной свеклы при переходе на биологическую систему ведения хозяйствования.

Опыт № 3

(Красненский район Белгородской области)

Основная тема данного исследования- выявить оптимальные биологические элементы технологии возделывания сахарной свеклы, при которых при сохранении элементов почвенного плодородия получался бы высокий стабильный урожай корнеплодов хорошего качества.

Схема опыта:

1. Контроль без удобрений;

2. $N_{120}P_{120}K_{120}$;

3. Сидерат (горчица)- 80 кг/га по азоту;

4. Солома 15 т/га- 75 кг/га по азоту;

5. Солома 15 т/га + N_{60}

Основная обработка почвы:

1. Мелкая обработка (дискование, междурядная обработка) до 15 см;

2. Глубокая безотвальная обработка 25-27 см.

Опыт являлся стационарным, осуществлялся на одном поле в течении трех лет в производственном севообороте.

Предшественник- озимая пшеница.

Посев сидеральной культуры осуществлялся после уборки предшественника.

Размер элементарной делянки- 100 $м^2$, повторность трехкратная.

Опыт № 4

(Ракитянский район Белгородской области)

В 2015-2018 годах исследования осуществлялись в Ракитянском районе Белгородской области на полях агропромышленного холдинга «БЭЗРК-Белгранкорм» путем закладки осенью 2015 года полевого опыта по изучению эффективности различных видов органических удобрений, являющихся отходами животноводческой отрасли.

Тема исследований: Изучение влияния органических удобрений в виде отходов отрасли животноводства холдинга «БЭЗРК-Белгранкорм» на продуктивность зерновых культур и плодородие почвы

Вид исследований: Полевой двухфакторный опыт, развернутый во времени и пространстве.

Варианты опыта:

1. Контроль без применения удобрений

2. Минеральные удобрения на планируемый урожай 120 кг/га д.в. (по азоту)

3. Свиноводческие стоки на планируемый урожай

4. Свиноводческие стоки на планируемый урожай (осенью 0,5 дозы+весной до посева 0,5 дозы)

5. Куриный помет на планируемый урожай

6. Минеральные удобрения ½ дозы на планируемый урожай

7. Свиноводческие стоки ½ дозы на планируемый урожай

8. Куриный помет ½ дозы на планируемый урожай

9. Свиноводческие стоки+куриный помет по ½ дозы

Обозначения, применяемые в опыте: фактор 1- способ заделки удобрений; Фактор 2- органические и минеральные удобрения

Ширина делянки равна 4 метра

Длина делянки - 25 м

Защитный коридор между блоками делянок - 10 метров (для удобства разворота техники)

Элементарная схема полевого опыта:

11	21
12	22
13	23
14	24
15	25
16	26
17	27
18	28
19	29

Площадь под опытом- 36 м х 50 м

Расчёт доз применяемых в опыте удобрений на примере кукурузы на зерно:

На основании агрохимической характеристики опытного поля можно констатировать, что запасы доступных соединений фосфора и калия находятся на высоком уровне, что создает предпосылки для нивелирования этих элементов в расчетах доз удобрений согласно схемы опыта. Азот же находится в первом минимуме и является лимитирующим факторов получения потенциальной продуктивности сельскохозяйственных культур, и особенно кукурузы, как культуры, наиболее отзывчивой на его применение в системе удобрений.

Основоположник отечественной агрохимии Д.Н. Прянишников своими научными разработками убедительно доказал, что только при возмещении выноса азота до 80 % можно обеспечить получение устойчивых урожаев и создать условия для расширенного воспроизводства плодородия черноземов. Данный тезис нашел подтверждение и в наших исследованиях, проведенных на территории Белгородской Области (В.Я. Родионов, А.С. Трусов, В.Б. Азаров, 2013).

В практике при расчете доз удобрений используется рекомендованный наукой нормативный и балансовый методы, которые базируется на нормативных показателях- это коэффициенты использования питательных веществ из удобрений, питательных веществ из почвы, нормативы выноса с урожаем. Однако, безусловно, методика расчета является справочной и целесообразность ее может подтвердить или опровергнуть только проведение полевых экспериментов в конкретных почвенно-климатических условиях.

В соответствии с утвержденной и согласованной с руководством заказчика схемой опыта при планируемом урожае зерна кукурузы на уровне 120 ц/га при расчете дозы минеральных удобрений на планируемый урожай используем нормативные справочные показатели содержания азота в зерне 3 %, коэффициент использования азота из применяемой в опыте нитроаммофоски 80 %, из почвенных запасов азота 25 % и коэффициент возврата 80 %.

Таким образом, при нормативном выносе азота урожаем зерна 360 кг/га имеем запасы 480 кг/га при коэффициенте использования 25 % приходная часть за счет этого показателя составляет 120 кг/га, т.е. оставшаяся часть при нормативе возврата 80 % должна составлять 192 кг/га.

Путем расчетов вычисляем дозу нитроаммофоски на планируемый урожай. Она составляет для делянок 12 и 22- 24 кг и для делянок 16 и 26- по 12 кг.

Согласно данным лабораторного анализа содержание азота в компосте на основе птичьего помета составляет 2,52 %, коэффициент использования азота из этого вида удобрений за год прямого действия составляет 50 %, с учетом возможных потерь. Таким образом, навеска компоста на делянках 15 и 25 составляет 152 кг, на делянках 18,28,19 и 29- 76 кг.

Свиноводческие стоки холдинга «БЭЗРК-Белгранкорм» содержат в своем составе 0,11 % азота, при коэффициенте использования культурой на уровне 60 % норма расхода удобрения составит на делянках 13, 14, 23 и 24 составляет 2,9 тонны, а на делянках 17,27,19 и 29- 1,45 тонны.

Применяя аналогичные расчеты получаем для озимой пшеницы дозу азота на планируемый урожай 6 т/га- 95 кг/га и для сои на планируемый урожай 3 т/га- 45 кг/га по азоту.

Подразделение холдинга «БЭЗРК-Белгранкорм» семхоз «Ракитянский» в целях изучения эффективности новых видов гранулированных удобрений, расширения масштабов биологизации земледелия, перевода агротехнологий на органическую составляющую проявил заинтересованность в расширении программы исследований и закладке нового опыта по установлению эффективности инновационного гранулированного органического удобрения БГК-ВН, производимого на собственных мощностях холдинга. Данные исследования были проведены в 2018-2020 годах.

Опыт № 5

(Ракитянский район)

Тема исследований: Изучение влияния гранулированных органических удобрений из отходов отрасли животноводства холдинга «БЭЗРК-Белгранкорм» на продуктивность озимой пшеницы, кукурузы на зерно и сои и плодородие почвы

Вид исследований: Полевой двухфакторный опыт, развернутый во времени и пространстве в период ротации трехпольного севооборота озимая пшеница- кукуруза на зерно- соя.

Варианты опыта:

1. Контроль без удобрений

2. БГК-ВН на планируемый урожай (2,8 т/га для сои, 5,9 т/га для озимой пшеницы и 11,9 т/га для кукурузы на зерно

3. Птичий компост на планируемый урожай

4. Свиноводческие стоки на планируемый урожай

5. БГК-ВН 2 т/га или 64 кг азота осенью

6. БГК-ВН 4 т/га или 128 кг азота осенью

7. БГК-ВН 6 т/га или 192 кг азота осенью

8. БГК-ВН 2 т/га весной

9. БГК-ВН 4 т/га весной

10. БГК-ВН 6 т/га весной

Содержание азота в гранулированном удобрении составляет 3,2 %.

Два способа заделки:

1. Мелкий до 15 см (поверхностный)

2. Глубокий до 27 см (безотвальный)

Обозначения, применяемые в опыте: фактор 1- способ заделки удобрений; Фактор 2- органические удобрения.

Технология внесения: свиноводческие стоки- механизировано по технологии, принятой в хозяйстве, органический компост и гранулированные удобрений- разбросным способом, вручную.

Ширина делянки равна 4 метра

Длина делянки - 25 м

Сортовой материал в опыте: озимая пшеница- Майская юбилейная (приложение Т), соя- Белгородская 48 (приложение С). Обе культуры- селекции Белгородского ГАУ. Кукуруза и сахарная свекла- гибриды известных зарубежных производителей.

Элементарная схема полевого опыта:

10	20
11	21
12	22
13	23
14	24
15	25
16	26
17	27
18	28
19	29

2.3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

В опытах проводились следующие наблюдения и осуществлялись исследования:

1. Содержание общего гумуса в почве определяли по методу Тюрина в модификации Никитина со спектрофотометрическим окончанием по Орлову и Гриндель;

2. pH определяли потенциметрическим методом;

3. Гидролитическую кислотность определяли по Каппену;

4. Сумму поглощенных оснований- по Каппену-Гильковицу;

5. Азот щелочногидролизуемый- по Корнфильду;

6. Азот нитратный- по Грянваль-Ляжу;

7. Подвижный фосфор и обменный калий- по Чирикову;

8. Структурно-агрегатный состав почвы определяли методом сухого просеивания по Сввинову- Тюлину;

9. В растительных образцах определяли содержание сухого вещества весовым методом при температуре 105^0 С, общий азот по Къельдалю, фосфор- по Дениже (модификация Левицкого), калий на пламенном фотометре;

10. Массу 1000 зерен определяли взвешиванием;

11. Натуру зерна с помощью весов-пурки объемом 1 литр;

12. Общую численность микроорганизмов прямым микроскопированием по Виноградскому, качественный состав- методом посева;

13. Биологическую активность почвы по степени разложения льняного полотна;

14. Замер листовой поверхности сахарной свеклы по Орловскому;

15. Динамику нарастания корнеплодов по методу С.И. Кузмича;

16. Технологические качества свеклосахарного сырья на поточной автоматической линии VENEMA;

17. Экономическую эффективность изучаемых агротехнологий рассчитывали по В.Г. Минееву;

18. Биоэнергетическую эффективность по методу ресурсно-экологической оценки В.М. Володина в модификации С.В. Лукина;

19. Статистическую обработку результатов исследований осуществляли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с помощью специализированных компьютерных программ типа Statistica.

Фенологические учеты и наблюдения осуществлялись самостоятельно визуально непосредственно на опытных полях.

Анализы проводились в аккредитованной аналитической лаборатории УНИЦ «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, имеющей современное оборудование и инструментарий, прошедшие необходимую поверку и действующие сертификаты соответствия.

ГЛАВА 3 ИЗМЕНЕНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЁМА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ БИОЛОГИЗАЦИИ

3.1. Влияние антропогенных факторов на плотность почвы при возделывании сельскохозяйственных культур

Особенностью черноземов является их оптимальное структурное состояние. Благодаря достаточному количеству почвенных коллоидов, обилию микропор, эти почвы создают благоприятную среду для развития корневой системы и функционирования аэробной микробной среды. В естественном состоянии задерненные черноземы в некосимой степи заповедников имеют плотность пахотного горизонта в районе 1,05-1,15 г/см^3, что является оптимальным показателем.

В процессе сельскохозяйственного использования плотность почвы, как интегрированный показатель агрофизического благополучия почвы, претерпевает существенные изменения. Частые глубокие механические обработки, проходы тяжелой сельскохозяйственной техники, насыщение севооборотов пропашными культурами приводят к запусканию процессов слитизации и обесструктуриривания, что чревато самыми негативными последствиями для сельскохозяйственного производства и почвенных природных ресурсов.

Нами проанализированы данные по изменению показателя плотности почвы на опыте по изучению элементов биологизации земледелия при нулевых технологиях обработки почвы.

Схема опыта по изучении биологической технологии возделывания культур представляет собой двухфакторный эксперимент, при этом в качестве делянок первого порядка (доминирующий фактор) выступает способ основной обработки почвы, а второго (сопутствующего фактора) три уровня удобренности (0; 0,5; 1 доза минеральных и органических удобрений) культур зернового севооборота – соя, озимая пшеница, кукуруза на зерно.

Отбор почвенных образцов производился из слоя почвы 0-20 и 20-40 см перед посевом и в конце вегетации каждой из культур севооборота.

В процессе вегетации зерновых культур севооборота данный показатель изменялся в зависимости от изучаемых факторов (табл. 5).

Так, на первой культуре севооборота- сое- перед посевом плотность почвы по всем делянкам опыта имела отклонения в пределах статистической погрешности.

Таблица 5

Плотность почвы (г/см^3) на посевах сои

ЗАО «Белгородская зерновая компания» Белгородское отделение

2011-2013 гг.

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Горизонт см	Плотность почвы (г/см^3)		
			Апрель	Август	Отклонение
0	0	0-20	1,12	1,15	+0,03
		20-40	1,15	1,19	+0,04
	0,5 дозы	0-20	1,08	1,15	+0,07
		20-40	1,14	1,22	+0,08
	1 доза	0-20	1,11	1,16	+0,05
		20-40	1,15	1,20	+0,05
14 т/га	0	0-20	1,12	1,12	0
		20-40	1,14	1,15	+0,01
	0,5 дозы	0-20	1,09	1,11	+0,02
		20-40	1,16	1,14	-0,02
	1 доза	0-20	1,11	1,13	+0,02
		20-40	1,14	1,12	-0,02
$НСР_{05}$		0-20	0,02		
		20-40	0,03		

Как показали результаты исследований, плотность перед посевом сои находилась на оптимальных значениях с незначительными отклонениями по годам наблюдений. Показатель 1,08-1,12 г/см^3 для верхнего слоя почвы и 1,14-1,16 г/см^3 для более глубокого способствуют хорошей аэрации почвы и создают предпосылки для получения дружных всходов культуры и оптимального роста и развития корневой системы на начальных этапах онтогенеза.

В конце вегетации сои наблюдалось некоторое уплотнение верхнего и, особенно, нижнего почвенного слоя практически на всех делянках. Особенно характерно такое явление для вариантов с применением только минеральных удобрений на 0,05-0,08 г/см^3. На фоне внесения органического компоста подобное отклонение имеет характер тенденции, поскольку не подтверждается статистической достоверностью. В этом случае можно говорить о стабилизации плотности почвы на органической и органо-минеральной системах удобрения.

В целом значения плотности в конце вегетации сои несколько выше оптимальных значений, особенно для подпахотного слоя не несут в себе рисков недополучения урожайности зерна или ухудшения качественных показателей обрабатываемой почвы, поскольку соя ко времени второго срока наблюдения имела глубокопроникающую корневую систему и заложила потенциал урожайности, ограничительным фактором для которой в этот период может служить только недостаточная влагообеспеченность.

Для озимой пшеницы особенно важна рыхлость почвы на начальном этапе развития, поскольку прорастания зерновок происходит в осенний период, когда избыточные осадки могут создать условия для ограничения доступа почвенного воздуха к семенам при излишнем уплотнении почвы на глубине посева и в нижних корнеобитаемых слоях.

Первый отбор образцов на определение плотности почвы осуществлялся в первой декаде сентября, в второй- в июне в период формирования зерна.

Обработка почвы в опыте осуществлялась безотвальными дисковыми орудиями на глубину около 10-12 см с последующей предпосевной культивацией. Поскольку разрыв между уборкой сои и посевом озимой пшеницы составлял около 20 дней внесение и заделка удобрений осуществлялись интенсивно, что внесло свои коррективы в показатели плотности почвы.

Перед посевом озимой пшеницы мы можем наблюдать резкую дифференциацию слоев почвы по плотности (табл. 6).

Таблица 6

Плотность почвы (г/см^3) на посевах озимой пшеницы

ЗАО «Белгородская зерновая компания» Белгородское отделение

2011-2013 гг.

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Горизонт см	Плотность почвы (г/см^3)		
			Сентябрь	Июнь	Отклонение
0	0	0-20	1,12	1,15	+0,03
		20-40	1,17	1,15	-0,02
	0,5 дозы	0-20	1,11	1,13	+0,02
		20-40	1,18	1,17	-0,01
	1 доза	0-20	1,11	1,10	-0,01
		20-40	1,20	1,16	-0,04
14 т/га	0	0-20	1,11	1,10	-0,01
		20-40	1,17	1,14	-0,03
	0,5 дозы	0-20	1,13	1,10	-0,03
		20-40	1,21	1,14	-0,07
	1 доза	0-20	1,11	1,08	-0,03
		20-40	1,19	1,11	-0,08
$НСР_{05}$		0-20	0,02		
		20-40	0,04		

При анализе данных таблицы 6 обращает на себя внимание факт разуплотнения подпахотного слоя почвы, наиболее ярко проявляющемся при наличии в технологии возделывания озимой пшеницы органического компоста на основе птичьего помета. Данное обстоятельство заслуживает особого интереса, поскольку слой почвы 20-40 см не является местом непосредственного внесения органики. Произошло, по видимому, уменьшение плотности почвы в этом слое по причине хорошего развития мочковатой корневой системы пшеницы на удобренных вариантах, основная часть которой как раз находится в анализируемом слое. В конце вегетации озимой пшеницы плотность почвы во всем 40-сантиметровом слое выровнялась и находилась в пределах 1,08-1,16 г/см^3.

Кукуруза является одной из наиболее требовательных культур в отношении к оптимальным агрофизическим показателям почвы, поскольку при формировании воздушных корней, необходимых для образования крупного качественного зерна в початке, необходима рыхлая почва в верхнем слое.

Наши данные по динамике показателей плотности на посевах кукурузы позволяют утверждать, что весной перед посевом мы имеем оптимальный по плотности участок независимо от вариантов опыта. Однако, осеннее внесение органических удобрений способствовало созданию более благоприятных условий для посева кукурузы, особенно в верхнем 20-сантиметровом слое. В этих условиях плотность почвы была ниже на 0,04-0,06 г/см^3 по сравнению с вариантами применения одних минеральных удобрений и неудобренных делянок.

На посевах кукурузы на зерно наиболее четко проявилось влияние изучаемых факторов на показатели плотности почвы. Органический компост, как удобрение пролонгированного действия, проявил свои свойства в критический для растений период. Высвобождение через минерализацию питательных веществ и, прежде всего, азота произошло в начале лета, а

органическая основа компоста, как более консервативная часть, послужила фактором разуплотнения почвы.

Так, на делянках без применения органических удобрений, плотность почвы сохранила в целом свои весенние значения в верхнем слое и значительно ухудшилась в нижележащем слое. Уплотнение почвы достигло в этом случае величин 0,08-0,13 г/см^3.

Органическая и органо-минеральная системы удобрения практически не изменили значения первого срока отбора и сократили величины плотности почвы в слое 20-40 см (табл. 7).

Таблица 7

Плотность почвы (г/см^3) на посевах кукурузы на зерно

ЗАО «Белгородская зерновая компания» Белгородское отделение

2011-2013 гг.

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Горизонт см	Плотность почвы (г/см^3)		
			Апрель	Июль	Отклонение
0	0	0-20	1,15	1,16	+0,01
		20-40	1,17	1,25	+0,08
	0,5 дозы	0-20	1,14	1,15	+0,01
		20-40	1,18	1,24	+0,06
	1 доза	0-20	1,17	1,20	+0,03
		20-40	1,21	1,27	+0,06
14 т/га	0	0-20	1,12	1,10	-0,02
		20-40	1,14	1,11	-0,03
	0,5 дозы	0-20	1,10	1,12	+0,02
		20-40	1,15	1,11	-0,04
	1 доза	0-20	1,09	1,11	+0,02
		20-40	1,13	1,09	-0,04
$НСР_{05}$		0-20	0,02		
		20-40	0,02		

Опыт с целью изучения эффективности сидеральных культур закладывался в Прохоровском районе Белгородской области и предусматривал в качестве агротехнологии возделывания зерновых культур нулевую обработку почвы.

Исходные показатели плотности почвы на опытном участке характеризовались более высокими значениями, прежде всего в верхнем слое почвы (табл. 8). Участок, используемый для закладки опыта, в течении ряда лет использовался по технологии no-till.

Таблица 8

Плотность почвы (г/см^3) на посевах сои

ЗАО «Белгородская зерновая компания» Прохоровское отделение

2011-2013 гг.

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Горизонт см	Плотность почвы (г/см^3)		
			Апрель	Июль	Отклонение
0	0	0-20	1,22	1,17	-0,05
		20-40	1,24	1,16	-0,08
	0,5 дозы	0-20	1,19	1,14	-0,05
		20-40	1,25	1,12	-0,13
	1 доза	0-20	1,18	1,16	-0,02
		20-40	1,20	1,15	-0,05
сидерат	0	0-20	1,21	1,14	-0,07
		20-40	1,22	1,14	-0,08
	0,5 дозы	0-20	1,19	1,15	-0,04
		20-40	1,23	1,17	-0,06
	1 доза	0-20	1,20	1,16	-0,04
		20-40	1,25	1,19	-0,06
$НСР_{05}$		0-20	0,04		
		20-40	0,03		

Данное обстоятельство способствовало появлению на поверхности почвы мощного слоя растительных остатков разной степени разложения, однако, почва под ним имела признаки переуплотнения.

Сидеральная культура- горчица белая- бала посеяна после уборки предшествующей кукурузы на зерно во второй половине сентября растения до наступления устойчивых холодов сформировали недостаточную вегетативную массу и глубокую корневую систему ввиду чего данный агроприем, как фактор опыта, не смог кардинальным образом повлиять на изменение плотности почвы.

Однако, в процессе вегетации сои можно отметить факт достоверного снижения плотности почвы на всех делянках полевого эксперимента. Следует отметить, что годы исследований были в целом благоприятными для роста и развития этой культуры и, благодаря хорошо развитой, разветвленной корневой системе, произошло заметное разуплотнение на величину до 0,12 г/см^3.

Данная тенденция сохранилась и на полях, где схемой опыта предусмотрено возделывание озимой пшеницы с величинами разуплотнения несколько меньшими, на уровне 0,04-0,07 г/см^3.

Сидеральные культуры, как изучаемый фактор эксперимента, имел на посевах озимой пшеницы только последействие, поскольку ввиду малого технологического разрыва между уборкой сои и посевом озимой пшеницы (1,5-2 недели) использование сидеральной культуры как промежуточного посева не имело практического смысла.

Озимая пшеница сама по себе из-за длинного периода вегетации способствовала снижению плотности почвы при отборе проб перед посевом третьей культуры севооборота- кукурузы на зерно. Величины исходной плотности отмечены в пределах 1,12-1,16 г/см^3 на участках без сидератов.

Сидеральные культуры, посев которых был произведен по стерне в середине августа, к концу октября, т.е. прекращению активной вегетации, имели высоту около одного метра, мощный стеблестой и развитую корневую

систему. Данное обстоятельство послужило причиной снижения плотности почвы на этих вариантах при первом сроке отбора в конце апреля. Зафиксированные величины 1,07-1,12 г/см^3 отражают этот факт и служат фактором более благоприятных условий для начала роста и развития растений кукурузы.

Сидеральные культуры и в процессе вегетации кукурузы способствовали сохранению оптимальных величин плотности почвы. Так, при втором сроке отбора в августе мы имеем значения плотности 1,12-1,16 г/см^3, что в принципе является оптимальной величиной для чернозема (табл. 9)

Таблица 9

Плотность почвы (г/см^3) на посевах кукурузы на зерно

ЗАО «Белгородская зерновая компания» Прохоровское отделение

2011-2013 гг.

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Горизонт см	Плотность почвы (г/см^3)		
			Апрель	Июль	Отклонение
0	0	0-20	1,13	1,17	+0,04
		20-40	1,16	1,20	+0,04
	0,5 дозы	0-20	1,12	1,13	+0,01
		20-40	1,15	1,15	0
	1 доза	0-20	1,13	1,16	+0,03
		20-40	1,14	1,18	+0,04
сидерат	0	0-20	1,09	1,13	+0,04
		20-40	1,11	1,12	+0,01
	0,5 дозы	0-20	1,10	1,14	+0,04
		20-40	1,12	1,13	+0,01
	1 доза	0-20	1,07	1,14	+0,07
		20-40	1,12	1,16	+0,04
$НСР_{05}$		0-20	0,03		
		20-40	0,04		

На опыте по изучению эффективности органических удобрений на полях агропромышленного холдинга «БЭЗРК-Белгранкорм» в Ракитянском районе показатели плотности почвы также значительно варьировали в зависимости от изучаемых факторов.

Согласно схемы опыта предусмотрено девять вариантов удобренности согласно схемы на стр. 63 диссертации на фоне двух контрастных способов основной обработки почвы. Программой исследований предусматривался отбор почвенных проб на определение плотности по наиболее чувствительной к этому показателю культуре- кукурузе на зерно.

Для полноценного роста и развития растений кукурузы необходимо создание целого ряда условий, важнейшим из которых является оптимальные показатели плотности почвы. При чрезмерной слитизации затруднен рост корневой системы, ограничен свободный доступ воздуха к корням. Для кукурузы, у которой на определенном этапе вегетации активно растут наземные (воздушные, аминокислотные) корни, участвующие в формировании налива зерна, данный показатель особенно актуален.

Исследования проводились во второй половине июня путем отбора образцов с ненарушенной структурой методом режущего кольца известного объема с последующим взвешиванием и определением плотности почвы по известной физико-математической формуле.

В целом плотность почвы на делянках опыта была в пределах оптимальных значений для возделывания кукурузы, однако на вариантах опыта с минеральной системой удобрений и на контроле без удобрений в подпахотном слое почвы при поверхностной обработке наблюдалось избыточное уплотнение (табл. 10).

Тенденция по уменьшению плотности почвы от внесения твердых органических удобрений объясняется перемешиванием основной субстанции компоста с почвенной массой, увеличением воздушных пор, пустот, сокращением массы почвы при равном объеме. Объемная масса почвы на уровне 1,10-1,15 г/см^3 позволяет корневой системе кукурузы полноценно

развиваться и показывать в конечном итоге продуктивность, близкую к потенциальной.

Таблица 10

Плотность сложения чернозема типичного в зависимости от уровня удобренности и обработки почвы (г/см^3), 2016-2018 гг.

Удобрение		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пов.	0-20	1,16	1,14	1,19	1,14	1,10	1,15	1,17	1,10	1,11
	20-40	1,22	1,24	1,17	1,16	1,18	1,15	1,16	1,12	1,17
Всп.	0-20	1,18	1,16	1,14	1,09	1,08	1,12	1,17	1,05	1,13
	20-40	1,17	1,16	1,12	1,11	1,07	1,14	1,20	1,09	1,13
$НСР_{05}$		0,06								

В опыте по изучению новых гранулированных органических удобрений изучались два способа заделки удобрений и следующие градации удобрительных продуктов (табл. 11).

Таблица 11

Варианты удобренности в полевом опыте

1. Контроль без удобрений
2. БГК-ВН на планируемый урожай
3. Птичий компост на планируемый урожай
4. Свиноводческие стоки на планируемый урожай
5. БГК-ВН 2 т/га осенью
6. БГК-ВН 4 т/га осенью
7. БГК-ВН 6 т/га осенью
8. БГК-ВН 2 т/га весной
9. БГК-ВН 4 т/га весной
10. БГК-ВН 6 т/га весной

Набор вариантов позволяет проанализировать влияние гранулированных удобрений БГК-ВН в сравнении с традиционными применяющимися

вариантами на продуктивность кукурузы на зерно и сои и на изменение плодородия чернозема типичного.

По результатам наших исследований агрофизических свойств почвы под посевами озимой пшеницы, сои и кукурузы на зерно (табл. 12).

Таблица 12

Плотность почвы (г/см^3) на опытном поле
Ракитянский район. июль 2020 года

Удобрения	Обработка почвы	Культура		
		Кукуруза	Соя	Пшеница
Контроль	мелкая	1,21	1,19	1,19
	глубокая	1,16	1,08	1,12
БГК-ВН полн. доза	мелкая	1,18	1,12	1,14
	глубокая	1,14	1,11	1,13
Компост	мелкая	1,05	1,06	1,18
	глубокая	1,06	1,05	1,06
Свиностоки	мелкая	1,18	1,12	1,15
	глубокая	1,14	1,10	1,12
БГК-ВН 2 т/га осень	мелкая	1,15	1,09	1,14
	глубокая	1,13	1,07	1,12
БГК-ВН 4 т/га осень	мелкая	1,14	1,11	1,12
	глубокая	1,13	1,09	1,13
БГК-ВН 6 т/га осень	мелкая	1,12	1,08	1,14
	глубокая	1,11	1,06	1,09
БГК-ВН 2 т/га весна	мелкая	1,18	1,14	1,12
	глубокая	1,14	1,12	1,13
БГК-ВН 4 т/га весна	мелкая	1,16	1,15	1,13
	глубокая	1,09	1,06	1,08
БГК-ВН 6 т/га весна	мелкая	1,17	1,11	1,15
	глубокая	1,09	1,06	1,08

выявлено, что установленные параметры объемного веса и агрегатного состава пахотного горизонта почвы находятся в оптимальных величинах с незначительным колебаниями в зависимости от изучаемых факторов.

3.2. Роль органических, сидеральных удобрений и технологии no-till в стабилизации структурного состояния чернозема

Коэффициент структурности почвы по своей сути есть отношение массы агрономически ценных почвенных агрегатов (частиц) диаметром от 0,25 до 10 мм к остальной массе почвенного образца, взятого на анализ для просеивания.

Чем выше коэффициент структурности, тем большими положительными качествами обладает почва в плане оптимизации воздушного (газового), температурного, водного и пищевого режимов.

В процессе эксперимента по выявлению эффективности компоста на основе птичьего помета и минеральных удобрений отбор почвенных образцов на определение коэффициента структурности осуществлялся один раз за ротацию в середине вегетации сельскохозяйственных культур.

Значения данного показателя колебались в широких пределах. На делянках без применения удобрений коэффициент структурности составлял 3,6-4,0, увеличиваясь в ряду кукуруза- соя- пшеница. Минеральные удобрения не оказали существенного влияния на структуру чернозема независимо от дозы применения. Компост на основе птичьего помета позволил стабилизировать структуру почвы. Особенно на кукурузе на зерно, где величина данного коэффициента составила 6,2 при органической системе удобрения и 6,4 при органо-минеральной (табл. 13).

На опыте с сидеральными культурами и нулевой технологией возделывания зерновых культур исследования по влиянию данных факторов на показатели структурности почвы проводились по аналогичной схеме.

Отсутствие механических обработок почвы позволило на всех вариантах опыта добиться состояния структуры чернозема, близкого к естественному

дерновому процессу почвообразования. При визуальном обследовании пахотного горизонта почвы структура почва имела типичное ореховато-комковатое строение с наличием призмовидных отдельностей.

Таблица 13

Коэффициент структурности на посевах культур

ЗАО «Белгородская зерновая компания» Белгородское отделение

2011-2013 гг.

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Коэффициент структурности, ед		
		Соя	Пшеница	Кукуруза
0	0	3,7	4,0	3,6
	0,5 дозы	3,9	3,9	3,7
	1 доза	3,4	4,0	3,7
14 т/га	0	5,0	5,9	6,2
	0,5 дозы	5,4	5,7	6,4
	1 доза	5,1	5,5	6,3
$НСР_{05}$		0,2		

Все это позволило даже на неудобренных делянках сформировать коэффициент структурности 6,3-6,5 ед на всех культурах севооборота.

Несомненно, положительное значение имело введение в технологию сидеральных промежуточных посевов.

На данных вариантах коэффициент структурности составил 7,0-7,6 на посевах сои и кукурузы на зерно соответственно. На озимой пшеницы данная величина составила 6,6 ед. по указанным выше причинам (табл. 14).

Различные виды органических удобрений неоднозначно влияли на изменение структуры обрабатываемых почв. Свиноводческие стоки в дозах, рассчитанных на планируемый урожай, снизили показатели коэффициента структурности даже по сравнению с неудобренными вариантами.

Таблица 14

Коэффициент структурности на посевах культур

ЗАО «Белгородская зерновая компания» Прохоровское отделение

2011-2013 гг.

Органические удобрения	Минеральные удобрения	Коэффициент структурности, ед		
		Соя	Пшеница	Кукуруза
0	0	6,4	6,3	6,5
	0,5 дозы	6,0	6,2	5,8
	1 доза	5,9	6,1	6,3
сидерат	0	7,0	6,6	7,6
	0,5 дозы	6,9	6,5	7,7
	1 доза	6,9	6,8	7,3
$НСР_{05}$		0,2		

Причем негативное влияние данного удобрения не компенсировалось даже совместным внесением его с органическим компостом, приготовленным на основе птичьего помета (вариант 9). В этом случае коэффициент структурности составил 4,4 единицы на посевах кукурузы на зерно. Применение глубокой отвальной обработки почвы также не способствовало улучшению ее структуры. По сравнению с энергосберегающим поверхностным способом обработки почвы уменьшение показателя коэффициента структурности составило 0,4-0,9 ед. при наименьшей существенной разнице по опыту 0,3 ед.

Куриный помет при внесении вне зависимости от дозы и срока использования несколько улучшал структуру почвы, особенно на фоне глубокой отвальной заделки. На вариантах с этим органическим удобрением величина коэффициента структурности составила 5,9- 6,1 (табл. 15).

Таблица 15

Коэффициент структурности чернозема типичного в зависимости от уровня удобренности и обработки почвы (ед.), 2016-2018 гг.

Удобрение	1*	2	3	4	5	6	7	8	9
Поверхностный	5,0	4,9	4,2	4,1	6,8	4,6	4,3	6,6	4,4
Вспашка	4,6	4,2	3,6	3,8	6,0	4,0	3,7	6,3	4,5
$НСР_{05}$	0,3								

* Варианты опыта:

1. Контроль без применения удобрений

2. Минеральные удобрения на планируемый урожай 120 кг/га д.в. (по азоту)

3. Свиноводческие стоки на планируемый урожай

4. Свиноводческие стоки на планируемый урожай (осенью 0,5 дозы+весной до посева 0,5 дозы)

5. Куриный помет на планируемый урожай

6. Минеральные удобрения ½ дозы на планируемый урожай

7. Свиноводческие стоки ½ дозы на планируемый урожай

8. Куриный помет ½ дозы на планируемый урожай

9. Свиноводческие стоки+куриный помет по ½ дозы

Как свидетельствует данные таблицы 16, полученные в результате сухого просеивания через комплекс сит, коэффициент структурности почвы повышается в ряду соя – кукуруза - озимая пшеница и существенно возрастает на фоне применения органических удобрений. По всей вероятности внесение компоста, приготовленного на основе птичьего (куриного) помета способствует образованию агрономически ценных частиц почвы благодаря клеящему эффекту органического вещества.

Таблица 16

Коэффициент структурности (ед.) на опытном поле
сентябрь 2020 года

Удобрения	Обработка почвы	Культура		
		Кукуруза	Соя	Пшеница
Контроль	мелкая	3,9	2,5	3,9
	глубокая	4,2	2,8	3,9
БГК-ВН полн. доза	мелкая	4,6	3,5	5,5
	глубокая	5,0	3,9	5,6
Компост	мелкая	6,8	5,5	7,0
	глубокая	6,6	5,9	7,2
Свиностоки	мелкая	3,3	3,0	3,9
	глубокая	3,6	3,2	3,8
БГК-ВН 2 т/га осень	мелкая	3,6	3,5	4,0
	глубокая	3,8	3,6	4,1
БГК-ВН 4 т/га осень	мелкая	4,2	3,4	4,4
	глубокая	4,6	3,8	4,2
БГК-ВН 6 т/га осень	мелкая	4,9	3,6	5,0
	глубокая	5,1	4,0	4,9
БГК-ВН 2 т/га весна	мелкая	3,9	2,9	4,0
	глубокая	4,3	3,3	3,8
БГК-ВН 4 т/га весна	мелкая	4,0	3,0	4,4
	глубокая	4,4	3,5	4,3
БГК-ВН 6 т/га весна	мелкая	4,5	4,5	5,6
	глубокая	4,7	4,6	5,8
$НСР_{05}$		0,2	0,3	0,3

По результатом проведения исследований по выявлению влияния факторов биологизации земледелия на изменение агрофизических свойств

черноземных почв, можем сделать вывод о несомненной положительной роли органических удобрений, в том числе сидеральных, энергосберегающих и, особенно, нулевых технологий обработки почвы на процессы разуплотнения почвы, повышения ее структурности, что влечёт за собой улучшение водного, воздушного, пищевого режимов почвы, активизации почвенной микрофлоры и в конечном итоге стабилизации сельскохозяйственного производства и экологической обстановки в агроландшафтах.

ГЛАВА 4 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЫ ПРИ БИОЛОГИЧЕСКИХ АГРОТЕХНОЛОГИЯХ

4.1. Исследование влияния биологических приемов на изменение гидролитической кислотности почвы

Гидролитическая кислотность, как показатель количества ионов водорода в почвенно-поглощающем комплексе, может служить критерием эффективности применяемых агроприемов по отношению к кислотно-основным свойствам почвы.

В наших исследованиях отбор почвенных образцов на определение гидролитической кислотности осуществлялся в середине вегетации сельскохозяйственных культур в первой- второй декаде июня в критический период по усвоению питательных веществ из почвы и закладки основ будущего урожая.

В опыте по изучению типичного для региона органического удобрения, птичьего помета, показатели гидролитической кислотности почвы резко различались в зависимости от уровня удобренности и возделываемой культуры.

Так, минимальные показатели насыщения почвенно-поглощающего комплекса ионами водорода зафиксированы при органической системе удобрения. Совместное внесение органических и минеральных удобрений показало возрастание этого показателя, хотя и не до критических величин при чисто минеральной системы удобрения (табл. 17).

Самая высокая кислотность почвы в ряду сельскохозяйственных культур зафиксирована на посевах кукурузы на зерно. В этом случае даже на удобренных птичьим пометом делянках показатели Нг составили 2,4 мг-экв/100 г почвы. На посевах сои и озимой пшеницы данные величины зафиксированы на уровне 1,8 и 2,0 соответственно. Органо-минеральная

система удобрения показала результат 2,7-3,4, причем абсолютные величины возрастали с увеличением дозы удобрения.

Таблица 17

Гидролитическая кислотность почвы (мг-экв/100 г) на посевах культур ЗАО «Белгородская зерновая компания» Белгородское отделение 2011-2013 гг.

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Нг. мг-экв/100 г		
		Соя	Пшеница	Кукуруза
0	0	1,9	2,2	2,5
	0,5 дозы	3,1	3,3	3,6
	1 доза	3,8	3,8	4,2
14 т/га	0	1,8	2,0	2,4
	0,5 дозы	2,7	2,8	3,3
	1 доза	3,0	3,1	3,4
$НСР_{05}$		0,4		

Технологии возделывания зерновых культур по системе no-till в целом способствовала увеличению показателей гидролитической кислотности по сравнению с поверхностной обработкой почв. Тенденция эта четко прослеживается при анализе результатов опыта в Прохоровском отделении.

Минеральные удобрения, внесенные поверхностно, создают избыточную концентрацию химических веществ в верхнем слое почвы. Учитывая, что вносимые удобрения являются физиологически кислыми и при усвоении растениями питательных веществ в этом слое наблюдается избыточное количество ионов водорода, как результат химических реакций разложения удобрений.

Посев сидеральных культур не способен в полной мере компенсировать данную негативную тенденцию, однако, положительное значение данного фактора по раскислению почвы имеет место быть.

На фоне сидератов на посевах кукурузы на зерно величина гидролитической кислотности составила 2,8, тогда как на безсидератных вариантах- 3,6 (табл. 18).

Таблица 18

Гидролитическая кислотность почвы (мг-экв/100 г) на посевах культур ЗАО «Белгородская зерновая компания» Прохоровское отделение 2011-2013 гг.

Органические удобрения	Минеральные удобрения	Нг, мг-экв/100 г		
		Соя	Пшеница	Кукуруза
0	0	2,5	2,4	3,6
	0,5 дозы	3,5	3,5	4,1
	1 доза	4,4	4,3	4,7
сидерат	0	2,1	2,2	2,8
	0,5 дозы	2,8	2,7	3,5
	1 доза	2,9	2,7	4,0
$НСР_{05}$		0,4		

Среди ассортимента органических удобрений по отношению к изменению кислотности почвы можно выделить умеренно отрицательную роль жидких свиноводческих стоков и явно положительную роль компоста на основе птичьего помета.

Как показали результаты исследований на посевах кукурузы на зерно на вариантах без применения удобрений величина гидролитической кислотности чернозема составила 1,8-2,0 мг-экв/100 г почвы. Минеральные удобрения снизили данный показатель на 0,6-1,1, а свиноноводческие стоки в дозах, рассчитанных на планируемый урожай,- на 0,4-0,6 мг-экв/100 г почвы.

Органический компост, напротив, способствовал сокращению количества водорода в ППК до величин 1,7-1,9 мг-экв/100 г почвы.

Комбинации и сочетания органических удобрений по дозам и срокам внесения в целом отвечают закономерностям и тенденциям, перечисленным выше (табл. 19).

Глубокая отвальная обработка почвы более благоприятна по сравнению с поверхностной по отношению к снижению гидролитической кислотности почвы.

Таблица 19

Гидролитическая кислотность чернозема типичного в зависимости от уровня удобренности и обработки почвы, 2016-2018 гг.

Удобрение	1*	2	3	4	5	6	7	8	9
Поверхностный	2,0	2,6	2,6	2,7	1,9	2,6	2,5	2,0	2,4
Вспашка	1,8	2,9	2,2	2,6	1,7	2,7	2,3	1,6	2,1
$НСР_{05}$	0,3								

* Варианты опыта:

1. Контроль без применения удобрений

2. Минеральные удобрения на планируемый урожай 120 кг/га д.в. (по азоту)

3. Свиноводческие стоки на планируемый урожай

4. Свиноводческие стоки на планируемый урожай (осенью 0,5 дозы+весной до посева 0,5 дозы)

5. Куриный помет на планируемый урожай

6. Минеральные удобрения ½ дозы на планируемый урожай

7. Свиноводческие стоки ½ дозы на планируемый урожай

8. Куриный помет ½ дозы на планируемый урожай

9. Свиноводческие стоки+куриный помет по ½ дозы

Гранулированные органические удобрения, обладая пролонгированным действием, способствуют значительному раскислению чернозема до благоприятных величин гидролитической кислотности.

Установлено, что при величинах Нг на контрольных вариантах без внесения удобрений 2,0-2,6 мг-экв/100 г почвы, гранулированное

органическое удобрение БГК-ВН снижает данный показатель до 1,6-1,8 мг-экв/100 г почвы, что соотносится в аналогичными данными при применении компоста на основе птичьего помета (табл. 20).

Таблица 20

Гидролитическая кислотность почвы (мг-экв/100 г почвы) в зависимости от органических удобрений и обработки почвы, 2018-2020 гг.

Удобрения	Обработка почвы	Культура		
		Кукуруза	Соя	Пшеница
Контроль	мелкая	2,6	2,2	2,2
	глубокая	2,3	2,0	2,0
БГК-ВН полн. доза	мелкая	1,8	1,6	1,7
	глубокая	1,6	1,5	1,9
Компост	мелкая	1,8	1,7	1,9
	глубокая	1,6	1,8	2,0
Свиностоки	мелкая	2,9	2,9	3,0
	глубокая	2,8	2,7	3,1
БГК-ВН 2 т/га осень	мелкая	2,4	2,1	2,6
	глубокая	2,5	2,4	2,5
БГК-ВН 4 т/га осень	мелкая	2,4	2,2	2,6
	глубокая	2,5	2,5	2,7
БГК-ВН 6 т/га осень	мелкая	2,0	2,1	1,9
	глубокая	1,9	2,3	2,2
БГК-ВН 2 т/га весна	мелкая	2,3	2,0	2,2
	глубокая	1,9	2,0	2,3
БГК-ВН 4 т/га весна	мелкая	2,3	2,2	2,2
	глубокая	2,5	2,1	2,4
БГК-ВН 6 т/га весна	мелкая	1,9	1,8	1,7
	глубокая	2,0	1,7	1,7
$НСР_{05}$		0,2	0,2	0,3

Следует заметить, что на данном опыте различия между способами обработки почвы нивелируются.

4.2. Изучение зависимости обменной кислотности почвы от факторов биологизации агротехнологий возделывания зерновых культур

Анализ изменения кислотно-щелочного баланса почвы при возделывании сельскохозяйственных культур был бы неполным без всестороннего изучения показателей обменной кислотности или показателя pH солевой вытяжки. Данный показатель дает представление о процессах обмена катионами в почвенно-поглощающем комплексе и напрямую связан с наличием в коллоидной части почвы ионов, определяющих общую кислотность почвы- водорода и алюминия.

Нашими исследованиями установлено, что при возделывании зерновых культур в условиях юго-западной части Центрально-Черноземной зоны России показатель pH чернозема зависит от использовании в агротехнологиях различных видов и форм удобрений.

На вариантах контроля без применения удобрений, обменная кислотность почвы зафиксирована на уровне 6,5-6,8, т.е. реакция среды была близка к нейтральной.

Лимитирующим фактором для снижения уровня обменной кислотности на посевах зерновых культур стало применение минеральных удобрений. Даже в половинных дозах они способствовали подкислению почвы до уровня 5,2-5,6 единиц, а полная доза спровоцировала дальнейшее снижение этого показателя до 5,0-5,5, что уже является неблагоприятным показателем для полноценного роста и развития большинства зерновых культур.

Органические удобрения при самостоятельном использовании при возделывании сои, озимой пшеницы и кукурузы на зерно способствовали стабилизации показателей обменной кислотности. Величины pH колебались в пределах 6,3-6,9.

Минеральные удобрения даже на фоне внесения органики продолжали подкислять почву. Снижение уровня кислотности по сравнению с чисто органической системой удобрения составило 0,5-1,8 ед в зависимости от культуры (табл. 21)

Таблица 21

Обменная кислотность почвы (ед.) на посевах культур

ЗАО «Белгородская зерновая компания» Белгородское отделение

2011-2013 гг.

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Уровень pH, ед		
		Соя	Пшеница	Кукуруза
0	0	6,8	6,5	6,7
	0,5 дозы	5,4	5,2	5,6
	1 доза	5,5	5,0	5,2
14 т/га	0	6,9	6,5	6,3
	0,5 дозы	5,6	6,0	5,8
	1 доза	5,1	5,4	5,9
$НСР_{05}$		0,3		

Заслуживают внимания научные данные по изменению уровня обменной кислотности, полученные в полевом опыте по изучению сидеральных культур.

На вариантах с чисто минеральной системой удобрения получены аналогичные результаты по тенденции снижения обменной кислотности почвы о применения промышленных туков. Сидеральные же культуры, при полноценном своем развитии, оказывали мощное воздействие на кислотно-основные свойства пахотного горизонта почвы.

На посевах кукурузы на зерно и, в меньшей степени, сои зафиксировано достоверное снижение уровня обменной кислотности до показателей 6,9-7,2 ед при абсолютном контроле на идентичных вариантах- 6,6-6,7 единиц.

Сидеральные культуры также несколько сглаживали негативное действие минеральных удобрений на уровень обменной кислотности, хотя на вариантах с полной дозой минеральных удобрений на фоне сидератов почва оставалась в градации слабокислой (табл. 22).

Таблица 22

Обменная кислотность почвы (ед.) на посевах культур
ЗАО «Белгородская зерновая компания» Прохоровское отделение
2011-2013 гг.

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Уровень pH, ед		
		Соя	Пшеница	Кукуруза
0	0	6,7	6,7	6,7
	0,5 дозы	6,4	6,2	6,0
	1 доза	6,0	5,9	5,7
14 т/га	0	6,9	6,6	7,2
	0,5 дозы	6,8	6,3	6,6
	1 доза	6,5	5,8	6,6
$НСР_{05}$		0,4		

Полевой эксперимент по выявлению эффективности различных видов, доз и сроков внесения органических удобрений закладывался нами на землях агропромышленного холдинга «БЭЗРК-Белгранкорм», являющихся старопахотными. После передачи в аренду холдингу данного участка началась его активная эксплуатации, выразившаяся в применении повышенных доз минеральных удобрений, всего комплекса обработки почвы и севооборотов интенсивного типа. Все это способствовало формированию стойкой слабокислой реакции пахотного слоя почвы. На вариантах без применения удобрений показатели pH составили 6,2-6,4 на посевах кукурузы на зерно.

Следует отметить положительную роль жидких свиноводческих стоков на показатели pH почвы. Как при самостоятельном применении, так и в

комплексе с другими видами органики они способствовали стабилизации уровня обменной кислотности почвы. Величины pH на данных вариантах составили 6,7-6,9 ед (табл. 23).

Произошло это, на наш взгляд, ввиду более активных микробиологических процессах при достаточной уровне увлажнения жидкой фракцией свиноводческих стоков. Переработка микроорганизмами органики пожнивно-корневых остатков и нетоварной части урожая (измельченной соломы озимой пшеницы) позволило быстро минерализовать данный субстрат. Питательные вещества включились в формирование урожая кукурузы, а высвободившиеся катионы кальция, магния и других элементов включились в обменные процессы коллоидной части почвы.

Таблица 23

Обменная кислотность чернозема типичного в зависимости от уровня удобренности и обработки почвы, 2016-2018 гг.

Удобрение	1*	2	3	4	5	6	7	8	9
Поверхностный	6,4	5,2	6,7	6,8	7,1	6,0	6,7	6,7	6,9
Вспашка	6,2	5,4	6,9	6,8	7,0	5,8	6,7	6,8	6,8
$НСР_{05}$	0,2								

*- варианты опыта табл. 19, стр. 91.

По результатам анализа экспериментальных данных можно сделать вывод о практически равнозначной роли способа основной обработки почвы на показатели обменной кислотности. Тенденции изменения показателя pH на отдельных вариантах не подтверждаются результатами дисперсионного анализа по установлению наименьшей существенной разницы.

Гранулированные органические удобрения благодаря наличию в своем составе активных быстроразлагающихся питательных веществ значительно усилили все биохимические процессы, происходящие в почве. Данное обстоятельство явилось причиной стабилизации показателя обменной кислотности на вариантах с использованием гранул БГК-ВН вне зависимости от дозы и срока внесения (табл. 24).

Таблица 24

Обменная кислотность почвы (ед.) в зависимости от органических удобрений и обработки почвы

2018-2020 гг.

Удобрения	обработка	кукуруза	соя	пшеница
Контроль	мелкая	6,1	6,1	5,7
	глубокая	5,6	5,9	5,5
БГК-ВН полн. доза	мелкая	6,5	6,0	5,8
	глубокая	6,3	6,0	5,4
Компост	мелкая	6,8	6,3	6,6
	глубокая	7,0	6,4	6,3
Свиностоки	мелкая	6,7	6,6	5,7
	глубокая	6,8	6,9	5,6
БГК-ВН 2 т/га осень	мелкая	6,5	5,9	6,7
	глубокая	6,6	6,1	6,9
БГК-ВН 4 т/га осень	мелкая	6,5	6,4	6,7
	глубокая	6,3	6,4	6,8
БГК-ВН 6 т/га осень	мелкая	6,5	6,8	7,1
	глубокая	6,2	6,4	6,9
БГК-ВН 2 т/га весна	мелкая	6,8	6,2	6,5
	глубокая	6,4	6,0	6,3
БГК-ВН 4 т/га весна	мелкая	6,6	6,7	6,4
	глубокая	6,2	6,6	6,8
БГК-ВН 6 т/га весна	мелкая	7,1	6,7	6,9
	глубокая	6,6	6,5	6,9
$НСР_{05}$		0,3	0,2	0,3

Так, если в посевах кукурузы на зерно при отсутствии в технологии возделывания удобрений показатель pH составлял 5,6-6,1, то гранулированные органические удобрения по результатам трехлетних наблюдений повысили данную величину до значений 6,4-6,8 при внесении 2 т/га и до 6,5-7,1 при максимальной дозе при больших величинах при весеннем внесении (табл. 24).

Глубокая отвальная обработка почвы показала меньшую эффективность в деле стабилизации почвенной кислотности по сравнению с поверхностным способом заделки удобрений. Максимальные уровни pH отмечены именно при мелкой обработке почвы.

На посевах сои и озимой пшеницы данные тенденции в целом сохраняются при практически равнозначных значениях при глубокой отвальной обработки и поверхностной мелкой.

На посевах сои величины pH на вариантах с гранулированным удобрением составили 6,3-6,8 ед, что по градации показатель близкий к нейтральной реакции.

Озимая пшеница имела на своих вариантах несколько меньшие показатели обменной кислотности в абсолютных значениях. Обращает на себя внимание факт отсутствия эффективности на вариантах удобрения пшеницы свиноводческими стоками. Внесенные осенью жидкие стоки были полностью переработаны почвой к моменту отбора почвенных проб. Максимальное потребление органического вещества и активность микрофлоры пришлось на весенний период и летом в почве преобладали процессы подкисления.

4.3. Изменение суммы поглощенных оснований в почвенном комплексе В зависимости от органических удобрений и обработки

Программой исследований на полевом опыте по изучению влияния инновационных органических удобрений было предусмотрено исследование показателя суммы поглощенных оснований в почве в зависимости от изучаемых факторов по истечении ротации экспериментальных севооборотов.

Анализ полученных данных свидетельствует о высоком исходном насыщении основаниями почвенно-поглощающего комплекса чернозема (табл. 25).

Таблица 25

Динамика показателя суммы поглощенных оснований за ротацию зернового севооборота

браработка почвы	Удобрения	Слой почвы, см	S, мг-экв/100 г		
			10. 2017.	09. 2020.	Разница
мелкая	Контроль	0-20	39,0	38,4	-0,6
		20-40	37,7	39,0	+1,3
	БГК-ВН полн. доза	0-20	38,6	41,5	+2,9
		20-40	36,9	44,0	+7,1
	Компост	0-20	38,4	42,3	+3,7
		20-40	36,2	39,9	+3,7
	Свиностоки	0-20	38,8	39,8	+1,0
		20-40	37,4	38,7	+1,3
	БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	39,6	40,7	+1,1
		20-40	38,9	43,0	+4,1
	БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	39,9	43,4	+3,4
		20-40	38,6	43,7	+5,1
	БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	39,0	44,1	+5,1
		20-40	37,9	43,9	+6,0
	БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	38,7	40,1	+1,4
		20-40	38,0	41,2	+3,2
	БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	39,4	42,6	+3,6
		20-40	38,1	41,4	+3,3
	БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	39,0	43,5	+4,5
		20-40	37,5	44,1	+6,6
$НСР_{05}$		3,3			

Исходные показатели суммы поглощенных оснований составила 38,4-39,9 в верхнем слое и 36,2-38,9 мг-экв/100 г почвы в нижнем.

Почва опытного участка- чернозем типичный тяжелого суглинистого механического состава, отличающегося генетически большой емкостью поглощения катионов почвенно-поглощающим комплексом.

По истечении полной ротации трехпольного зернового севооборота можно сделать вывод о положительной роли систематического применения органических удобрений на показатель суммы поглощенных оснований при поверхностном способе обработки почвы. Однако, характер действия различных видов удобрений и сроков их применения был различным.

Так, наряду с высокой эффективностью органического компоста на основе птичьего помета и высоких доз гранулированных удобрений, мы можем констатировать практически нейтральное влияние на сумму поглощенных оснований свиноводческих стоков и невысоких доз гранулированных удобрений.

Наибольшее положительное влияние на увеличение суммы поглощенных оснований оказали гранулированные органические удобрения в высоких дозах, особенно в подпахотном горизонте почвы. В этом случае увеличение данного показателя составило 5,1-7,1 мг-экв/100 г почвы.

В целом в слое почвы 20-40 см происходит аккумуляция поглощенных катионов, несмотря на то, что этот слой не является местом локального внесения удобрений при поверхностной обработки почвы. Данный факт может быть вызван трансформацией питательных веществ удобрений посредством корневой системы, ее активное разложение в этом слое и высвобождение ввиду этого активных катионов. Следует отметить, что имеющаяся изначально некоторая дифференциация различных слоев почвы по величине суммы поглощенных оснований по прошествии трехлетней ротации почти полностью нивелировалась. Анализ данных по глубокой отвальной обработке почвы выявляет аналогичные закономерности.

ГЛАВА 5 БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ В АГРОТЕХНОЛОГИЯХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

5.1. Активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов в зависимости от элементов биологизации

В биологическим земледелии, при условии максимального вовлечения в малый биологический круговорот пожнивно-корневых остатков, нетоварной части урожая и органических удобрений, особенно важно сохранить высокую биологическую активность почвы. Микробное разложение органической массы- непременное условие высокоэффективного хозяйствования, получения стабильных устойчивых урожаев и расширенного воспроизводства плодородия почвы.

Наиболее активными представителями почвенного микробного сообщества являются целлюлозоразлагающие микроорганизмы, использующие для своего метаболизма, главным образом высокоуглеродистые соединения, клетчатку органической массы.

По результатам анализа данных по разложению льняного плотна с 30-дневной экспликацией на опыте по изучению птичьего помета как органического удобрения, можно сделать вывод о негативной роли минеральных удобрений.

Так, на контроле без применения удобрений степень разложения льняной ткани за месяц составила 27,2-29,4 % в зависимости культуры и глубины.

На удобренных промышленными туками вариантах данный показатель снижался до уровня 18,0-23,9 %, причем микробиологическая активность сокращалась с ростом количества внесенных удобрений.

Органические удобрения в виде птичьего помета способствовали устранению этого негативного факта, показав процент разложения ткани 35,1-

38,8. На фоне минеральных удобрений активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов сокращается до 30,4-33,6 % (табл. 26).

С увеличением глубины почвы микробиологическая активность закономерно сокращается по всем изучаемым вариантам опыта.

Таблица 26

Биологическая активность почвы (% разложения льняного полотна)

ЗАО «Белгородская зерновая компания» Белгородское отделение

2011-2013 гг.

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Горизонт см	Плотность почвы (г/см^3)		
			Соя	Пшеница	Кукуруза
0	0	0-20	28,6	29,1	29,4
		20-40	27,6	27,2	25,1
	0,5 дозы	0-20	23,0	22,6	23,9
		20-40	21,3	22,0	21,9
	1 доза	0-20	20,5	21,3	21,9
		20-40	19,4	20,0	18,0
14 т/га	0	0-20	36,6	37,9	38,8
		20-40	35,2	35,1	35,8
	0,5 дозы	0-20	32,6	33,0	33,6
		20-40	31,1	32,7	33,0
	1 доза	0-20	31,4	32,1	33,2
		20-40	30,6	30,4	32,2
$НСР_{05}$		0-20	0,7		
		20-40	0,6		

Нулевая технология возделывания сельскохозяйственных культур способствовала заметной активности почвенных микроорганизмов в верхнем слое почвы. Общая целлюлозоразлагающая активность бактерий превышала уровень, достигнутый при поверхностном способе основной обработки почвы

на 3-4 %. Данный факт имеет место только в верхнем 20-сантиметровом слое почвы. В нижележащем слое почвы активность почвенной биоты заметно снижается (табл. 27).

Таблица 27

Активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов (%)

ЗАО «Белгородская зерновая компания» Прохоровское отделение

2011-2013 гг.

Органические удобрения	Минеральные удобрения	Горизонт см	Плотность почвы (г/см^3)		
			Соя	Пшеница	кукуруза
0	0	0-20	35,4	34,8	37,5
		20-40	27,1	26,2	25,9
	0,5 дозы	0-20	34,0	32,6	35,5
		20-40	24,4	22,6	23,7
	1 доза	0-20	31,5	32,9	34,0
		20-40	25,0	22,4	23,0
сидерат	0	0-20	40,4	39,8	41,3
		20-40	32,2	35,4	31,9
	0,5 дозы	0-20	37,6	38,0	39,6
		20-40	31,7	32,4	33,0
	1 доза	0-20	34,4	32,7	33,0
		20-40	30,1	31,4	32,6
$НСР_{05}$		0-20	0,9		
		20-40	0,8		

Минеральные удобрения, даже в дозах, рассчитанных на планируемый урожай сельскохозяйственных культур, сократили активность почвенных микроорганизмов незначительно, до уровня 31,5-35,5 % в верхнем слое почвы. Слой почвы 20-40 см не имел явной дифференциации по биологической активности ввиду отсутствия в данном слое локации внесения удобрений.

Однако, при использовании сидератов, в этом слое почвы можно зафиксировать увеличение активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Объяснение данному факту следует искать наличии в этом слое массы отмерших корней сидеральной культуры, как свежего органического вещества для питания почвенных микроорганизмов.

Основной целью опыта, заложенного в Ракитянском районе, является определение эффективности местных органических удобрений, и мы сочли необходимым включить в программу эксперимента изучение биологической активности почвы, как важного показателя, способного показать, насколько почва способна переработать питательные вещества внесенной органики и перевести их в доступную для растений форму, что является, в конечном итоге, основным предназначением любого удобрения.

По существующей методике мы осуществили закладку льняного полотна номинального веса на всех делянках опыта в двух горизонтах почвы с месячной экспликацией на посевах кукурузы на зерно. По интенсивности разложения тканевого образца определяли биологическую активность почвы в % разложения.

Черноземы типичные, представленные на большинстве полей юго-западной части Центрально-Черноземного региона России, имеют высокую потенциальную биологическую активность ввиду богатого набора почвенной биоты. Этот постулат нашел подтверждение в нашем эксперименте, где даже на вариантах с дозой внесения удобрений, равной нулю, степень разложения льняного полотна достигла значения 14,5-16,2 % с большими величинами по мелкой обработке почвы.

Минеральная система удобрений, рассматриваемая нами как объект сравнения с основными факторами опыта, органическими удобрениями, не показала существенных отличий от безудобренных вариантов поскольку, не имея в своем составе органической составляющей, минеральные туки не способны предоставить почвенной биоте материал для питания и переработки. На этих делянках показатель биоактивности почвы составил 14,3-15,9 %.

Таблица 28

Биологическая активность чернозема типичного в зависимости от уровня удобренности и обработки почвы

(% разложения льняного полотна), 2016-2018 гг.

Удобрение		1*	2	3	4	5	6	7	8	9
Пов.	0-20	14,0	12,3	16,2	17,2	22,0	14,0	17,4	22,8	28,0
	20-40	15,1	13,6	14,1	15,3	17,3	12,6	16,0	17,7	16,9
Всп.	0-20	12,3	14,6	15,5	18,2	24,6	15,2	16,9	23,2	24,4
	20-40	11,8	15,7	15,9	19,3	25,8	15,6	16,8	25,1	26,9
$НСР_{05}$		3,4								

*- варианты опыта табл. 19, стр. 91.

Свиноводческие стоки, представляющие собой почти полностью жидкую фракцию, изменили биологическую активность почвы в сторону увеличения на незначительную величину около 3-3,5 %. В этом случае можно предположить, что дополнительное питание почвенные бактерии брали из азотистых составляющих удобрения, что снижало удобрительную ценность свиностоков. Наиболее продуктивен с позиции биологической активности почвы оказался компост на основе птичьего помёта, особенно в сочетании со свиноводческими стоками в половинных дозах применения. На данных делянках процент разложения льняного полотна составил в слое почвы 0-20 см величину 22-28 (табл. 27). Обращает на себя внимание тенденция зависимости уровня биологической активности от глубины внесения удобрения. Так, при мелкой обработке зафиксирован более высокий уровень в верхнем слое почвы, а по глубокой отвальной вспашке эта величина практически равнозначна для всех исследуемых слоев.

При изучении эффективности инновационных гранулированных органических удобрений обращает на себя внимание факт высокой биологической активности при весеннем сроке внесения (табл. 29).

Таблица 29

Биологическая активность почвы в зависимости от использования органических удобрений

2018-2020 гг.

Обработка почвы	Удобрения	Слой почвы, см	Разложение льняного полотна, %		
			Соя	Озимая пшеница	Кукуруза на зерно
мелкая	Контроль	0-20	25,2	23,6	25,4
		20-40	20,5	21,9	22,1
	БГК-ВН полн. доза	0-20	28,6	29,4	30,2
		20-40	20,4	22,3	21,9
	Компост	0-20	28,6	29,6	29,4
		20-40	23,4	20,1	19,8
	Свиностоки	0-20	22,6	23,1	23,5
		20-40	19,9	20,8	19,7
	БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	28,3	28,8	29,6
		20-40	20,4	21,3	22,9
	БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	28,9	29,3	28,5
		20-40	22,5	21,6	20,4
	БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	30,0	29,7	30,4
		20-40	21,5	23,0	22,8
	БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	33,5	36,4	35,7
		20-40	24,0	23,8	21,7
	БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	36,6	38,0	39,1
		20-40	23,4	24,0	23,0
	БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	40,9	45,6	44,2
		20-40	22,8	22,9	24,7
$НСР_{05}$		4,2			

По видимому, органические гранулы, внесенные осенью, были быстро переработаны почвенной биотой в течении весеннего периода и к моменту закладки льняного полотна (июнь- начало июля) удобрение представляло собой минерализованные питательные вещества и связанные коллоидной частью почвы углеродистые соединения.

Весеннее же внесение, благодаря накопленной в почве влаге, сохранило органическую часть удобрения, служащую источником питания для целлюлозоразлагающих бактерий.

Процент разложения льняного полотна на варианте без применения удобрений в среднем за три года исследований составил 22,1-25,4, а при использовании свиноводческих стоков даже несколько снизился- до 19,7-23,5 % в зависимости от культуры севооборота и способа основной обработки почвы. Компост на основе птичьего помета способствовал повышению активности микроорганизмов до 28,3-29,6 %, что находилось на уровне осеннего внесения гранулированных органических удобрений в дозах 2-4 т/га. Дальнейшее увеличение дозы БГК-ВН до 6 т/га спровоцировало некоторый рост активности почвенных бактерий до 30,4 % разложения льняной ткани.

При весеннем предпосевном для сои и кукурузы на зерно и по вегетации для озимой пшеницы послужило причиной роста биологической активности почвы до 33,4-45,6 % в прямой зависимости от дозы внесения (табл. 30).

Способы обработки почвы различались активностью целлюлозоразлагающих микроорганизмов по слоям почвы. Если при поверхностной заделке удобрений почвенная микробиота проявляла большую активность в верхнем слое почвы, то при глубокой пахоте различия в этом показателе по глубине нивелировались.

В целом общая активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов в своем абсолютном выражении в значительной степени зависит от достаточного количества влаги в почве. Если в период наблюдений почва была обеднена влагой (2016,2017 гг), то величина биологической активности

будет значительно ниже, по сравнению с оптимальными по влагообеспеченности периодами.

Таблица 30

Биологическая активность почвы в зависимости от использования органических удобрений, 2018-2020 гг.

Обработка почвы	Удобрения	Слой почвы, см	Разложение льняного полотна, %		
			Соя	Озимая пшеница	Кукуруза на зерно
глубокая	Контроль	0-20	26,2	25,1	23,7
		20-40	25,5	24,9	23,1
	БГК-ВН полн. доза	0-20	30,1	29,7	30,4
		20-40	27,7	28,7	29,3
	Компост	0-20	29,1	27,9	29,2
		20-40	27,4	26,1	27,8
	Свиностоки	0-20	25,6	24,1	23,5
		20-40	25,9	25,4	22,6
	БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	27,6	26,4	29,8
		20-40	24,4	24,9	25,3
	БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	27,9	28,8	26,3
		20-40	25,5	26,0	24,4
	БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	28,0	27,9	29,9
		20-40	25,5	27,0	28,5
	БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	32,5	32,8	38,4
		20-40	28,0	30,1	29,8
	БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	34,3	33,0	39,1
		20-40	28,6	29,2	28,0
	БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	38,9	39,6	40,0
		20-40	30,8	38,6	35,9
$НСР_{05}$		4,9			

5.2. Количественный и качественный состав микробной массы почвы в зависимости от органических удобрений в агротехнологиях

Общую численность микроорганизмов определяли в опыте по изучению различных видов органических удобрений методом прямого микроскопирования с последующим пересчетом по известной формуле.

Черноземы Центрально-Черноземной зоны России по своим генетическим особенностям богаты почвенными микроорганизмами. Хорошие физические свойства, благоприятные условия аэрации, достаточное количество органического вещества дают возможность развиваться многочисленным колониям микробов.

Так, на вариантах без внесения удобрений количество микроорганизмов в верхнем слое почвы составило 220-550 млн шт/ 1 г почвы (табл. 31). Необходимо отметить заметное уменьшение количества микроорганизмов в нижнем слое почвы при поверхностной обработке почвы. Если на контрольном варианте в этом случае сокращение численности микробов составило почти в десять раз, то при глубокой отвальной обработке данная величина уменьшилась незначительно. Объяснение данному факту следует искать, по нашему мнению, в лучших условиях доступа кислорода в нижележащие слои при глубокой обработке. Большая часть микробного сообщества составляют, по-видимому, факультативные аэробы, осуществляющие свой метаболизм при наличии достаточной обеспеченности воздухом.

Минеральные удобрения, как в полной, так и в половинной дозах внесения оказали умеренно негативное воздействие на жизнедеятельность почвенной биоты.

Свиноводческие стоки, как жидкое органическое удобрение, способствовали дальнейшему росту микробиологической активности почвы. Особенно данная закономерность имела место при переносе части дозы в весеннее внесение. В этом варианте сыграл, вероятно, роль факт насыщения

свиностоков собственной активной микробиотой, которая в новых условиях продолжала активно развиваться.

Таблица 31

Общая численность микроорганизмов в почве в зависимости от уровня удобренности и обработки почвы
(экз/1 г почвы), 2016-2018 гг.

Удобрения	Слой почвы, см	Обработка почвы	
		Поверхностная	Отвальная
Контроль	0-20	$5,5*10^8$	$2,2*10^8$
	20-40	$4,8*10^7$	$1,6*10^8$
Минеральные удобрения	0-20	$3,4*10^8$	$1,1*10^8$
	20-40	$1,4*10^7$	$6,0*10^7$
Свиноводческие стоки	0-20	$3,7*10^9$	$7,7*10^8$
	20-40	$2,2*10^8$	$1,5*10^8$
Свиноводческие стоки ½ осенью+ ½ весной	0-20	$7,5*10^9$	$8,9*10^8$
	20-40	$4,5*10^8$	$3,2*10^8$
Куриный помет	0-20	$2,5*10^{10}$	$8,7*10^9$
	20-40	$4,6*10^8$	$1,7*10^9$
Минеральные удобрения ½ дозы	0-20	$3,1*10^8$	$3,3*10^8$
	20-40	$1,6*10^7$	$1,4*10^8$
Свиноводческие стоки ½ дозы	0-20	$4,9*10^8$	$3,8*10^8$
	20-40	$8,4*10^7$	$2,0*10^8$
Куриный помет ½ дозы	0-20	$9,8*10^9$	$8,2*10^8$
	20-40	$7,6*10^8$	$3,4*10^8$
Свиностоки + куриный помет по ½ дозы	0-20	$5,2*10^{10}$	$1,5*10^9$
	20-40	$6,3*10^8$	$5,2*10^8$

Наиболее активным фактором развития биологической активности почвы послужило введение в технологию возделывания кукурузы на зерно куриного помета. Являясь концентрированным органическим удобрением с

преобладанием в своем составе высокоуглеродистых соединений, являющихся лучшей пищей для многочисленных видов микроорганизмов, птичий помет практическим на два порядка увеличил количество почвенных микроорганизмов.

Лучшим вариантом стало совместное применение помета и свиностоков при поверхностной обработке. На этом варианте в верхнем слое почвы микробное сообщество насчитывало порядка пятидесяти миллиардов экземпляров в одном грамме почвы.

С целью изучения видового состава и возможной классификации почвенной микрофлоры мы провели исследования методом посева почвенной суспензии на питательные среды.

При подсчете количества колониеобразующих единиц данные почти совпадают с величинами на вариантах опыта, приведенными в таблице 31. Данный факт позволяет сделать вывод о высокой жизнеспособности почвенных микроорганизмов в условиях опыта. Почти все учтенные почвенные микробы были в фазе активного роста и размножения, интенсивно перерабатывали почвенные соединения и участвовали в процессах трансформации питательных веществ.

При классификации почвенных микроорганизмов необходимо отметить, что большинство представителей почвенной биоты относились к роду *Bacillus*, не образующих спор. На удобренных органикой вариантах в верхнем слое почвы отмечены многочисленные колонии спорообразующих азотфиксирующих бактерий рода *Clostridium.* При весеннем внесении куриного помета зафиксировано присутствии в почве гнилостных бактерий рода *Pseudomonas*, являющихся пионерами переработки органических веществ. В слое почвы до 40 см, особенно при поверхностном способе обработки, наблюдалось присутствии на питательной среде грибов рода *Aspergillus* и представителей актиномицетов *Actinamadura* и *Verticillatus*.

Поскольку все представленные микроорганизмы являются гетеротрофами, их присутствие благоприятно для почвенных процессов.

ГЛАВА 6 ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

6.1. Гумусовое состояние чернозема при возделывании зерновых культур с органической системой удобрения

С целью определения однородности опытного участка по плодородию почвы и использования в последующих исследованиях полученных данных в качестве исходных величин в сентябре 2011 года нами были отобраны и проанализированы почвенные образцы по вариантам опыта по изучению птичьего помета как органического удобрения с I-го и III-е повторений для подготовки смешанных образцов.

Консервативные показатели почвенного плодородия, не подвергающиеся существенным изменениям за короткий (3 года) период наблюдений, такие как содержание гумуса нами определятся в начале и в конце ротации севооборота с тем, чтобы установить характер динамики этих показателей в зависимости от изучаемых факторов.

Как показали данные по содержанию гумуса в пахотном (0-20см) и подпахотном (20-40 см) слоях почвы колебания величин находились в пределах 10-процентной вариабильности, что свидетельствует об относительной однородности почвенного покрова опытного участка на Белгородском отделении. В среднем по 18 определениям в пределах пахотного и столько же определений в подпахотном горизонтах почвы колебания не превышали 10% как в сторону увеличения, так и понижения определяемого показателя (таблица 32).

Средний показатель содержания гумуса в пахотном горизонте составил 5,13%, в подпахотном – 4,35%, что соответствует градации средней обеспеченности почвы органическим веществом. С глубиной запасы гумуса в почве снижаются по причине сокращения возможного поступления свежего

органического вещества за счет накопления в почве корневых растительных остатков.

Таблица 32

Содержание гумуса перед закладкой опыта (%)

ЗАО «Белгородская зерновая компания» Белгородское отделение

сентябрь 2011 года

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Горизонт см	Содержание гумуса			Среднее по трем полям
			Поле 1	Поле 2	Поле 3	
0	0	0-20	5,05	4,55	5,12	4,91
		20-40	4,49	3,96	3,79	4,08
	0,5 дозы	0-20	5,05	5,14	5,04	5,08
		20-40	4,24	4,75	4,32	4,44
	1 доза	0-20	4,78	5,13	5,10	5,00
		20-40	4,27	4,23	3,96	4,15
1 доза	0	0-20	4,96	4,94	5,30	5,07
		20-40	5,51	4,08	4,09	4,56
	0,5 дозы	0-20	5,12	5,04	5,47	5,21
		20-40	4,46	4,72	3,97	4,38
	1 доза	0-20	5,60	5,38	5,57	5,52
		20-40	4,51	4,70	4,26	4,49
СРЕДНЕЕ		0-20	5,09	5,03	5,27	5,13
		20-40	4,58	4,41	4,06	4,35
$НСР_{05}$			0,28	0,24	0,29	
$НСР_{05}$			0,19	0,20	0,17	

Так, по истечении полной ротации трехпольного зернового севооборота содержание гумуса на контроле без применения удобрений и с чисто минеральной системой снизилось на величины от 0,11 до 0,14 абсолютных

процента. Данное снижение зафиксировано как в верхнем слое почвы, так и в нижележащем на примерно одинаковые показатели.

Наличие же в технологии возделывания органических удобрений способствовало некоторой стабилизации гумусового состояния. В данном случае отмечено незначительное увеличение на 0,06-0,15 %. Факт присутствия органики положительно сказывается на гумусовый баланс в почве независимо от минеральных удобрений. Объяснение данному факту заключается в связывании органического вещества птичьего помета и после трансформации микробным сообществом черноземов, вовлечении его в почвенные процессы с постепенной гумификацией (табл. 33).

Таблица 33

Изменение содержания гумуса в почве за 3 года на опытном поле ЗАО «Белгородская зерновая компания» Белгородское отделение сентябрь 2014 года

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Горизонт см	Изменение, +,- Гумус, %
0	0	0-20	-0,14
		20-40	-0,16
	0,5 дозы	0-20	-0,12
		20-40	-0,12
	1 доза	0-20	-0,11
		20-40	-0,13
14 т/га	0	0-20	+0,06
		20-40	+0,14
	0,5 дозы	0-20	+0,09
		20-40	+0,10
	1 доза	0-20	+0,14
		20-40	+0,15

В условиях Прохоровского района Белгородской области на опытах по изучению эффективности зеленого удобрения начальные показатели содержания в почве органического вещества были выше по сравнению с Белгородским отделением. Почвы Прохоровского района относятся к наиболее плодородным в регионе и представлены в основном черноземами типичными мощными с глубоким гумусовым горизонтом.

На всех вариантах опыта даже в слое 20-40 см содержание гумуса было на уровне 5,1-5,4 %, а в верхнем горизонте доходило до 7 % (табл. 34).

Таблица 34

Изменение содержания гумуса в почве за 3 года на опытном поле ЗАО «Белгородская зерновая компания» Прохоровское отделение сентябрь 2014 года

Органические удобрения	Минеральные удобрения	Горизонт см	Исходное содержание, %	Изменение, +,- Гумус, %
0	0	0-20	6,5	-0,06
		20-40	5,3	-0,15
	0,5 дозы	0-20	6,4	-0,12
		20-40	5,6	-0,22
	1 доза	0-20	6,8	-0,20
		20-40	5,0	-0,33
сидерат	0	0-20	7,0	+0,08
		20-40	5,4	+0,11
	0,5 дозы	0-20	7,1	+0,06
		20-40	5,2	-0,10
	1 доза	0-20	6,9	-0,11
		20-40	5,1	0

В этой ситуации за три года исследования даже на вариантах без внесения удобрений сокращение запасов гумуса не выглядело критичным и составило 0,06-0,15 %. Минеральные удобрения, формируя достаточный урожай, способствовали дальнейшему снижению гумусированности чернозема на величину 0,12-0,33 %.

Такой фактор опыта, как посев сидеральных промежуточных культур, не привел к существенному накоплению дополнительных запасов гумуса, однако несколько ослабил негативное действие минеральных удобрений. На этих вариантах за трехлетний период наблюдений динамика изменения содержания гумуса в почве колебалась от +0,11 при условии использования одних сидератов в нижнем корнеобитаемом слое почвы до такой же отрицательной величины при внесении полной дозы минеральных удобрений на фоне зеленого удобрения.

Как показали данные по содержанию гумуса на опыте по изучению эффективности новых гранулированных органических удобрений в пахотном (0-20см) и подпахотном (20-40 см) слоях почвы колебания величин находились в пределах 10-процентной вариабильности, что свидетельствует об относительной однородности почвенного покрова опытных участков как поля № 1, так и поля № 2. В среднем по 20 определениям в пределах пахотного и столько же определений в подпахотном горизонтах почвы колебания не превышали 10% как в сторону увеличения, так и понижения определяемого показателя (таблица 35)

Отмечается незначительное изменение содержание органического вещества в почве при поверхностном способе обработки. Гумус является достаточно консервативным показателем и для того, чтобы определить закономерности его изменения необходимо провести исследования как минимум по истечении трех ротаций трехпольного севооборота.

Однако, тенденции изменения содержания органического вещества в почве опытного участка прослеживаются достаточно определенно.

Таблица 35

Содержание гумуса в почве (%) на опытном поле № 1

БЭЗРК-Белгранкорм, «семхоз Ракитянский»

Обработка почвы	Удобрения	Слой почвы, см	Содержание гумуса, %		
			Октябрь 2017	Октябрь 2020	Разница
мелкая	Контроль	0-20	5,05	5,12	+0,07
		20-40	4,49	4,44	-0,05
	БГК-ВН полн. доза	0-20	5,05	5,22	+0,17
		20-40	4,24	4,50	+0,26
	Компост	0-20	4,78	4,81	+0,03
		20-40	4,27	4,28	+0,01
	Свиностоки	0-20	4,96	4,77	-0,19
		20-40	5,51	5,24	-0,27
	БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	5,12	5,09	-0,03
		20-40	4,46	4,66	+0,20
	БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	5,60	5,61	+0,01
		20-40	4,51	4,58	+0,07
	БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	4,55	4,66	+0,11
		20-40	3,96	4,10	+0,14
	БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	5,14	5,11	-0,03
		20-40	4,75	4,80	+0,05
	БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	5,13	5,04	-0,09
		20-40	4,23	4,22	-0,01
	БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	4,94	4,99	+0,05
		20-40	4,08	4,12	+0,04
$НСР_{05}$			0,05	0,07	

По всем вариантам с органической системой удобрения гумусовое состояние чернозема стабилизируется, что создает предпосылки для расширенного воспроизводства плодородия пахотных земель.

Из характерных особенностей при анализе таблицы 35 обращает на себя внимания факт некоторого сокращения запасов органического вещества почвы при использовании в технологии возделывания кукурузы стоков свиноводческих комплексов. Обладая незначительным содержанием питательных веществ, данное удобрение почти абсолютно лишено источников пополнения органики в почве. Применение его в системе удобрения сельскохозяйственных культур в дозах, обеспечивающих получение продуктивности кукурузы на уровне 120 ц/га будет способствовать обеднению почвы органическим веществом и ухудшению его агрофизических свойств.

Весеннее внесение гранулированных органических удобрений собственного производства холдинга БГК-ВН не показало предпосылок для пополнения фонда органического вещества чернозема опытного участка, что может объясняться недостаточным временем для разложения субстрата удобрения ко времени забора проб на анализ. Косвенно данный тезис находит подтверждение в данных по осеннему внесению БГК-ВН, при котором содержание гумуса как в пахотном, так и в подпахотном слоях почвы не испытывает явного дефицита с некоторой тенденцией к увеличению.

При использовании в технологии возделывания кукурузы на зерно глубокой безотвальной обработки почвы содержание гумуса также не претерпевает значительных изменений, однако имеет ряд отличительных характеристик.

При анализе данных таблицы 36, мы можем отметить достоверную прибавку в содержании гумуса до 0,30% на вариантах, в которых удобрительным ингредиентом является вещество, имеющее в своём составе значительное количество органики (компост, БГК-ВН в значительных дозах). Причём, данная закономерность больше относится к подпахотному слою почвы до 40 см.

Таблица 36

Содержание гумуса в почве (%) на опытном поле № 1

БЭЗРК_Белгранкорм, «семхоз Ракитянский»

Обработка почвы	Удобрения	Слой почвы, см	Содержание гумуса, %		
			Октябрь 2017	Октябрь 2020	Разница
глубокая	Контроль	0-20	5,07	5,10	+0,03
		20-40	4,53	4,60	+0,07
	БГК-ВН полн. доза	0-20	5,11	5,21	+0,10
		20-40	4,21	4,58	+0,37
	Компост	0-20	4,69	4,77	+0,08
		20-40	4,32	4,88	+0,56
	Свиностоки	0-20	4,84	4,80	-0,04
		20-40	5,45	5,21	-0,24
	БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	5,04	5,10	+0,06
		20-40	4,50	4,55	+0,05
	БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	5,55	5,48	-0,07
		20-40	4,61	4,84	+0,23
	БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	4,47	4,55	+0,08
		20-40	3,95	4,34	+0,39
	БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	5,15	5,02	-0,13
		20-40	4,80	5,00	+0,20
	БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	5,22	5,22	0
		20-40	4,49	4,62	+0,13
	БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	4,96	5,01	+0,05
		20-40	4,12	4,44	+0,32
$НСР_{05}$			0,09	0,08	

Таблица 37

Содержание гумуса в почве (%) на опытном поле № 2

БЭЗРК_Белгранкорм, «семхоз Ракитянский»

Обработка почвы	Удобрения	Слой почвы, см	Содержание гумуса, %		
			Октябрь 2017	сентябрь 2020	Разница
мелкая	Контроль	0-20	6,08	6,10	+0,02
		20-40	5,95	6,01	+0,06
	БГК-ВН полн. доза	0-20	6,01	5,94	-0,07
		20-40	5,70	5,80	+0,10
	Компост	0-20	5,88	6,31	+0,43
		20-40	5,84	6,04	+0,20
	Свиностоки	0-20	6,23	6,14	-0,09
		20-40	5,79	5,88	+0,09
	БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	6,11	6,04	-0,07
		20-40	6,14	6,05	-0,09
	БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	5,99	6,00	+0,01
		20-40	5,84	5,90	+0,06
	БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	6,03	5,98	-0,05
		20-40	5,72	5,83	+0,11
	БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	6,19	6,14	-0,05
		20-40	6,00	6,03	+0,03
	БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	6,24	6,19	-0,05
		20-40	6,11	6,12	+0,01
	БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	6,20	6,17	-0,03
		20-40	6,21	6,18	-0,03
$НСР_{05}$			0,08	0,06	

Второе поле опыта, расположенное в 2 км от железнодорожной станции Готня Ракитянского района Белгородской области, отличается более высоким

потенциальным плодородием, выразившемся в наличии достаточного количества специфического органического вещества - гумуса-

Таблица 38

Содержание гумуса в почве (%) на опытном поле № 2

БЭЗРК-Белгранкорм, «семхоз Ракитянский»

Обработка почвы	Удобрения	Слой почвы, см	Содержание гумуса, %		
			Октябрь 2017	сентябрь 2020	Разница
глубокая	Контроль	0-20	6,12	6,10	-0,02
		20-40	6,08	6,09	+0,01
	БГК-ВН полн. доза	0-20	6,04	6,14	+0,10
		20-40	5,77	5,81	+0,04
	Компост	0-20	6,21	6,35	+0,14
		20-40	5,93	6,14	+0,21
	Свиностоки	0-20	6,14	6,10	-0,04
		20-40	5,98	5,87	-0,12
	БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	6,02	6,00	-0,02
		20-40	5,77	5,78	+0,01
	БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	5,99	6,00	+0,01
		20-40	5,86	5,92	+0,06
	БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	6,10	6,16	-0,10
		20-40	5,84	5,89	+0,05
	БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	6,14	6,15	-0,01
		20-40	6,00	6,03	+0,03
	БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	6,19	6,09	-0,10
		20-40	6,11	6,02	-0,09
	БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	6,22	6,23	+0,01
		20-40	6,06	6,19	+0,13
$НСР_{05}$			0,11	0,09	

играющего ведущую роль в определении качественных показателей почвы и служащего источником для снабжения культурных растений питательными веществами.

При условии глубокой обработки почвы, захватывающей рабочими органами почвообрабатывающей техники и нижний горизонт почвы вышеуказанная тенденция отсутствует, однако, проявляется иная закономерность. Гранулированные удобрения, заделанные в более глубокие слои почвы, имеют ярко выраженное пролонгированное действие.

При поверхностной обработке почвы после окончания вегетации сои содержание гумуса осталось на прежнем уровне практически на всех вариантах опыта, за исключением делянок с полными дозами компоста на основе птичьего помёта в верхнем слое почвы (табл. 39). Это удобрение характеризуется наличием легкоразлагаемого органического вещества в своём составе.

При условии глубокой заделки в опыте органических удобрений, запасы гумуса остались практически на том же уровне, что объясняется недостаточным временным интервалом в наблюдении за этим показателем. Согласно схемы опыта дифференциация по делянкам по способу обработки почвы происходила без защитного коридора, практически единым блоком, поэтому абсолютные значения содержания гумуса в почве практически идентичны (табл. 39).

Изменения в период вегетации сои претерпели только варианты с удобрениями, имеющими в своем составе значительное количество значительное количество органического вещества (компост, БГК-ВН в дозах 4 и 6 т/га).

Третье поле экспериментального севооборота отвечало в целом общей характеристики опытного поля по содержанию гумуса в почве. При условии использования мелкой обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур отмечаются тенденции некоторого обеднения подпахотного слоя почвы по содержанию гумуса. На контрольных вариантах

и на делянках, где применялись свиноводческие стоки данная закономерность выражена сильнее (табл. 39).

Таблица 39

Содержание гумуса в почве (%) на опытном поле № 3

БЭЗРК-Белгранкорм, «семхоз Ракитянский»

Обработка почвы	Удобрения	Слой почвы, см	Содержание гумуса, %		
			Октябрь 2017	сентябрь 2020	Разница
мелкая	Контроль	0-20	6,02	5,79	-0,23
		20-40	5,78	5,65	-0,13
	БГК-ВН полн. доза	0-20	6,12	6,23	+0,11
		20-40	6,01	6,01	0,00
	Компост	0-20	5,96	6,12	+0,16
		20-40	5,84	5,82	-0,02
	Свиностоки	0-20	6,00	5,99	-0,01
		20-40	5,79	5,60	-0,19
	БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	5,84	5,93	+0,09
		20-40	5,74	5,71	-0,03
	БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	6,04	6,08	+0,04
		20-40	6,02	5,88	-0,14
	БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	6,09	6,18	+0,09
		20-40	5,77	5,74	-0,03
	БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	6,10	6,12	+0,02
		20-40	6,02	5,87	-0,15
	БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	6,11	6,14	+0,03
		20-40	5,89	5,83	-0,06
	БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	6,04	6,11	+0,07
		20-40	6,03	5,95	-0,08
$НСР_{05}$			0,11	0,10	

Таблица 40

Содержание гумуса в почве (%) на опытном поле № 3

БЭЗРК_Белгранкорм, «семхоз Ракитянский»

Обработка почвы	Удобрения	Слой почвы, см	Содержание гумуса, %		
			Октябрь 2017	сентябрь 2020	Разница
глубокая	Контроль	0-20	6,11	6,08	-0,03
		20-40	5,98	5,77	-0,21
	БГК-ВН полн. доза	0-20	6,08	6,14	+0,06
		20-40	5,77	6,06	+0,29
	Компост	0-20	5,91	6,04	+0,13
		20-40	5,88	6,01	+0,13
	Свиностоки	0-20	6,22	6,04	-0,17
		20-40	5,81	5,90	+0,09
	БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	6,10	6,14	+0,04
		20-40	6,04	6,15	+0,11
	БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	5,96	6,00	+0,04
		20-40	5,84	5,95	+0,11
	БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	6,09	6,13	+0,04
		20-40	5,80	6,10	+0,30
	БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	6,14	6,13	-0,01
		20-40	6,04	6,10	+0,06
	БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	6,18	6,22	+0,04
		20-40	6,06	6,19	+0,13
	БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	6,17	6,20	+0,03
		20-40	6,08	6,23	+0,15
$НСР_{05}$			0,10	0,11	

Высвобождая постепенно питательные вещества, гранулы способствуют равномерному высвобождению доступных для растений форм макроэлементов, создавая предпосылки для лучшего их использования.

Органическое вещество гранулированных удобрений в подпахотном слое почвы лучше закрепляется коллоидными частицами чернозема, предварительно трансформируясь под действием почвенных микроорганизмов. Результатом этих процессов является увеличение содержания гумуса в слое почвы 20-40 см на величину до 0,3 %, что за трехлетний период наблюдений является впечатляющим значением и находится за пределами наименьшей существенной разницы, а, следовательно, достоверно (табл. 40).

6.2. Изменение содержания минерального азота в зависимости от технологии возделывания зерновых культур

Почвенные образцы для определения легкогидролизуемого азота по вариантам опыта отбирались в два срока – перед закладкой опыта с осени и в фазу максимального потребления питательных веществ возделываемых культур в вегетационный период.

Изменения показателей такого показателя плодородия почвы, как содержание легкогидролизуемого азота, на опытном участке Белгородского отделения (с.Графовка) приведены в таблице 41.

Легкогидролизуемый азот – это та часть общего азот в почве, которая подвергается дисперсии в слабощелочной среде и в состав которого входит как органические, так и минеральные азотистые соединения. В этой связи запасы легкогидролизуемого азота в почве регулируются наличием не столько продуктами минерализации, сколько присутствием свежего полуразложившегося органического вещества. В этой связи зачастую количество этой формы азота в почве на абсолютном контроле может быть выше, нежели на удобренных вариантах. Показатель «легкогидролизуемый

азот» отражает способность почвы продуцировать усвояемые растениями соединения азота в определенных условиях .

Высказанный тезис подтверждается данными таблицы 41, согласно которым содержание легкогидролизуемого азота в пахотном слое почвы на контрольном варианте без удобрений в фазу налива зерна озимой пшеницы (период интенсивного потребления питательных веществ вегетирующими растениями) оказывается выше, чем при внесении $N_{80}P_{80}K_{80.}$

Таблица 41

Изменение содержания легкогидролизуемого азота в почве ЗАО «Белгородская зерновая компания» Белгородское отделение

Культура - озимая пшеница 2012-2014 годы

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Горизонт см	Легкогидролизуемый азот, мг/кг		
			Осенью	В фазу налива зерна	Изменения, ±
0	0	0-20	146	162	+16
		20-40	126	123	-3
	0,5 дозы	0-20	168	154	-14
		20-40	123	129	+6
	1 доза	0-20	160	154	-6
		20-40	140	143	+3
14 т/га	0	0-20	174	182	+8
		20-40	137	126	-11
	0,5 дозы	0-20	168	176	+8
		20-40	128	154	+26
	1 доза	0-20	154	160	+6
		20-40	115	148	+33
$НСР_{05}$			22	17	

Вызывает определенный интерес факт существенного повышения запасов легкогидролизуемого азота в пахотном горизонте почвы при внесении компоста на контрольном варианте. Примечательно, что внесение половинной и полной дозы NPK под озимую пшеницу снизили этот показатель со 182 до 176 и 160 мг/кг почвы.

В целом следует отметить, что внесение органических и минеральных удобрений повысило содержание в почве легкогидролизуемого азота несмотря на значительный вынос питательных веществ, расходуемых на формирование товарной, нетоварной части урожая и корневой системы растений. Позитивным моментом является повышение обеспеченности почвы азотом при применении органических удобрений.

По результатам исследований обеспеченности почвы легкогидролизуемым азотом в фазу наивысшего потребления этого элемента минерального питания кукурузой на зерно (выметывания метелок) наблюдается повышение его содержания в пахотном и подпахотном горизонтах на вариантах с внесением половинной и полной дозы ($N_{105}P_{105}K_{105}$) минеральных удобрений (табл. 42). На фоне применения компоста отмечен рост обеспеченности почвы азотом, особенно в пахотном слое почвы, т.е. именно там, куда были внесены органические удобрения. Способ их внесения разбросный с последующей мелкой заделкой в почву. Содержание легкогидролизуемого азота в указанный срок отбора почвенных проб на варианте с внесением полной дозы минеральных удобрений составило 165 мг/кг, а на фоне применения 14 т/га компоста 190 мг/кг, что свидетельствует о высокой удобрительной ценности данного вида органических удобрений.

Следует отметить, что исходные запасы легкогидролизуемого азота в почве в фазу выметывания кукурузы на зерно повысились по всем вариантам опыта от 18 до 56 мг/га, что выше наименьшей существенной разности и потому достоверны.

Таблица 42

Изменение содержания легкогидролизуемого азота в почве ЗАО «Белгородская зерновая компания» Белгородское отделение

Культура – кукуруза на зерно 2012-2014 годы

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Гори-зонт см	Легкогидролизуемый азот, мг/кг		
			Осенью	В фазу выметывания метелок	Изменение,±
0	0	0-20	147	165	+18
		20-40	106	129	+23
	0,5 дозы	0-20	154	190	+36
		20-40	115	154	+39
	1 доза	0-20	190	165	-25
		20-40	118	154	+36
14 т/га	0	0-20	151	190	+39
		20-40	98	154	+56
	0,5 дозы	0-20	154	182	+28
		20-40	120	151	+31
	1 доза	0-20	165	162	-3
		20-40	115	148	+33
$НСР_{05}$			20	18	

На опыте в Прохоровском районе предметом изучения являлись сидеральные культуры.

Второй культурой опытного участка Прохоровского отделения возделывалась озимая пшеница с внесением $N_{50}P_{50}K_{50}$ в качестве полной дозы удобрений.

Как свидетельствуют данные таблицы 43, под посевом озимой пшеницы в фазу колошения ощущался некоторой дефицит в азотном питании растений. Содержание легкогидролизуемого азота в пахотном слое почвы на всех

вариантах удобренности находилось в пределах 157-161 мг/кг почвы. Если соя, обладая способностью к фиксации атмосферного азота, могла за счет этого стабилизировать азотное питание растений, то пшеница была вынуждена довольствоваться только почвенными запасами (табл. 43).

Таблица 43

Изменение содержания легкогидролизуемого азота в почве ЗАО «Белгородская зерновая компания» Прохоровское отделение

Культура – озимая пшеница 2012-2014 годы

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Горизонт см	Легкогидролизуемый азот, мг/кг		
			Осенью	В фазу налива зерна	±
0	0	0-20	168	161	-7
		20-40	140	112	-28
	0,5 дозы	0-20	168	157	-11
		20-40	157	143	-14
	1 доза	0-20	148	160	+12
		20-40	134	148	+14
сидерат	0	0-20	176	161	-15
		20-40	167	151	-16
	0,5 дозы	0-20	145	157	+12
		20-40	129	140	+11
	1 доза	0-20	168	162	-6
		20-40	182	157	-25
$НСР_{05}$			17	12	

Содержание легкогидролизуемого азота в почве при сопоставлении с исходными осенними показателями к фазе выметывания метелок изменилось в пределах от 0 до 34 мг/кг при среднем значении этого показателя по опыту

148 мг/кг. При этом изменчивость рассматриваемого показателя по изучаемым вариантам удобренности не поддается какой-либо логике в привязке к схеме опыта. Превышения в содержании азота отмечаются как на абсолютном контроле, как и при внесении удобрений по полной дозе как в пахотном, так и в подпахотном горизонтам (таблица 44). Такой разброс отклонений возможно обусловлен тем обстоятельством, что в фазу выметывания метелок кукуруза накопила большую вегетативную массу, на формирование которой было расходовано значительное количество питательных веществ из почвы.

Таблица 44

Изменение содержания легкогидролизуемого азота в почве ЗАО «Белгородская зерновая компания» Прохоровское отделение

Культура – кукуруза на зерно 2012-2014 годы

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Гори-зонт см	Легкогидролизуемый азот, мг/кг		
			Осенью	В фазу выметывания метелок	Изменение ±
0	0	0-20	140	157	+17
		20-40	134	140	+6
	0,5 дозы	0-20	140	157	+17
		20-40	146	137	-9
	1 доза	0-20	148	154	+6
		20-40	112	146	+34
сидерат	0	0-20	165	160	-5
		20-40	148	143	-5
	0,5 дозы	0-20	160	162	+2
		20-40	137	143	+6
	1 доза	0-20	134	134	+0
		20-40	112	143	+31
$НСР_{05}$			17	12	

В результате высокого выноса биофильных элементов из почвенных запасов произошло перераспределение легкогидролизуемого азота в почве. По логике событий, если содержание усвояемого азота в почве на контроле без удобрений равнозначно таковому на удобренном варианте, то накопленной в наземной массе кукурузы валовый азот за вычетом выноса на контроле и есть почвенный азот потребленный растениями из внесенных минеральных удобрений.

Многолетними исследованиями установлено, что в Центрально-Чернозёмной зоне в первом минимуме находится азот, обеспечивающий при внесении оптимальных доз удобрений прирост урожайности зерна кукурузы на 150 %. Усвояемые соединения азота очень подвижны, т.к. легко диссоциируют в почвенном растворе и свободно мигрируют по почвенному профилю вмести и восходящими и нисходящими токами влаги. Представлены они в основном в форме нитратов и солей аммония. Совокупность этих соединений является минеральным азотом- главным источником питания растений и формирования продуктивности сельскохозяйственных культур. Мы в опыте по влиянию различных видов органических удобрений на показатели плодородия чернозема и продуктивность зерновых культур изучали содержание минерального азота по всем экспериментальным делянкам и двум слоям почвы 0-20 и 20-40 см. Перед закладкой опыта провели контрольное бурение с целью выяснения исходных показателей азотного фонда почвы. Для удобства сравнения цифровых значений данных показателей мы перевели, используя величины плотности почвы содержание азота в почве в его эффективные запасы с размерностью в килограммах на гектар сельскохозяйственных угодий.

Как показывают результаты исследований, осенью запасы азота на опытном поле по делянкам в принципе не отличались и составляли величину от 57 до 85 кг/га в верхнем 20-сантиметровом слое почвы и от 49 до 77 кг/га в более нижнем профиле почвы (табл. 45).

С точки зрения хозяйственной ценности представляет интерес величина запасов минерального почвенного азота перед посевом кукурузы и в период вегетации, особенно в сроки наивысшего потребления азота растениями. С этой целью мы провели исследования в три срока: во второй половине апреля перед посевом, во второй половине июня в период максимального потребления и в начале августа, когда формируется початок и происходит закладка будущего урожая.

Таблица 45

Исходные запасы минерального азота в почве до закладки опыта (кг/га)

Удобрение		1*	2	3	4	5	6	7	8	9
Пов.	0-20	63	57	69	80	59	62	81	77	69
	20-40	65	49	59	70	55	63	77	52	71
Всп.	0-20	83	85	80	84	71	76	79	66	83
	20-40	66	71	74	72	59	72	74	56	60
$НСР_{05}$		10								

*- схема опыта в табл. 19 на стр. 91.

Для наглядности мы свели результаты исследований в информационные графики по вариантам опыта.

Как показали результаты лабораторного анализа почвы при поверхностной обработки почвы в слое 0-20 см запасы минерального (суммы нитратного и аммонийного) азота а варианте без применения удобрений перед посевом кукурузы были несколько выше осенних значений (на 21 кг/га), что объясняется минерализацией растительной массы предшествующей озимой пшеницы. С началом вегетации запасы закономерно снижаются, достигнув величины около 50 кг/га в начале августа, что, безусловно, является недостаточной величиной для формирования потенциальной продуктивности кукурузы. В нижнем пахотном слое почвы вышеотмеченная закономерность сохраняется (рис.4) с несколько меньшими запасами в августе.

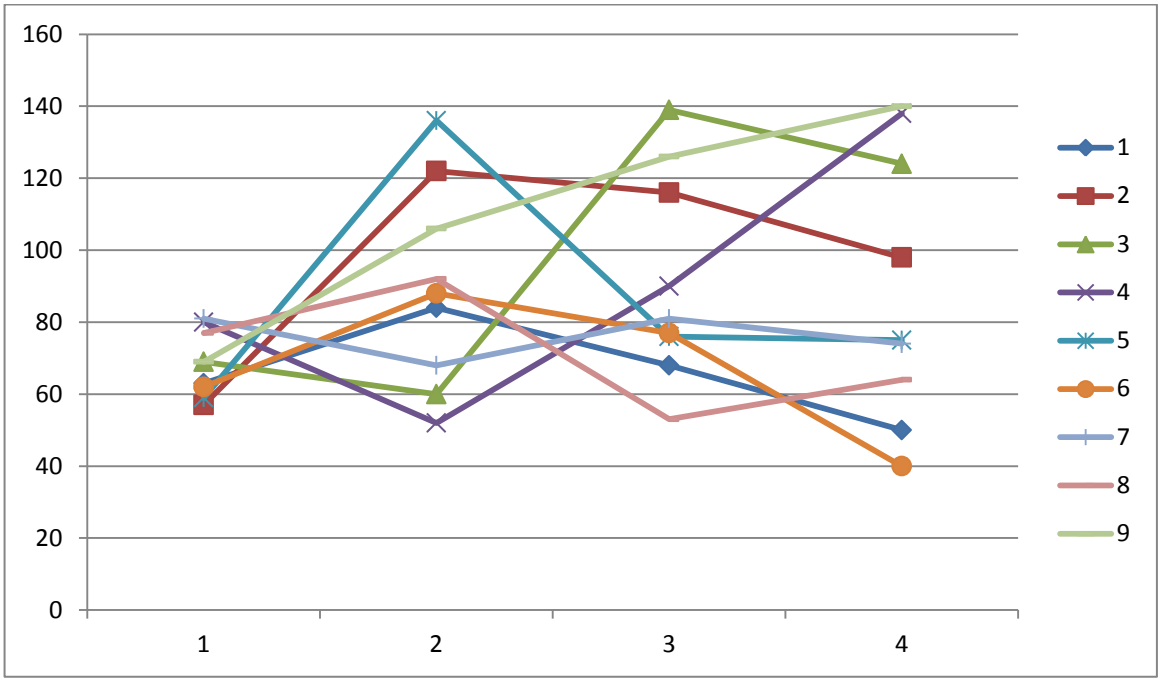


Рис.3 Запасы минерального азота в почве в зависимости от уровня удобренности на мелкой обработке в слое почвы 0-20 см

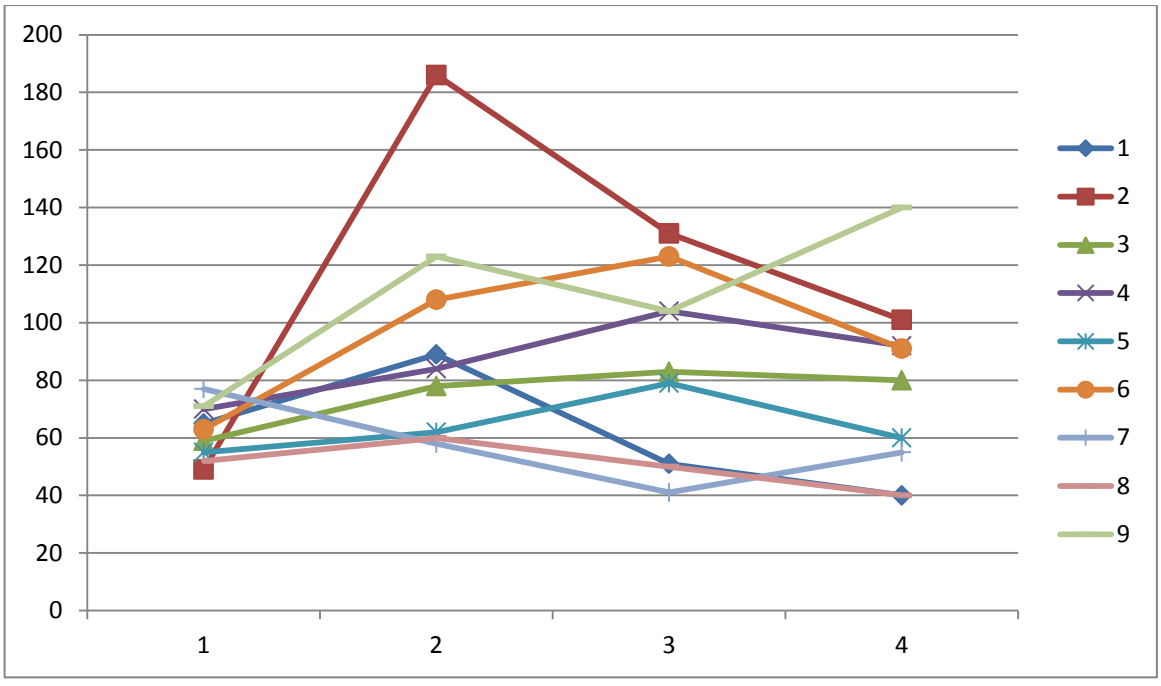


Рис. 4 Запасы минерального азота в почве в зависимости от уровня удобренности на мелкой обработке в слое почвы 20-40 см

При условии внесения минеральных удобрений на планируемый урожай отмечается значительное повышение запасов подвижных соединений азота перед началом вегетации, что создает предпосылки для позитивной динамики развития кукурузы на начальном этапе вегетации. Следует отметить

значительные запасы азота- до 186 кг/га в нижнем слое почвы до 40 см, хоты данный слой не является локацией внесения удобрений осенью. Эти данные подтверждают тезис о высокой подвижности азотных соединений минеральных удобрений, которые, диссоциируя в почвенном растворе могут мигрировать вниз по профилю почвы, что, при избыточном внесении в дозах, отличных от научно-рекомендованных могут создать угрозу загрязнения нитратами окружающей среды посредством проникания в подпочвенные возы. На экспериментальных делянках с индексом 2 (минеральные удобрения на планируемый урожай) в динамике происходит сокращение почвенных запасов минерального азота, хотя их величина остается достаточно высокой (98-101 кг/га) в начале августа. На этом варианте происходит интенсивное усвоение азота растениями кукурузы, а также, предположительно, потери этих соединений в нижележащие слои почвы. Чтобы установить куда конкретно трансформируется азот удобрений необходимо закладывать опыты с радиоактивными изотопами, так называемым «меченым» азотом, а также проводить исследование почвы на глубину до 1,5 метров.

Наибольший интерес с точки зрения хозяйственной эффективности представляют варианты опыта по изучению характера действия органических удобрений, являющихся побочным продуктом при хозяйственной деятельности животноводческой отрасли холдинга «БЭЗРК-Белгранкорм». Так, при условии внесения свиноводческих стоков на планируемый урожай содержание минерального азота весной даже несколько снижается в верхнем слое, однако по мере вегетации его запасы интенсивно растут, достигая величин 124-139 кг/га в летний период, что создает предпосылки для полноценного развития растений кукурузы. Следует отметить, что именно на делянках с достаточными дозами органики интенсивно развивались воздушные «аминокислотные» корни растений, отвечающие, в том числе и за повышение качества зерна, формированию полноценных початков и равномерности созревания. В нижнем слое почвы 20-40 см данная тенденция сохраняется при несколько меньших абсолютных значениях.

Отрасль животноводства в холдинге развивается непрерывно в течении года и вопрос хранения свиноводческих стоков стоит достаточно остро при недостатке площадей. В своем опыте мы включили в схему вариант с дробным внесением свиноводческих стоков, разбив полную дозу пополам осенью и весной до посева. При подобной системе удобрения кукурузы запасы минерального азота перед посевом несколько снижаются в верхнем слое, затем в июне несколько возрастают до 90 кг/га, а по мере минерализации внесенной массы органики и подтягивания азота почвенного раствора из нижних горизонтов происходит его увеличение до 138 кг/га. В подпахотном слое, напротив, максимальные запасы азота зафиксированы в третий срок отбора. В целом на данном варианте запасы азота в почве находились на достаточно высоком уровне.

На делянках, где схемой опыта было предусмотрено внесение компоста на основе куриного помета (концентрированного органического удобрения) в верхнем слое почвы были отмечены максимальные запасы азота на уровне 136 кг/га. Необходимо отметить, что значительная часть азота компоста находится в аммонийной форме, для которой характерно обменное поглощение почвенно-поглощающим комплексом. Соответственно вертикальная подвижность данного соединения гораздо ниже нитратной формы, которая растворяясь в почвенной влаге способна с нисходящими и восходящими токами мигрировать далеко по профиль почвы. По результатам научных наблюдений именно аммонийная форма азота является оптимальной для роста и развития растений кукурузы, ее зерновой продуктивности. Косвенным подтверждением данного тезиса являются данные по запасам минерального азота в слое почвы до 40 см, где весной разница величин с верхним слоем составила 74 кг/га, т.е в два раза меньше, чем в верхнем слое. По мере усвоения растениями азота запасы его снижаются составляя в начале августа 75 и 60 кг/га соответственно в верхнем и в нижнем слоях чернозема опытного поля.

Одной из целей нашего исследования являлось возможность сокращения дозы внесения изучаемых удобрений без критической потери продуктивности возделываемых культур. Именно поэтому мы ввели в схему опыта варианты с половинными нормами применяемых в опыте минеральных удобрений, свиноводческих стоков и компоста на основе куриного помета.

При изучении динамики изменения запасов минерального азота в почве мы выяснили, что отмеченные выше тенденции сохраняются по аналогии с полными дозами изучаемых удобрений. Так, при половинной норме минеральных удобрений при дисковании осенью содержание азота в верхнем слое возрастает весной по сравнению с исходными значениями на 26 кг/га в верхнем слое почвы и на 45 кг/га в слое до 40 см, причем по абсолютным значениям подпахотный слой был значительно богаче азотом верхнего.

Определенный интерес вызывает вариант опыта с совместным внесением двух видов органических удобрений- компоста на основе помета и свиноводческих стоков по ½ дозе от полной нормы. В данном случае мы отмечаем постоянный рост концентрации минерального азота в почве именно в верхнем слое почвы. Если весной до посева величина запасов азота была на уровне 106 кг/га, то в июне-августе она возросла до 126 и 140 кг/га соответственно при условии полноценного развития растений кукурузы на этих вариантах. В нижнем слое максимальное содержание отмечено весной- 126 кг/га, затем происходит сокращение запасов. В данном случае можно предположить роль компоста, как органического абсобрента, впитывающего азотные соединения свиноводческих стоков в местах внесения, создавая повышенные концентрации. При постепенном высвобождении питательных веществ через минерализацию для питания растений кукурузы, тем не менее данный процесс протекает все лето, что способствует не только формированию благоприятного азотного режима почвы, но и повышает ее агрофизические свойства и активность почвенной биоты.

Несколько иные закономерности динамики минерального азота в почве зафиксированы при отвальной глубокой обработке почвы.

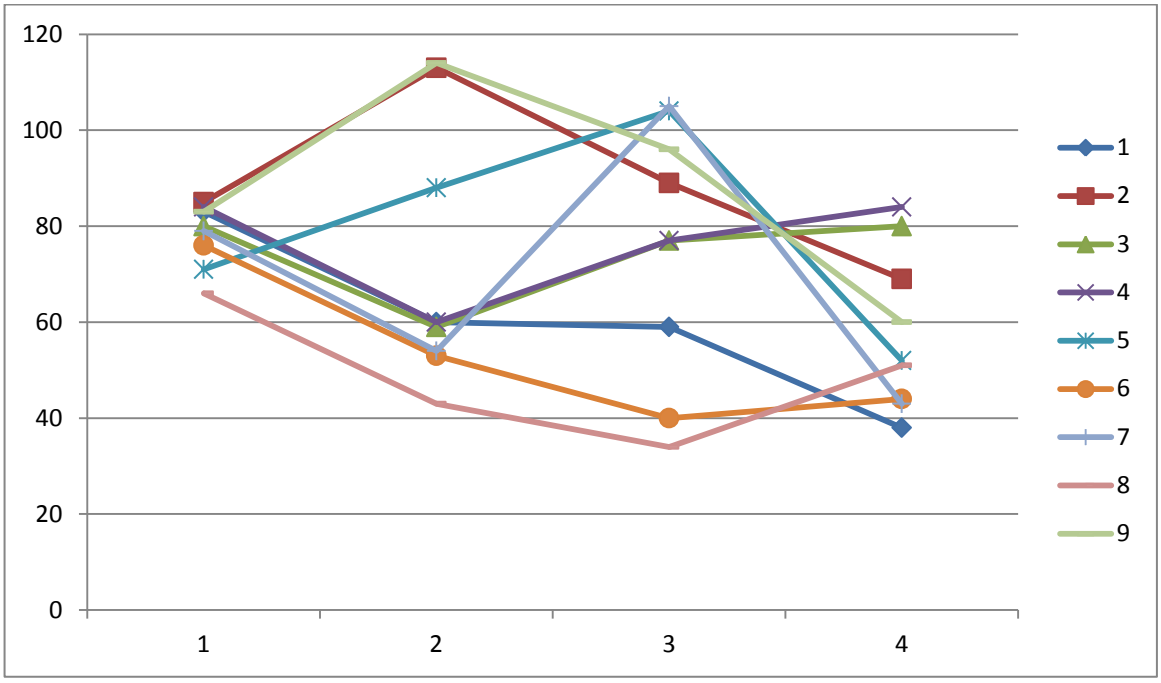


Рис.5 Запасы минерального азота в почве в зависимости от уровня удобренности на отвальной обработке в слое почвы 0-20 см

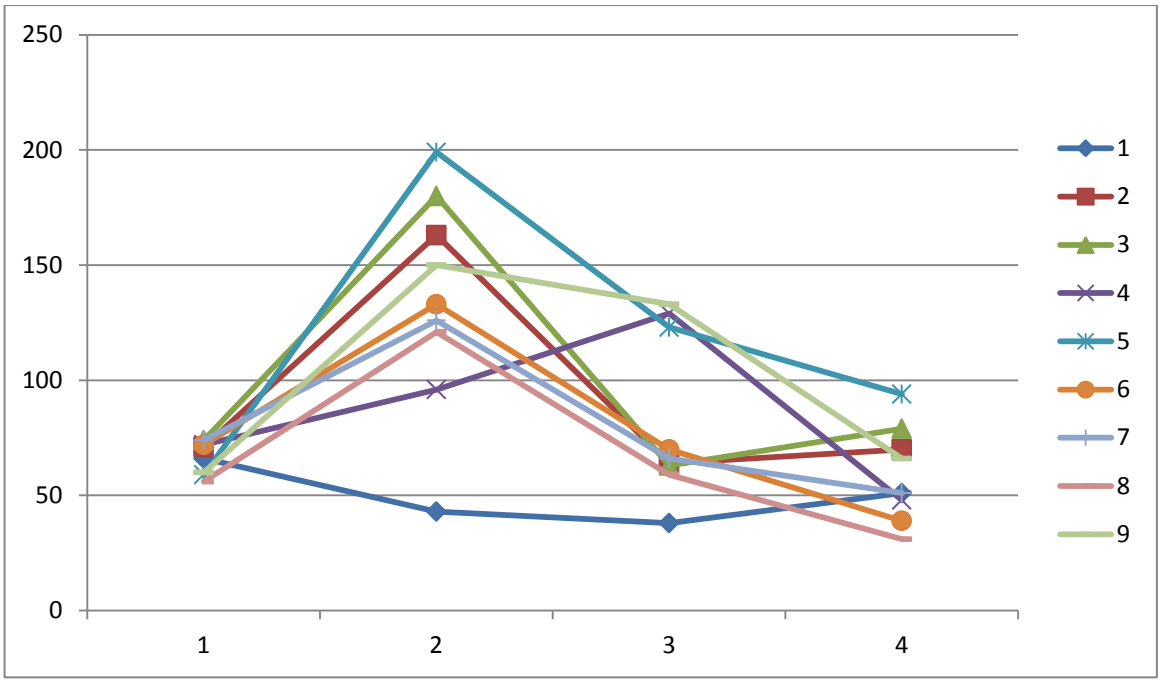


Рис.6 Запасы минерального азота в почве в зависимости от уровня удобренности на отвальной обработке в слое почвы 20-40 см

На втором блоке опытного поля предусматривалась глубокая заделка изучаемых видов удобрения на глубину до 30 см.

На абсолютном контроле без применения удобрений запасы минерального азота были на уровне средних значений- 66-83 кг/га в верхнем и

нижнем слое соответственно. С началом вегетации кукурузы азотный фонд почвы несколько сократился с устойчивой динамикой по срокам отбора проб. Так, в начале августа в верхнем слое почвы отмечено всего 38 кг/га минерального азота.

На вариантах с минеральными удобрениями весной наблюдались значительные запасы азота по профилю почвы- 113 и 163 кг/га с превышением в нижележащем слое. Во второй половине вегетации запасы по слоям почвы на этих вариантах выровнялись. При внесении половинной нормы промышленных туков величины запасов азота были объективно ниже, причем, весной до посева в вернем слое в этом случае азоты было даже меньше, чем осенью при исходных значениях. Зато в нижнем слое весной отмечены 133 кг/га минерального азота, т.е. ненамного меньше полной дозы минеральных удобрений.

Общая тенденция при внесении органических удобрений как в полной, так и в половинной норме- снижение концентрации азота в почве в вернем слое до 20 см. Объяснить это возможно глубокой заделкой органики и невозможность азотным соединением переход в верхние горизонты. Однако, в слое почвы 20-40 см запасы азота были достаточно высоки. На делянках с внесением полной дозы компоста отмечена максимальная концентрация азота- на уровне 200 кг/га. Хотя, как отмечалось выше, в верхнем слове запасы азота меньше, чем в нижнем, тем не менее они находятся на достаточно высоком уровне на удобренных делянках. При воздействии рабочих органов почвенных агрегатов не 100 % удобрительной массы попадает на глубину заделки. Так, на пятом и седьмом вариантах в начале июня запасы минерального азота были выше 100 кг/га.

Высокие концентрации азота почвы отмечены при совместном внесении птичьего компоста и свиноводческих стоков по второму и третьему срокам отбора в верхнем и нижнем слое. Однако, в начале августа запасы минерального азота на этих вариантах значительно снизились до уровня 66-80 кг/га. Эта закономерность отмечена и по другим удобренным вариантам при

глубокой заделке. Объяснение этому факту следует искать в излишней рыхлости почвы при ее обороте и, соответственно, созданию предпосылок для вымывания почвенного азота вниз по профилю.

В целом, анализируя изменение запасов минерального азота в черноземе опытного поля, следует отметить их крайнюю неоднородность как по вариантам опыта, так и по слоям почвы. Черноземы, обладая высокой ёмкостью поглощения, оптимальной структурой и высокой биологической активностью, способны трансформировать азотные соединения как удобрений, так и почвенных запасов в различные соединения. Процессы минерализации, гумификации органических соединений идут постоянно, меняя свою направленность в зависимости от целого ряда факторов. При разработке системы удобрения сельскохозяйственных культур необходимо учитывать показатели азотного фонда почвы и делать соответствующие корректировки. Методики расчета потребности в удобрениях детально описаны на основе обширного экспериментального материала коллективом белгородских ученых в монографии «Удобрения в современном земледелии» (Родионов, Азаров, 2013).

Программой исследований опыта по изучению инновационных гранулированных органических удобрений предусматривалось наблюдение и анализ динамики запасов минерального азота в почве (суммы нитратного и аммиачного) в период вегетации зерновых культур. Нами проанализирован данный показатель по трем срокам отбора проб- осенью, перед посевом и после уборки культур по двум почвенным горизонтам- 0-20 см и 20-40 см. на посевах кукурузы и сои.

В Белгородской области при возделывании сельскохозяйственных культур обеспечение растений усвояемыми формами азота находится в первом минимуме. По данным исследований учёных с меченым изотопом азота формирование урожая на 60-70 % зависит от наличия достаточного количества этого элемента в почвах сельскохозяйственных угодий.

В наших исследованиях ставилась главная задача- понять механизм трансформации и количественные характеристики азота органических удобрений и выяснить вклад азота удобрений в формирование урожая зерновых культур- кукурузы, пшеницы и сои.

Как показали результаты исследований, на первом поле под кукурузу на зерно исходные показатели содержания минерального азота в почве находились на уровне 17,4-34,8 кг/га (табл. 46), что является невысокой величиной для поля севооборота, где возделываются культуры интенсивного типа.

Такое содержание можно объяснить, на наш взгляд, высокими урожая предыдущих культур и расходование азота для питания целлюлозоразлагающих почвенных микроорганизмов, использующих в процессе своей жизнедеятельности органическое вещество растительных остатков (солому озимой пшеницы и сои и листостебельную массу кукурузы).

При следующем сроке отбора весной вегетации исследуемых культур запасы минерального азота в почве претерпели существенные изменения.

Прежде всего, необходимо отметить, что на всех вариантах опыта, включая и контрольные делянки без удобрений, и во всех горизонтах почвы эта величина возросла, в некоторых случаях значительно. Анализируя экспериментальные данные, полученные в аналитической лаборатории, мы можем сделать заключение о ведущей роли способов заделки удобрений.

Так, если при мелкой обработке почвы запасы минерального азота на вариантах с полной дозой БГК-ВН и органического компоста составили в верхнем слое почвы 78,4-111,0 кг/га, то при глубокой заделке удобрений аналогичные показатели находились на уровне 47,4-70,1 кг/га.

Таблица 46

Запасы минерального азота под посевами кукурузы на зерно

Мелкая обработка почвы. 2018-2020 гг.

Удобрения	Слой почвы, см	Срок отбора		
		Октябрь	Апрель	Сентябрь
Контроль	0-20	19,5	27,0	26,7
	20-40	27,4	32,1	17,1
БГК-ВН полн. доза	0-20	22,6	78,4	86,0
	20-40	31,0	86,2	41,4
Компост	0-20	20,4	111,0	86,8
	20-40	26,1	73,1	39,2
Свиностоки	0-20	22,3	43,4	55,6
	20-40	34,8	80,4	22,6
БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	18,6	66,4	42,2
	20-40	26,2	38,0	41,4
БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	17,4	72,4	48,6
	20-40	25,7	44,4	39,3
БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	20,0	83,9	39,0
	20-40	26,2	55,7	63,2
БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	27,8	40,1	41,0
	20-40	33,6	38,4	43,8
БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	19,6	33,8	29,2
	20-40	31,1	44,1	31,8
БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	18,7	27,7	37,6
	20-40	26,0	39,4	71,4
$НСР_{05}$		2,8	3,2	6,0

Зато в подпахотном горизонте почвы, принятом для чернозема типичного слоем 20-40 см, картина диаметрально противоположная.

Цифровые значения этих показателей составляют величины 73,1-86,2 и 89,6-123,4 кг/га соответственно (табл. 47).

Таблица 47

Запасы минерального азота под посевами кукурузы на зерно

Глубокая обработка почвы. 2018-2020 гг

Удобрения	Слой почвы, см	Срок отбора		
		Октябрь	Апрель	Сентябрь
Контроль	0-20	23,4	30,6	44,7
	20-40	24,2	30,8	30,3
БГК-ВН полн. доза	0-20	28,3	47,7	59,7
	20-40	29,4	89,6	91,3
Компост	0-20	20,6	70,1	60,3
	20-40	28,3	123,4	78,8
Свиностоки	0-20	23,4	55,6	44,3
	20-40	29,8	53,4	60,3
БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	20,1	33,8	55,0
	20-40	27,4	46,2	54,3
БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	19,9	46,4	47,4
	20-40	26,0	85,7	76,3
БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	20,4	84,3	55,1
	20-40	26,3	99,8	58,9
БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	26,2	39,6	58,1
	20-40	27,4	40,1	66,3
БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	21,8	33,7	63,2
	20-40	25,5	39,6	70,4
БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	20,6	29,4	33,8
	20-40	28,6	41,4	69,4
$НСР_{05}$		4,2	3,9	5,7

С практической точки зрения весенние запасы минерального азота в подпахотном слое почвы, легко усваиваемого растениями на начальном этапе онтогенеза, имеют приоритетное значение. Однако минеральный азот, находящийся преимущественно в почвенном растворе, является высокомобильным соединением, подверженным вертикальной миграции по профилю почвы в зависимости от погодных условий в течении вегетации.

Исследования запасов минерального азота под посевами кукурузы показали положительную роль грануляции органических удобрений. Если на вариантах с применением стоков свиноводческих комплексов или компоста на основе птичьего помёта происходит относительно быстрая минерализация азота удобрения, то в случае с удобрением БГК-ВН действие активного вещества более пролонгировано, что доказывают результаты анализа запасов минерального азота по третьему сроку отбора, то есть в конце вегетации культур, когда потребление питательных веществ из почвы практически прекратилось. Особенно наглядно данный вывод нашел подтверждение на вариантах с весенним внесением гранулированного органического удобрения (табл. 48).

На втором поле нашего эксперимента возделывалась соя, первая культура трехпольного зернового севооборота, применяющегося в хозяйстве.

Сама по себе являясь азотфиксатором, эта культура способна фиксировать азот из атмосферного воздуха посредством бобово-ризобиального комплекса корневой системы. Поле отличается достаточно высокими начальными значениями запасов минерального азота, доставшихся, по видимому от предшествующей кукурузы, получившей обильное минеральное питание, а также ввиду погодных условий теплой и сухой осени, благодаря чему к поверхности почвы вместе с токами почвенного раствора подтянулись и запасы минерального азота из нижележащих слоёв почвы.

Таблица 48

Запасы минерального азота под посевами сои

Мелкая обработка почвы. 2018-2020 гг.

Удобрения	Слой почвы, см	Срок отбора		
		Октябрь	Апрель	Сентябрь
Контроль	0-20	58,6	60,3	43,4
	20-40	44,3	68,8	50,1
БГК-ВН полн. доза	0-20	49,6	63,4	46,4
	20-40	50,3	88,0	50,3
Компост	0-20	60,3	90,0	61,4
	20-40	59,8	86,3	53,8
Свиностоки	0-20	47,9	51,9	57,4
	20-40	59,9	79,4	40,1
БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	52,2	73,4	42,8
	20-40	48,1	55,2	56,4
БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	39,4	56,2	39,6
	20-40	47,0	39,9	48,7
БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	55,2	70,4	52,2
	20-40	44,8	71,2	68,8
БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	39,6	48,8	63,4
	20-40	42,8	50,2	67,2
БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	48,8	55,3	70,0
	20-40	51,3	47,1	55,2
БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	50,4	47,4	69,4
	20-40	44,6	60,0	77,0
$НСР_{05}$		4,4	5,2	6,8

Как показывают данные таблицы 49, содержание азота при закладке опыта на поле № 2 составляло 39,4-60,3 кг/га в верхнем слое почвы и 42,8-59,8 кг/га на 40-сантиметровой глубине при мелкой обработке почвы.

Иная картина складывается и при весеннем отборе почвенных проб. Здесь также отмечено закономерное повышение уровня азотного фонда почвы, однако, абсолютные значения этого показателя находятся на отметках 50-70 кг/га. Исключения составляют делянки с полной дозой БГК-ВН и органического компоста. На этих вариантах зафиксирован уровень 70-90 кг/га с некоторой разницей по слоям почвы (табл. 49).

Третий срок отбора почвенных образцов характеризуется существенным увеличением запасов минерального азота при весеннем внесении органического гранулированного удобрения, особенно в месте локализации.

При дозе внесения 6 т/га БГК-ВН в слое почвы 0-20 см прибавка по сравнению с весенним отбором составила 22 кг/га при 15 кг/га при меньших дозах. При этом необходимо учитывать, что для формирования полноценной продуктивности сои необходимо значительное количество доступных соединений азота.

При условии глубокой заделки органических удобрений в целом сохраняются тенденции, отмеченные в предыдущей таблице. Вместе с тем, наблюдается концентрация минерального азота, главным образом нитратного, в слое почвы 20-40 см, что позволяет высказать предположение о миграции этого элемента вниз по профилю почвы.

Данная тенденция не является безусловно негативной для сельскохозяйственного производства, так как корневая система большинства зерновых культур легко проникает на глубину до одного метра и, таким образом, в состоянии усваивать находящиеся там запасы азотных соединений. (табл. 49).

Таблица 49

Запасы минерального азота под посевами сои

Глубокая обработка почвы. 2018-2020 гг.

Удобрения	Слой почвы, см	Срок отбора		
		Октябрь	Апрель	Сентябрь
Контроль	0-20	49,6	43,3	33,8
	20-40	51,3	64,8	49,9
БГК-ВН полн. доза	0-20	53,7	66,1	48,4
	20-40	52,6	88,7	77,0
Компост	0-20	58,7	72,7	53,9
	20-40	48,6	112,7	59,2
Свиностоки	0-20	50,0	55,7	39,7
	20-40	48,6	70,6	44,8
БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	54,8	62,3	55,6
	20-40	50,8	77,8	44,2
БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	44,3	55,6	44,8
	20-40	50,4	81,4	39,9
БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	47,3	66,3	50,8
	20-40	48,6	99,2	51,1
БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	55,3	46,8	37,2
	20-40	43,7	59,9	62,3
БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	48,2	50,4	44,2
	20-40	55,2	53,0	60,8
БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	49,7	55,9	49,7
	20-40	48,1	60,1	72,1
$НСР_{05}$		3,7	5,1	7,0

6.3. Изменение содержания подвижного фосфора в зависимости от технологии возделывания зерновых культур

Количество в почве подвижного фосфора служит критерием уровня культуры земледелия в конкретном хозяйстве. Судя по содержанию в почве подвижного фосфора можно с уверенностью утверждать, что в хозяйстве большое внимание оказывают мероприятиям по повышению плодородия почвы (табл. 50).

Таблица 50

Изменение содержания подвижного фосфора в почве ЗАО «Белгородская зерновая компания» Белгородское отделение

Культура - озимая пшеница 2012-2014 годы

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Горизонт см	Подвижный фосфор, мг/кг		
			Осенью	В фазу налива зерна	Изменение, ±
0	0	0-20	295	330	+35
		20-40	76	155	+79
	0,5 дозы	0-20	245	425	+180
		20-40	78	155	+77
	1 доза	0-20	245	330	+85
		20-40	74	255	+181
14 т/га	0	0-20	250	510	+260
		20-40	102	255	+153
	0,5 дозы	0-20	475	490	+15
		20-40	66	210	+144
	1 доза	0-20	380	510	+130
		20-40	170	276	+106
$НСР_{05}$			32	37	

Следует иметь в виду, что поступление в почву фосфора возможно только посредством внесения фосфорсодержащих минеральных удобрений. Других существенных источников поступления фосфора в почву не существует. То обстоятельство, что содержание P_2O_5 в пахотном слое почвы составляет от 245 до 475 мг/кг почвы опыта по изучению птичьего помета как органического удобрения, свидетельствует об очень высокой степени обеспеченности почвы фосфором, достигнутой на протяжении не одного десятка лет. Это очень отрадный факт, достойный подражания. На такой почве возможно получение высоких урожаев при компенсирующих дозах минеральных удобрений.

В сложившихся условиях изменения в содержании подвижного фосфора в пахотном и подпахотном горизонтах почвы носили явно выраженный положительный характер (табл. 50).

Как отмечалось ранее обеспеченность подвижным (усвояемым) фосфором на посевах кукурузы на зерно находится в градации очень высокой (табл. 51). С агрохимической точки зрения можно констатировать факт зафосфачивания почвы за счет систематического применения высоких доз фосфорсодержащих минеральных удобрений.

Данное обстоятельство не относится к разряду негативных, Напротив, его следует рассматривать как разумное вложение капитала, т.к. повышенные запасы усеваемого фосфора в почве длительное время будет работать на урожай. Единственный недостаток в данном случае состоит в том, что избыток в почве ангидрида ортофосфорной кислоты (P_2O_5), который является первичным звеном поступления фосфора в корневую систему растений, вызывает подкисление почвенного раствора, что чревато ухудшением физико-химических и агрофизических свойств почвы. Для устранения указанного негативного явления необходимо проведение химической мелиорации путем внесения известьсодержащих материалов с целью нейтрализации среды обитания растений на величину полного или половинного значения гидролитической кислотности в зависимости от системы удобрения, типа

севооборота, способа основной обработки почвы и конкретной культуры, возделываемой на конкретном поле.

Таблица 51

Изменение содержания подвижного фосфора в почве ЗАО «Белгородская зерновая компания» Белгородское отделение

Культура – кукуруза на зерно 2012-2014 годы

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Гори-зонт см	Подвижный фосфор, мг/кг		
			Осенью	В фазу выметывания метелок	Изменение ±
0	0	0-20	270	360	+90
		20-40	78	133	+55
	0,5 дозы	0-20	470	450	-20
		20-40	85	203	+118
	1 доза	0-20	370	320	-50
		20-40	83	255	+172
14 т/га	0	0-20	295	490	+195
		20-40	39	310	+271
	0,5 дозы	0-20	360	255	-105
		20-40	55	78	+23
	1 доза	0-20	320	420	+100
		20-40	140	320	+180
$НСР_{05}$			39	26	

Обеспеченность почвы подвижным фосфором на опытном участке Прохоровкого отделения находится на уровне средней и повышенной градации и значительно беднее по сравнению с почвой опытного участка Белгородского отделения. Динамика изменения количественных значений по содержанию в почве подвижного фосфора находится в зависимости от

уровней удобренности сои. Так, на контроле без применения удобрений содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы в фазу образования бобов сои по сравнению с исходным содержанием осталось неизменным – 148 мг/кг почвы, а при внесении половинной и полной дозы удобрений повысилось 50 и 22 мг/кг соответственно.

Таблица 52

Изменение содержания подвижного фосфора в почве ЗАО «Белгородская зерновая компания» Прохоровское отделение

Культура - соя 2012-2014 годы

Органические удобрения	Минеральные удобрения	Гори-зонт см	Подвижный фосфор, мг/кг		
			Осенью	В фазу формирования бобов	Изменение ±
0	0	0-20	148	148	+0
		20-40	112	78	-34
	0,5 дозы	0-20	160	210	+50
		20-40	138	133	-5
	1 доза	0-20	138	160	+22
		20-40	94	85	-9
сидерат	0	0-20	115	115	+0
		20-40	85	102	+17
	0,5 дозы	0-20	94	179	+85
		20-40	83	128	+45
	1 доза	0-20	102	138	+36
		20-40	70	94	+24
$НСР_{05}$			22	30	

Следовательно, применение даже незначительных доз фосфорсодержащих удобрений (30 кг/га под сою), приводит к повышению

концентрации усвояемого фосфора в пахотном слое почвы. В подпахотном горизонте (20-40 см) отмечается пусть незначительное (5 и 9 мг/кг) снижение подвижного фосфора по сравнению с исходными величинами (таблица 53).

Таблица 53

Изменение содержания подвижного фосфора в почве ЗАО «Белгородская зерновая компания» Прохоровское отделение

Культура - озимая пшеница 2012-2014 годы

Органические удобрения	Минеральные удобрения	Горизонт см	Подвижный фосфор, мг/кг		
			Осенью	В фазу налива зерна	Изменение ±
0	0	0-20	155	166	+11
		20-40	85	85	+0
	0,5 дозы	0-20	160	166	+6
		20-40	172	94	-78
	1 доза	0-20	148	166	+18
		20-40	70	92	+22
сидерат	0	0-20	128	128	+0
		20-40	62	70	+8
	0,5 дозы	0-20	169	102	-67
		20-40	65	74	+9
	1 доза	0-20	138	155	+17
		20-40	38	98	+60
$НСР_{05}$			28	39	

Обеспеченность почвы подвижным фосфором под посевами озимой пшеницы находилась на уровне средней градации. Именно в этих условиях проявляется высокая эффективность применения минеральных удобрений.

Порядок цифр по превышениям показателей содержания подвижного фосфора в пахотном и подпахотном горизонтам почвы по вариантам удобренности в фазу колошения озимой пшеницы дает представление об имевшем место недостатке этого элемента минерального питания в ответственейший период развития. Содержание усвояемого фосфора в пахотном слое почвы по всем трем уровням удобренности выражалось одной и той же величиной – 166 мг/кг а в подпахотном 85, 94 и 92 мг на контроле, половинной и полной дозах минеральных удобрений. Отсюда вывод: дозы удобрений были занижены.

Применение минеральных удобрений под кукурузу на зерно сопровождается повышением содержания в почве подвижного фосфора (табл. 54). Так, если в пахотном слое почвы на контроле без удобрений содержание подвижного фосфора составляло 166 мг/кг, то доза в 53 NPK повысила этот показатель до 195 мг, а $N_{105}P_{105}K_{105}$ до 210 мг/кг. Следует отметить, что на указанных вариантах исследований произошел рост обеспеченности почвы подвижным фосфором по сравнению с исходным содержанием.

Сидеральные удобрения в виде заделанной зеленой массы горчицы белой отличаются невысоким содержанием фосфорных соединений в своем составе. Данное обстоятельство послужило причиной снижения содержания подвижного фосфора в почве вариантов только с зеленым удобрением.

За период исследований сокращение обеспеченности чернозема опытного участка подвижными соединениями фосфора составило до 107 мг/кг почвы, что является значительной величиной.

В этой связи необходимо рассматривать сидеральные удобрения как эффективное средство повышения продуктивности последующих культур и повышения плодородия обрабатываемых почв только при высокой обеспеченности подвижным фосфором либо дополнительным внесением легкоусваиваемых соединений фосфатов с удобрениями.

Таблица 54

Изменение содержания подвижного фосфора в почве ЗАО «Белгородская зерновая компания» Прохоровское отделение

Культура – кукуруза на зерно 2012-2014 годы

Органические удобрения	Минеральные удобрения	Горизонт см	Подвижный фосфор, мг/кг		
			Осенью	В фазу выметывания метелки	Изме-нение ±
0	0	0-20	158	166	+8
		20-40	96	120	+24
	0,5 дозы	0-20	172	195	+23
		20-40	93	160	+67
	1 доза	0-20	148	210	+62
		20-40	64	92	+28
сидерат	0	0-20	235	128	-107
		20-40	172	98	-74
	0,5 дозы	0-20	255	245	-10
		20-40	112	138	+26
	1 доза	0-20	155	185	+30
		20-40	125	115	-10
$НСР_{05}$			30	21	

6.4. Изменение содержания обменного калия в зависимости от технологии возделывания зерновых культур

Произошедшие изменения в содержание обменного калия в пахотном и подпахотном слоях почвы под влиянием внесения органических и минеральных удобрений на озимой пшеницы свидетельствует о том, что под посевами озимой пшеницы происходят процессы иммобилизации усвояемого

калия из почвенных запасов. Между количеством обменного и ретро градированного (прочно связанного в почвенном поглотительном комплексе и поэтому недоступного для растений) калия существует равновесие, сдвигающиеся в ту или другую сторону (табл. 55).

Таблица 55

Изменение содержания обменного калия в почве ЗАО «Белгородская зерновая компания» Белгородское отделение

Культура - озимая пшеница 2012-2014 годы

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Горизонт см	Обменный калий, мг/кг		
			Осенью	В фазу налива зерна	Изменение ±
0	0	0-20	300	400	+100
		20-40	224	230	+6
	0,5 дозы	0-20	294	380	+86
		20-40	176	180	+4
	1 доза	0-20	270	265	-5
		20-40	152	140	-12
14 т/га	0	0-20	240	620	+380
		20-40	200	310	+110
	0,5 дозы	0-20	400	430	+30
		20-40	162	350	+188
	1 доза	0-20	342	700	+358
		20-40	190	400	+210
$НСР_{05}$			41	51	

На контрольном варианте без внесения удобрений ко времени наступления фазы налива зерна озимой пшеницы отмечается увеличение содержания обменного калия на 100 кг/кг по сравнению с исходным

содержанием осенью. При внесении калийных удобрений в дозе 40 и 80 кг/га действительного вещества содержание в почве обменного калия увеличивается, но на существенно меньшую величину, по сравнению с контрольным вариантом. Подтверждается тезис о том, что потребность в калийном питании озимой пшеницы возрастает с улучшением обеспеченности растений азотом от 0 на контроле до 40 кг при 0,5 дозе и 80 кг/га при одинарной дозе удобрений под озимую пшеницу (табл. 55).

Данные таблицы 55 относительно содержания в почве обменного калия подтверждают тот факт, что вносимый под озимую пшеницу компост следует рассматривать, прежде всего, как калийные удобрения. На фоне внесения только компоста превышение содержания обменного калия по сравнению с исходным значением составило 380 мг/кг, т.е. увеличилось с 240 до 620 мг/кг почвы в пахотном горизонте.

Судя по характеру экспериментальных данных, представленных в таблице 56, относительно обменного калия можно с полной уверенностью утверждать, что отмеченные закономерности по влиянию изученных факторов при возделывании кукурузы на зерно по обменному калию и совершенно идентичны имевшим место на озимой пшенице, как в отношении количественных, так и качественных связей.

Однако, обращает на себя внимание факт значительного увеличения запасов усваиваемых соединений калия в почве при внесении дозы минеральных удобрений, рассчитанных на планируемый урожай кукурузы на зерно.

В этом случае даже в нижнем слое почвы содержание обменного калия возрастает на величину 278 мг/кг, что переводит категорию обеспеченности этим элементов в очень высокую. Данное обстоятельство крайне благоприятно, т.к. обменно закрепленный калия является доступным элементов для сельскохозяйственных культур и может быть использован при необходимости.

Таблица 56

Изменение содержания обменного калия в почве ЗАО «Белгородская зерновая компания» Белгородское отделение

Культура – кукуруза на зерно 2012-2014 годы

Органические удобрения т/га	Минеральные удобрения	Горизонт см	Обменный калий, мг/кг		
			Осенью	В фазу выметывания метелок	Изме-нение ±
0	0	0-20	294	380	+86
		20-40	142	270	+128
	0,5 дозы	0-20	318	310	-8
		20-40	152	220	+68
	1 доза	0-20	330	530	+200
		20-40	152	430	+278
14 т/га	0	0-20	214	530	+236
		20-40	124	430	+306
	0,5 дозы	0-20	400	330	-70
		20-40	170	200	+30
	1 доза	0-20	410	560	+150
		20-40	214	470	+256
$НСР_{05}$			55	33	

По содержанию обменного калия в почве на опытном участке Прохоровкого отделения можно констатировать факт его повышения на вариантах удобренности по сравнению с контролем. Прямой связи между количеством внесенных удобрений и повышением содержания обменного калия в почве не установлено (таблица 57).

Таблица 57

Изменение содержания обменного калия в почве ЗАО «Белгородская зерновая компания» Прохоровское отделение

Культура - соя 2012-2014 годы

Органические удобрения	Минеральные удобрения	Горизонт см	Обменный калий, мг/кг		
			Осенью	В фазу формирования бобов	Изме-нение ±
0	0	0-20	318	470	+152
		20-40	246	290	+44
	0,5 дозы	0-20	306	620	+314
		20-40	212	330	+118
	1 доза	0-20	430	470	+40
		20-40	224	310	+86
сидерат	0	0-20	306	440	+134
		20-40	235	330	+95
	0,5 дозы	0-20	260	440	+180
		20-40	170	400	+230
	1 доза	0-20	265	530	+265
		20-40	185	330	+145
$НСР_{05}$			60	44	

Внесение удобрений способствовало росту содержания в почве обменного калия на посевах кукурузы на зерно (табл. 58). Применение половинной дозы минеральных удобрений увеличило содержание усвояемого калия в пахотном слое почвы в фазу выметывания метелок с 430 мг/кг $К_2О$ до 660 мг/кг, а полной дозы до 720 мг/кг.

Сидеральные удобрения повлияли на изменение содержания обменного калия в почве в меньшей степени, являясь скорее потребителями питательных

веществ из вносимых удобрений. Только в комплексе с минеральными удобрениями нами выявлен положительный эффект.

Таблица 58

Изменение содержания обменного калия в почве ЗАО «Белгородская зерновая компания» Прохоровское отделение,

Культура – кукуруза на зерно 2012-2014 годы

Органические удобрения	Минеральные удобрения	Горизонт см	Обменный калий, мг/кг		
			Осенью	В фазу выметывания метелок	Изме-нение ±
0	0	0-20	390	430	+40
		20-40	245	250	+5
	0,5 дозы	0-20	390	660	+270
		20-40	294	430	+136
	1 доза	0-20	380	720	+340
		20-40	193	380	+188
сидерат	0	0-20	600	400	-200
		20-40	400	330	-70
	0,5 дозы	0-20	520	720	+200
		20-40	250	280	+30
	1 доза	0-20	540	530	-10
		20-40	320	350	+30
$НСР_{05}$			34	29	

6.5. Условия для создания бездефицитного баланса гумуса и макроэлементов в почве

Одним из постулатов биологического земледелия является сохранение в агроценозах устойчивого баланса всех компонентов экологического

равновесия. В этой связи особого внимания заслуживает изучение влияния внедрения биологических составляющих при возделывании сельскохозяйственных культур на основные показатели плодородия эксплуатируемых почв.

В хозяйствах, где на высоком уровне находится отрасль животноводства (КРС, свиноводство или производство товарной птицы) данный показатель возможно регулировать внесением различных видов органических удобрений с заданными агрохимическими характеристиками. Однако, в Белгородской области, как и во всем Центрально-Черноземном экономическом регионе существует немало хозяйств, в которых осуществляется сугубо растениеводческая деятельность, а имеющаяся специализация диктует необходимость специфического подбора культур в севооборотах.

На примере такого хозяйства- ООО «Зерно Белогорья» Красненского района Белгородской области, нами подобраны элементы агротехнологий, при которых создаются предпосылки для бездифицитного баланса гумуса при биологическом способе ведения сельскохозяйственной деятельности. Структура посевных площадей, сложившаяся в хозяйстве за период проведения исследований представлена в таблице 59.

Таблица 59

Структура посевных площадей (га) в ООО «Зерно Белогорья»

Культуры	2012	2013	2014	2015
Озимая пшеница	7500	7663	4023	3798
Кукуруза на зерно	6500	11177	12269	11303
Подсолнечник	6500	6200	4070	3637
Соя	2500	125	2170	3794
Сахарная свекла	2000	-	-	-
Горчица (пожнивно)	8000	7500	4000	7300
Выводные поля	-	-	2500	2500
Всего	25000	25000	22500	22500

Из приведенной таблицы можно сделать вывод о том, что культуры в хозяйстве - зерновые, занимают в настоящий момент 100 % площади пашни, Необходимо отметить, что площади посевов под соей в хозяйстве по сравнению с 2013 годом значительно увеличились, что отвечает внутрихозяйственным потребностям.

Анализ урожайности основных полевых культур в хозяйстве показал, что она находится на достаточно высоком уровне по причине достаточного минерального питания, высокого потенциального плодородия пахотных угодий и благотворном влиянии промежуточных посевов горчицы на режим влагообеспеченности полей (табл. 60).

Таблица 60

Урожайность сельскохозяйственных культур (т/га)

Культуры	2012	2013	2014	2015
Озимая пшеница	3,2	4,0	4,0	4,0
Кукуруза на зерно	4,7	6,0	6,0	6,0
Подсолнечник	2,5	2,5	2,5	2,5
Соя	1,3	2,0	2,0	2,0
Сахарная свекла	40,0	-	-	-
Горчица (пожнивно)	20,0	20,0	20,0	20,0/15,0

Экспериментальные данные показывают, что в хозяйстве ООО «Зерно Белогорья» по всем основным сельскохозяйственным культурам получают стабильную урожайность, которая не изменяется в зависимости от климатических условий при условии расчета средних значений по хозяйству. Следует отметить, что начиная с 2013 года урожайность у всех культур была выше по сравнению с 2012 годом по причине высокой культуры земледелия и соблюдения севооборотов.

Баланс азота, фосфора и калия

В ООО «Зерно Белогорья» ввиду отсутствия отрасли животноводства система удобрения, применяемая в хозяйстве состоит из внесения минеральных удобрений и посева сидеральной пожнивной культуры- горчицы белой, которая, разлагаясь в почве, обогащает ее питательными веществами, в свою очередь насыщая ее доступными формами азота, фосфора и калия. Кроме того источником питательных элементов для растений служит нетоварная часть урожая (солома, листостебельная масса), полностью оставляемая на поле после измельчения.

В первый год существования хозяйства (2011) под урожай следующего года внесены минеральные удобрения в дозах, близких к потребности растений на планируемый урожай. Также произведен посев горчицы на площади 8000 га.

В последующем система удобрения в принципе не претерпела изменений. Объем применяемых удобрений за три года показан в таблице 61.

Таблица 61

Применение минеральных удобрений под урожай сельскохозяйственных культур (кг/га д.в.)

Культуры	2012			2013			2014		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Озимая пшеница	88	26	26	88	26	26	100	26	26
Кукуруза на зерно	160	65	65	160	65	65	120	46	32
Подсолнечник	86	32	32	73	35	35	100	46	32
Соя	56	19	19	30	-	-	30	-	-
Сахарная свекла	150	130	130	-	-	-	-	-	-

Для оценки эффективности существующей системы удобрения нами были произведены расчеты баланса питательных элементов (азота, фосфора и калия) в земледелии ООО «Зерно Белогорья» по методике Всероссийского научно-исследовательского института земледелия и защиты почв от эрозии, разработанной для Центрально-Черноземной зоны (Чуян, 2000). Расчет основывается на разности приходной и расходной частей баланса. Результаты приведены в таблицах 62,63 и 64, подробные данные в приложениях У, Ф, Х.

Таблица 62

Баланс элементов питания в земледелии ООО «Зерно Белогорья»

2012 год

Культура	Площадь, га	Урожай-ность, ц/га	Валовый сбор, т	Баланс, кг/га		
				азот	фосфор	калий
Озимая пшеница	7500	3,2	24000	-16	-6	-25
Сахарная свекла	2000	40,0	80000	-81	+62	-130
Кукуруза на зерно	6500	4,7	30550	+72	+49	-48
соя	2500	1,3	3250	-6	-2	-11
подсолнечник	6500	2,5	16250	-12	-5	+53
Горчица (пожнивно)	8000	20,0	160000	+100	+20	+60
всего				+40	+23	+2

Анализ полученных данных показывает, что в 2012 году баланс основных элементов питания растений имел положительные величины по азоту и фосфору и почти нулевой по калию. В этом году сельскохозяйственные культуры получили минеральные удобрения в

количествах, обеспечивающих покрытие хозяйственного выноса в полном объеме.

В следующим сельскохозяйственном году при общем сохранении абсолютных показателей удобренности, в структуре посевных площадей произошли кардинальные изменения (табл. 63). В целях получения максимальной прибыли и оптимизации затрат на производство растениеводческой продукции руководством хозяйства принято решение отказаться от возделывания сахарной свеклы и значительно (на 95 %) сократить посевы сои, увеличив почти в два раза посевные пощади зерновой кукурузы, как культуры, имеющей гарантированный рынок сбыта и стабильно высокую закупочную цену.

Таблица 63

Баланс макроэлементов в разрезе сельскохозяйственных культур

ООО «Зерно Белогорья»

2013 год

Культура	Площадь, га	Урожай-ность, ц/га	Валовый сбор, т	Баланс, кг/га		
				азот	фосфор	калий
Озимая пшеница	7663	4,0	30652	-39	-14	-38
Кукуруза на зерно	11177	6,0	67062	+52	+44	-80
Подсолнечник	6200	2,5	15500	-28	-1	-57
соя	125	2,0	250	-10	-4	-6
Горчица (поживно)	7500	20		+100	+20	+60
всего				+22	+20	-27

Кукуруза, как культура, выносящая с зерном значительное количество калия, несмотря на сбалансированную систему удобрения в целом по хозяйству, дала слабоотрицательный баланс калия.

По азоту и фосфору ситуация в целом складывается более благоприятно. По итогом хозяйственной деятельности почва обогащается на каждый гектар 22 кг минерального азота и 20 кг фосфора.

Под урожай 2014 года в ООО «Зерно Белогорья» осуществилось внесение минеральных удобрений в количествах, в соответствии с экономическими возможностями хозяйства. Если удобрение подсолнечника по азоту даже несколько увеличилось (на 26 кг/га), то по другим культурам произошло изменение доз и соотношений вносимых удобрений в зависимости от приобретаемого ассортимента. Конъюнктура аграрного рынка диктует необходимость изменения структуры посевных площадей. В связи с вновь возникшим интересом к такой высокобелковой культуре, как соя, ее посевные площади значительно увеличены (на 2000 га), продолжали увеличиваться площади под кукурузой (на 1100 га), а площади подсолнечника и озимой пшеницы, наоборот сокращались (на 2100 и 3600 га соответственно). Кроме того, принято решение почти вдвое уменьшить применение технологии промежуточного посева. Все это в комплексе усугубило отрицательный баланс по калию и определило баланс азота и фосфора как близкие к нулевым величинам (табл. 64).

Таблица 64

Баланс макроэлементов в разрезе сельскохозяйственных культур

ООО «Зерно Белогорья», 2014 г

Культура	Площадь, га	Урожай-ность, ц/га	Валовый сбор, т	Баланс, кг/га		
				азот	фосфор	калий
Озимая пшеница	4023	4,0	16092	-3	-3	-7
Кукуруза на зерно	12269	6,0	73614	+6	+14	-61
Подсолнечник	4070	2,5	10175	-16	+2	+10
Соя	2170	2,0	4340	-7	-5	-7
Горчица (поживно)	4000	20,0		+100	+20	+60
всего	22500			-2	+12	-54

Баланс гумуса

Интегральным показателем плодородия любой почвы является содержание в ней специфического вещества сложной этиологии- гумуса, который служит стабилизирующим компонентов всех почвенных процессов, стратегическим запасом питательных веществ, отвечает за водный, воздушный, пищевой режим почвы. Именно поэтому крайне необходимо во всех агротехнологиях учитывать создание условий для бездифицитного баланса гумуса.

Нами проанализированы данные по балансу органического вещества в почвах хозяйства за период 2012-2014 сельскохозяйственные годы, рассчитанные по методике Всероссийского научно-исследовательского института земледелия и защиты почв от эрозии, разработанной для Центрально-Черноземной зоны (Чуян, 2000). Расчет основывается на разности приходной и расходной частей баланса.

Как показывают данные, в 2012 году в структуре посевных площадей преобладали в основном гумусоразрушающие культуры- подсолнечник, кукуруза и, особенно, сахарная свекла (табл. 65). Несмотря на значительные посевы горчицы, являющейся хорошим природным почвовосстановителем, баланс органического вещества в почвах хозяйства был зафиксирован на отметке двухсоткиллограмогого дефицита на гектар севооборотной площади. Учитывая, что на каждом гектаре почв хозяйства в среднем содержится 157,8 тонн гумуса потеря менее одной сотой процента для чернозема не представляет угрозы для потенциального плодородия.

В 2013 году хозяйство отказалось от возделывания высокозатратной сахарной свеклы в пользу зернового клина, что учитывая сохранившийся почти на прошлогоднем уровне объем посева горчицы и использование нетоварной части урожая в качестве органического удобрения, дало в сумме слабоположительный баланс гумуса на уровне 0,09 т/га (табл. 66).

Под урожай 2014 года было запланировано сокращение вдвое посева озимой пшеницы и, как следствие, двухкратное сокращение промежуточных

посевов. Расчетный баланс гумуса в этом случае составил 200 кг/га дефицита, что безусловно, предопределяет отрицательную тенденцию этого показателя (табл. 67).

Создание сбалансированного хозяйствования при билогизации земледелия

Основной целью любого сельскохозяйственного производства является получение максимальной прибыли. Таким образом, структура посевных площадей хозяйства подчиняется, прежде всего текущей конъюнктурой рынка и может несколько изменяться только в пределах незначительных величин по площади. Стратегической же целью является сохранение плодородия почвы, баланса биофильных элементов и органического вещества. Для стабилизации данных показателей руководством компании по нашим рекомендациям принято решение применять посев горчицы как сидеральной пожнивной культуры также и после подсолнечника. Климат Красненского района позволяет возделывать гибриды подсолнечника интенсивного типа с сокращенным сроком вегетации. Уборка этой культуры осуществляется в конце августа-начале сентября в сжатые сроки. Сразу после уборки в верхний, еще сохранивший влагу, слой заделываются семена горчицы. Срок активной вегетации составляет в этом случае около двух месяцев, что позволяет сформировать надземную биомассу в объеме около 15 т/га.

Система удобрения под урожай 2014 года отличается сбалансированностью по азоту и фосфору и не покрывает потребности растений в калии, что сказалось на расчетном балансе этого элемента- 54 кг/га в год дефицита. В данном случае культуры, выносящие значительное количество калия с урожаем (кукуруза, подсолнечник) значительно сокращают почвенные запасы этого элемента, что, учитывая ограниченный набор культур в севообороте хозяйства, чревато недобором урожая в дальнейшем (табл. 68).

Таблица 65

Расчет баланса гумуса в почве (%) ООО «Зерно Белогорья» 2012 год

Культура	Площадь, га	Урожай, т/га	Коэффициент пересчета на пожнивно корневые остатки и побочную продукцию	Масса пожнивно-корневых остатков, т/га	Масса пожнивно-корневых остатков всего, т	Коэффициент перевода пожнивно корневых остатков не	Поступило органического вещества, тонн	Коэффициент гумификации	Условно образовано гумуса из органического вещества пожнивно-корневого остатка, т	Содержание гумуса, %	Запасы гумуса в 0-30 см, т/га	Общее количество гумуса, т	Коэффициент минерализации	потери гумуса от минерализации, т	Баланс гумуса -+ , тонн	Баланс гумуса на га, +- т/га
Озимая пшеница	7500	3,2	2,0	6,4	48000	0,8	38400	0,2	7680	5,26	157,8	1183500	0,007	8284	-604	-0,08
Сахарная свекла	2000	40,0	0,2	8,0	16000	0,8	12800	0,1	1280	5,26	157,8	315600	0,014	4418	-3138	-1,57
Кукуруза на зерно	6500	4,7	2,5	11,75	76375	0,8	61100	0,15	9165	5,26	157,8	1025700	0,014	14360	-5195	-0,79
соя	2500	1,3	1,5	2,0	5000	0,8	4000	0,2	800	5,26	157,8	394500	0,007	2762	-1962	-0,78
подсолнечник	6500	2,5	3,5	8,75	56875	0,8	45500	0,15	6825	5,26	157,8	1025700	0,014	14360	-7535	-1,16
Горчица (пожнивно)	8000	20,0	1,0	20,0	160000 160000	0,18 0,8	28800 128000	0,2 0,1	5760 12800 = 18560	5,26	157,8	1262400	0,004	5050	+1351 0	+1,69
Всего	25000				522250		318600		44310			5207400		49234	-4924	
На 1 га					20,89		12,74		1,77					1,97	-0,20	

Таблица 66

Баланс гумуса в почве (%) ООО «Зерно Белогорья» 2013 год

Культура	Площадь, га	Урожай, т/га	Приходная часть баланса							Расходная часть баланса				Баланс гумуса -+ , тонн	Баланс гумуса на га, +- т/га
			Коэффициент пересчета на пожнивно корневые остатки	Масса поживно-корневых остатков, т/га	Масса поживно-корневых остатков всего, т	Коэффициент перевода пожнивно корневых остатков не	Поступило органического вещества, тонн	Коэффициент гумификации органического вещества	Условно образовано гумуса из органического вещнства , т	Запасы гумуса, т/га	Общее количество гумуса, т	Коэффициент минерализации	потери гумуса от минерализации, т		
Озимая пшеница	7663	4,0	2,0	8,0	61304	0,8	49043	0,2	9809	157,6	1207689	0,007	8454	+1355	+0,18
Кукуруза на зерно	11177	6,0	2,5	15,0	167655	0,8	134124	0,15	20119	157,6	1761495	0,014	24661	-4542	-0,41
Подсолнеч-ник	6200	2,5	3,5	8,75	54250	0,8	43400	0,15	6510	157,6	977120	0,014	13680	-7170	-1,16
соя	125	2,0	2,0	4,0	500	0,8	400	0,2	80	157,6	19700	0,007	138	-58	-0,46
Горчица (пожнивно)	7500	20	1,0	20,0	150000 150000	0,18 0,8	27000 120000	0,2 0,1	5400 12000	157,6	1180125	0,004	4720	+12680	+1,69
всего	25000								53918				51653	+2265	
На 1 га									2,16				2,07	+0,09	

Таблица 67

Баланс гумуса в почве (%) ООО «Зерно Белогорья» 2014 год

Культура	Площадь, га	Урожай, т/га	Приходная часть баланса							Расходная часть баланса				Баланс гумуса -+ , тонн	Баланс гумуса на га, +- т/га
			Коэффициент пересчета Побочную продукцию и пожнивно корневые	Масса поживно-корневых остатков, т/га	Масса поживно-корневых остатков всего, т	Коэффициент перевода пожнивно корневых остатков не органическое	Поступило органического вещества, тонн	Коэффициент гумификации органического вещества	Условно образовано гумуса из органического вещества , т	Запасы гумуса, т/га	Общее количество гумуса, т	Коэффициент минерализации	потери гумуса от минерализации, т		
Озимая пшеница	4023	4,0	2,0	8,0	32184	0,8	25747	0,2	5149	157,69	634387	0,007	4441	+708	+0,18
Кукуруза на зерно	12269	6,0	2,5	15,0	184035	0,8	147228	0,15	22084	157,69	2000928	0,014	28013	-5929	-0,48
Подсолнеч-ник	4070	2,5	3,5	8,75	35612	0,8	28490	0,15	4274	157,69	641789	0,014	8985	-4711	-1,16
соя	2170	2,0	2,0	4,0	8680	0,8	9644	0,2	1389	157,69	342187	0,007	2395	-1006	-0,46
Горчица (поживно)	4000	20,0	1,0	20,0	80000 80000	0,18 0,8	14400 60000	0,2 0,1	2880 6000	157,69	628320	0,004	2513	+6367	+1,59
всего	22500								41776				46347	-4571	
На 1 га									1,86				2,06	-0,20	

По нашим предложениям в 2014 году под урожай-2015 скорректирована доза минеральных удобрений под основную культуру хозяйства- кукурузу на зерно. Количество внесенного минерального калия с удобрениями соответствует дозе азота, что в целом согласуется с научными рекомендациям. Таким образом установленная система удобрения под кукурузу составляет 100 кг азота, 50- фосфора и 100- калия на каждый гектар посева в действующем веществе (приложение Ц).

Результатом данного мероприятия явился стабильный баланс калия на полях хозяйства. В отношении изменения содержания в почве органического вещества в процессе хозяйственной деятельности является применение органических удобрений в виде сидеральных культур и пожнивно-корневых остатков.

Таблица 68

Баланс гумуса 2015 год

Культура	Площадь, га	Урожай, т/га	Приходная часть баланса							Расходная часть баланса				Баланс гумуса -+ , тонн	Баланс гумуса на га, +- т/га
			Коэффициент пересчета Побочную продукцию и пожнивно корневые	Масса поживно-корневых остатков, т/га	Масса поживно-корневых остатков всего, т	Коэффициент перевода пожнивно корневых остатков не органическое	Поступило органического вещества, тонн	Коэффициент гумификации органического вещества	Условно образовано гумуса из органического вещества , т	Запасы гумуса, т/га	Общее количество гумуса, т	Коэффициент минерализации	потери гумуса от минерализации, т		
Озимая пшеница	3798	4,0	2,0	8,0	30384	0,8	24307	0,2	4861	157,49	598147	0,007	4187	+674	+0,18
Кукуруза на зерно	11303	6,0	2,5	15,0	169545	0,8	135636	0,15	20345	157,49	1780109	0,014	24921	-4576	-0,40
подсолнечник	3637	2,5	3,5	8,75	31824	0,8	25459	0,15	3819	157,49	572791	0,014	8019	-4200	-1,15
соя	3794	2,0	2,0	4,0	15056	0,8	12045	0,2	2409	157,49	597519	0,007	4182	-1773	-0,47
Горчица (по пшенице)	3700	20,0	1,0	20,0	74000 74000	0,18 0,8	13320 59200	0,2 0,1	2664 5920	157,49	582713	0,004	2330	+6254	+1,69
Горчица (по подсолн.)	3600	15,0	1,0	15,0	54000 54000	0,18 0,8	9720 43200	0,2 0,1	1944 4320	157,49	566964	0,004	2267	+3997	+1,11
всего	22500								46282				45906	+376	
На 1 га									2,06				2,04		+0,02

Таблица 69

Баланс элементов питания в земледелии ООО «Зерно Белогорья»

2015 год

Культура	Площадь, га	Урожай-ность, ц/га	Валовый сбор, т	Баланс, кг/га		
				азот	фосфор	калий
Озимая пшеница	3798	4,0	15192	-9	-14	-38
Кукуруза на зерно	11303	6,0	67818	-2	+29	-44
Подсолнечник	3637	2,5	9092	-101	+10	+54
Соя	3794	2,0	7588	-65	-45	-68
Горчица (по пшен.)	3700	20		+100	+20	+60
Горчица (по подсолн.)	3600	15		+75	+15	+45
Итого	**22500**			-2	+15	+9

В целом, на примере данного хозяйства, мы можем рекомендовать посев промежуточных сидеральных культур, нулевую обработку почвы и обязательное оставление на поле измельченной нетоварной части урожая как мощные факторы стабилизации всех показателей и создание условий для расширенного воспроизводства плодородия черноземов при одновременном получении высоких стабильных урожаев сельскохозяйственных культур.

ГЛАВА 7. ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ ИХ ВОЗДЕЛВАНИЯ

7.1. Урожайность и элементы структуры продуктивности сои в зависимости уровня удобренности и способа основной обработки почвы

Как показали результаты исследований технологий возделывания сои, положительное действие удобрительного продукта выявлено достаточно четко. Так, на контроле без применения удобрений, урожайность зерна сои составила всего 14,9 ц/га, что для юго-западной части Центрально-Черноземного региона России является невысоким показателем (рис. 7). Минеральные удобрения даже в незначительной дозе 15 кг/га д.в. позволили стабилизировать показатели продуктивности сои и получить 21 ц/га (табл. 68). Данный факт позволяет предположить, что такая доза минеральных туков, внесенных с осени под основную обработку почвы позволила стимулировать потребление растениями почвенных запасов и в полной мере запустило процесс азотфиксации, как наиболее эффективный источник поступления азота в критический период потребления растениями.

Дальнейшее повышение дозы минеральных удобрений вдвое не способствовало увеличению зерновой продуктивности соевых бобов. На этих делянках урожай составил 19,4 ц/га, что позволяет нам сделать вывод о нежелательности избыточного минерального питания в технологиях возделывания сои. Данный тезис особенно актуален в годы с недостаточным увлажнением и повышенной температурой воздуха в период вегетации. В оптимальные года эта тенденция выражена слабее, хотя и имеет место быть.

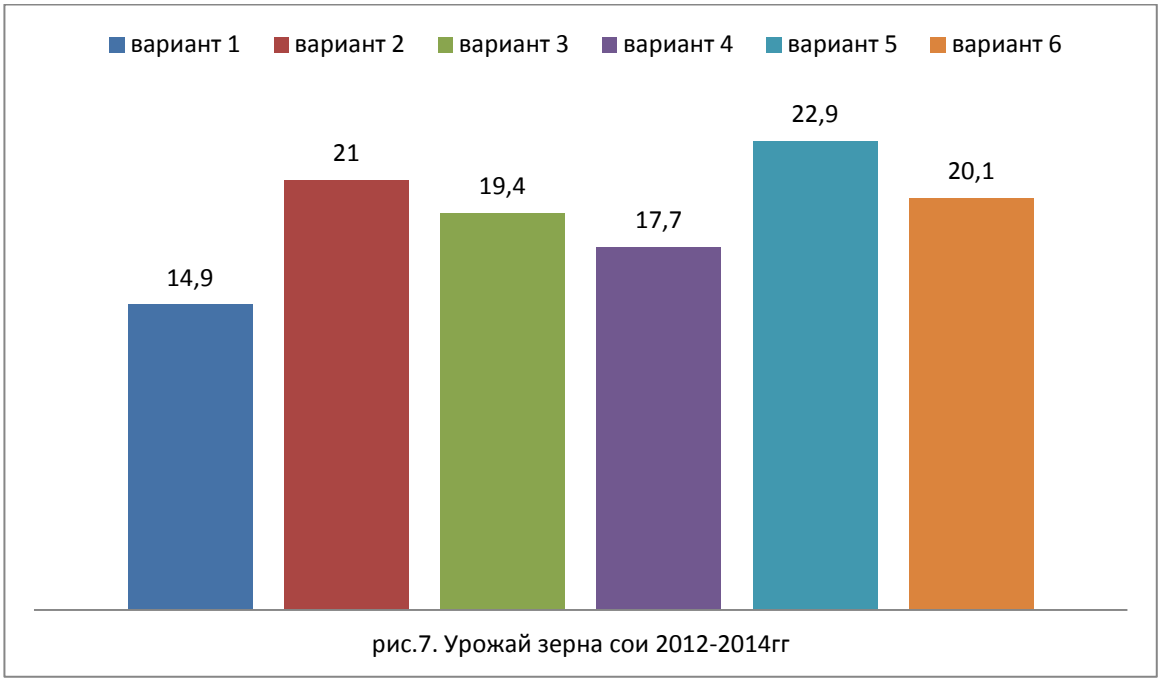


рис.7. Урожай зерна сои 2012-2014гг

Органические удобрения в чистом своем действии несколько увеличили урожайность по сравнению с контролем на 2,8 ц/га с сохранением тех же закономерностей, что и при чисто минеральной системе удобрений. Максимальная продуктивность сои зафиксирована на вариантах с половинной дозой минеральных удобрений на фоне органики- 22,9 ц/га.

Сноповой анализ растений сои в период полной спелости позволяет констатировать оптимальные значения количества бобов, зерен и их вес на вариантах с умеренными дозами удобренности. На соотношение соломы к зерну, высоту растений и прикрепления нижних бобов изучаемые факторы практически не оказали воздействия.

Таблица 70

Элементы структуры урожая сои в зависимости от изучаемых факторов.

Белгородское отделение.

2012-2014 год.

		Элементы структуры урожая (одно растение в среднем)						
Норма внесения компоста	Варианты опыта	Количество плодоносящих узлов, шт.	Высота прикрепленных нижних бобов, см	Наличие бобов, шт.	Количество семян, шт.	Вес 1000 зерен, г	Высота растений, см	Соотношение зерно: солома
0	-	10,7	10,7	23,2	40,7	128,4	62,0	1:1,5
	0.5 NPK	14,2	12,0	30,4	54,2	156,9	66,0	1:1,2
	1NPK	14,6	12,5	32,1	50,4	153,3	69,0	1:1,1
1**	-	11,6	12,0	28,6	46,2	133,7	65,2	1:1,3
	0.5 NPK	15,0	11,6	32,0	55,3	160,1	68,1	1:1,2
	1NPK	14,9	11,9	29,8	51,0	158,0	66,6	1:1,2
	$НСР_{05}$	0,9	-	2,0	3,4	10,2	-	-

* 0,5 дозы NPK – $N_{15}P_{15}K_{15}$; 1 доза NPK - $N_{30}P_{30}K_{30}$ ** сидераты

Первой культурой, которой осуществлялось вхождение в опыт по изучению сидеральных культур, являлась соя. Элементы структуры продуктивности во многом определялись уровнем удобренности растений (табл. 69). Например, количество плодоносящих узлов в среднем на одно растение составило на контроле без применения удобрений 10,7 штук, при внесении $N_{15}P_{15}K_{15}$ количество их возросла до 14,2, а полная доза удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ повысило число плодоносящих узлов до 14,6 штук в среднем на одно растение. Отсюда следует, что увеличение дозы удобрений не оказывало существенного, достоверного влияния на данный показатель продуктивности сои (табл. 70).

Высота прикрепления нижних бобов весьма значима в технологическом плане. Чем выше нижние бобы прикреплены к стеблю, тем меньше потери семян сои при уборке комбайном, что обеспечит повышение бункерного веса.

При повышении дозы вносимых удобрений от половинной до полной количество бобов на одном растении увеличилось на 1,7 штук, однако число семян стало меньшим с 54,2 до 50,4 на растение, при этом разница в данном показателе находится в пределах $НСР_{05}$, т.е. математически доказуема и следовательно достоверна (табл. 71).

Таблица 71

Элементы структуры урожая сои в зависимости от изучаемых факторов.

ВЗК. Прохоровское отделение.

2012-2014 годы.

		Элементы структуры урожая (одно растение в среднем)						
Сидераты	Варианты опыта	Количество плодоносящих узлов, шт.	Высота прикрепленных нижних бобов, см	Наличие бобов, шт.	Количество семян, шт.	Вес 1000 зерен, г	Высота растений, см	Соотношение зерно: солома
0	-	10,7	10,7	23,2	40,7	128,4	62,0	1:1,5
	0.5 NPK*	14,2	12,0	30,4	54,2	156,9	66,0	1:1,2
	1NPK	14,6	12,5	32,1	50,4	153,3	69,0	1:1,1
сидерат	-	11,7	11,7	26,0	46,7	133,1	64,0	1:1,4
	0.5 NPK	13,3	12,8	29,9	52,2	156,1	67,0	1:1,1
	1NPK	14,7	12,5	32,3	51,8	154,8	69,0	1:1,2
	$НСР_{05}$	0,9	-	2,0	3,4	10,2	-	-

* 0,5 дозы NPK – $N_{15}P_{15}K_{15}$; 1 доза NPK - $N_{30}P_{30}K_{30}$

Усиление уровня минерального питания сои способствовало росту вегетативной массы растений (высота растений в среднем на контроле составила 62,0 см, при половинной дозе 66,0 см и полной 69,0 см), что привело к образованию щуплого зерна (сократился вес 1000 зерен) и уменьшению соотношения зерна к соломе. По вариантам опыта с посевом сидеральных культур величины структуры продуктивности сои не претерпели существенных изменений.

Все эти обстоятельства не смогли не сказаться на величине урожая семян сои по вариантам опыта (рис. 8). Следует отметить, что эффективное плодородие почвы на опытном участке Прохоровского отделения ниже по сравнению с Белгородским отделением. В этих условиях за счет почвенных запасов усвояемых питательных веществ на полях Прохоровского отделения был сформирован урожай зерна сои всего 10,3 ц/га. Установленная полная доза удобрений под плановый урожай сои (30 NPK) оказалась явно недостаточной для достижения намеченных целей. Урожай зерна на фоне полной дозы удобрений составил всего 14,6 ц/га при половинной дозе 15,2 ц/га (рис. 8).

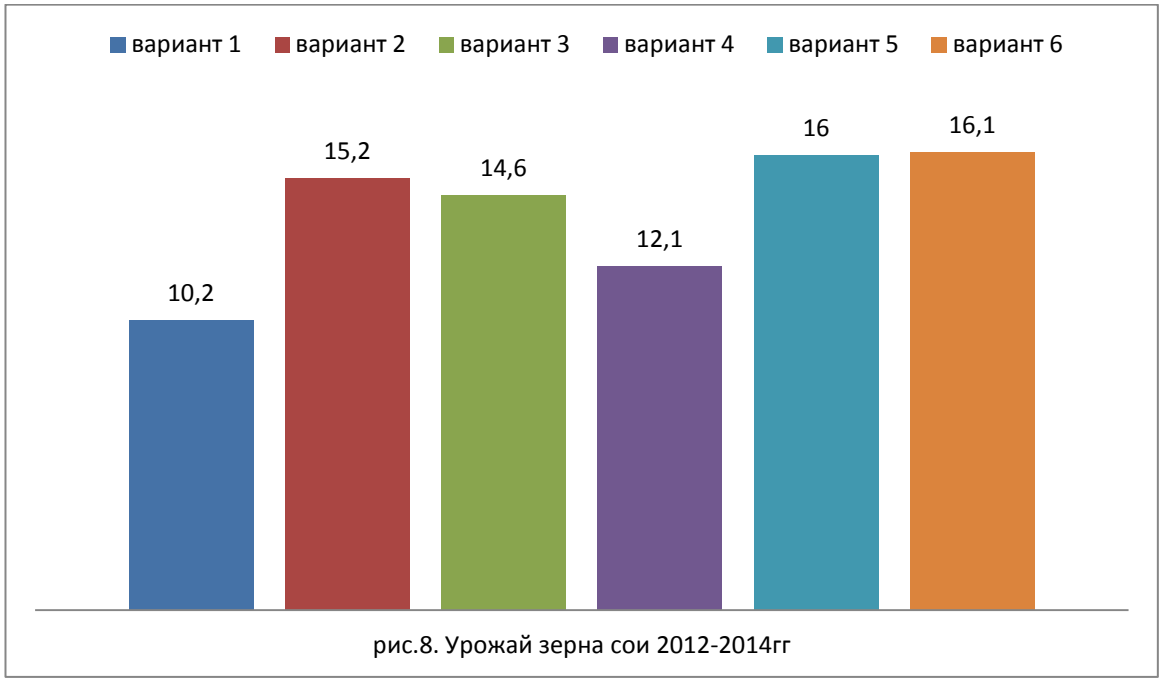


рис.8. Урожай зерна сои 2012-2014гг

На опыте по изучению различных видов, доз и сроков внесения органических удобрений урожайность сои на неудобренных вариантах составила 18,9 ц/га при поверхностной обработке почвы и 20,1 ц/га при глубокой вспашке.

Органические удобрения воздействовали на показатель продуктивности зерна сои неоднозначно. Высокие доза органики при поверхностном способе заделки не показали адекватной прибавки урожая-превышение над контролем составило от 5,3 от свиноводческих стоков до 8,8 ц/га при полной дозе компоста на основе птичьего помета. Минеральные удобрения занимали промежуточное положение с величиной прибавки 6,8 ц/га.

При глубокой отвальной обработке почвы вышеуказанные тенденции сохраняются при несколько меньших абсолютных величинах.

Снижение дозы удобрений вдвое позволило получить практически такой же результат, как и при дозах, рассчитанных на планируемый урожай. Прибавки составили 4,4- 9,6 ц/га.

Оптимальным вариантом удобрения сои по результатам исследований можно признать совместное внесение половинных доз птичьего помета и свиноводческих стоков. На этих делянках получен урожай 33,4 ц/га.

Различные вида, дозы и сроки применения органических удобрений привели к ярко выраженной дифференциации показателей продуктивности сои.

Уровень плодородия чернозема опытного участка позволил сформировать на вариантах без применения удобрений 15,8 ц/га зерна при поверхностном способе обработки почвы. Минеральные удобрения в дозе, рассчитанной на планируемый урожай практически не оказали позитивного влияния на показатель урожайности. Сбор зерна на этом варианте опыта составил 17,3-17,5 ц/га, что говорит скорее о тенденции влияния. Объяснение данному факту следует искать в особенностях микробиологической активности под посевами сои. При визуальном осмотре корневой системы на

делянках, удобренных азофоской, обнаружено практически полное отсутствие клубеньков, что говорит о крайне невысокой биологической фиксации атмосферного азота бобово-ризобиальным комплексом сои. Избыточное азотное питание сои на начальном этапе развития растений спровоцировало угнетение корневой системы, задержку в прохождении фаз онтогенеза и, как следствие, невысокую отдачу от вносимых удобрений.

Органические удобрения, благодаря наличию в своей структуре свежего органического вещества, собственного микробиологического сообщества, показали достаточно высокую эффективность. Свиноводческие стоки, как в полной, так и в половинной дозе, позволили получить дополнительно от 3,8 до 7,7 ц/га зерна при большей эффективности при дробном внесении с наименьшей существенной разницей по опыту 2,7 ц/га.

Куриный помет, как концентрированное органическое удобрение, способствовал получению урожайности сои на уровне 22,5- 27,6 ц/га (рис. 9).

Лучшим вариантом опыта по его влиянию на зерновую продуктивность сои является совместное внесение птичьего помета и свиноводческих стоков в половинных нормах на планируемый урожай. Полученная в этом случае урожайность- 33 ц/га- намного превышает среднеобластную.

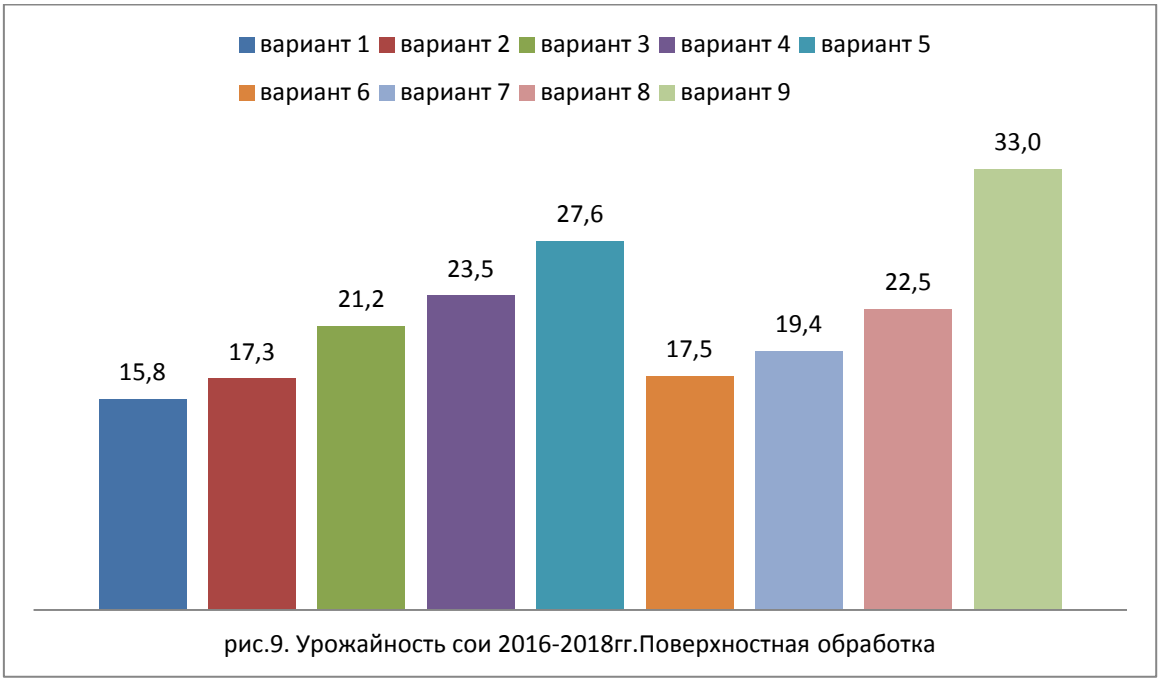


рис.9. Урожайность сои 2016-2018гг.Поверхностная обработка

Отвальная глубокая обработка почвы способствовала получению более высокой урожайности сои по всем вариантам опыта с сохранением всех отмеченных выше закономерностей по влиянию удобрительных продуктов. Однако, полученная прибавка 1,5- 2,5 ц/га не относится к математически достоверной и в этом случае уместнее говорить о тенденции. Лучшим вариантом, как и при поверхностной обработке, было совместное внесение жидких и твердых органических удобрений с несколько меньшей величиной 32,2 ц/га (рис. 10).

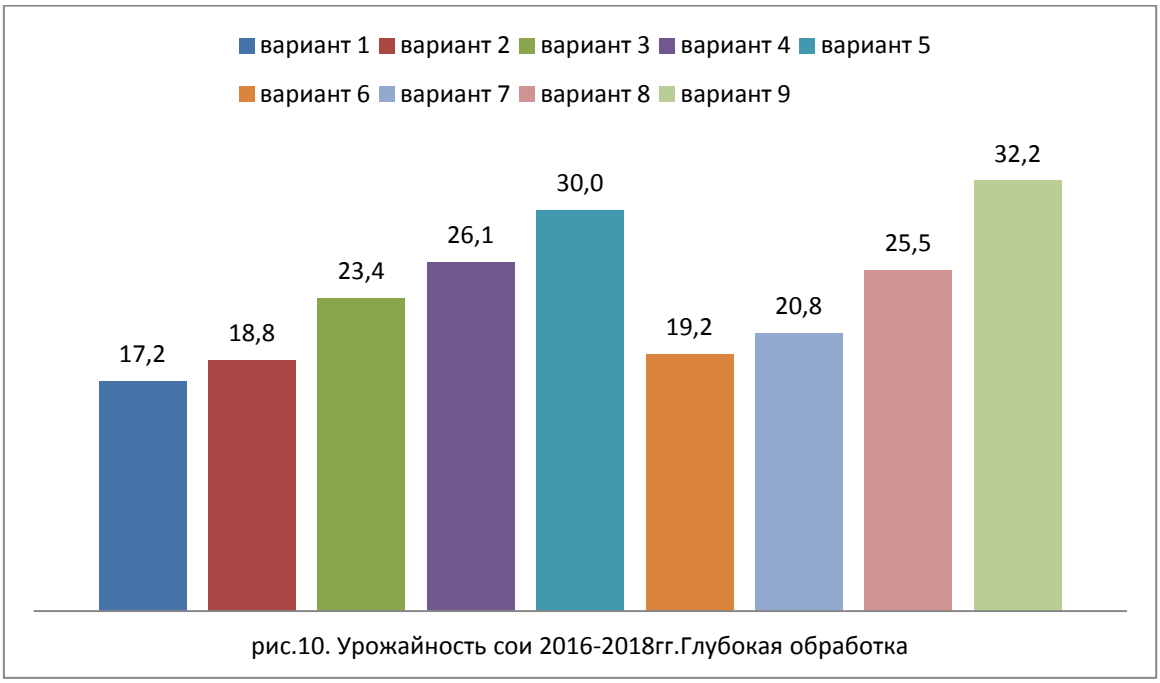


рис.10. Урожайность сои 2016-2018гг.Глубокая обработка

Элементы структуры урожайности сои на опыте по изучению гранулированных удобрений во многом определялись уровнем удобренности растений. Например, количество плодоносящих узлов в среднем на одно растение составило на контроле без применения удобрений 10,7 штук, при внесении компоста количество их возросла до 14,2, а полная доза БГК-ВН повысила число плодоносящих узлов до 14,6 штук в среднем на одно растение. Отсюда следует, что увеличение дозы удобрений не оказывало существенного, достоверного влияния на данный показатель продуктивности сои.

Высота прикрепления нижних бобов весьма значима в технологическом плане. Чем выше нижние бобы прикреплены к стеблю, тем меньше потери семян сои при уборке комбайном, что обеспечит повышение бункерного веса.

При повышении дозы вносимых удобрений от 2 до 6 т/га БГК-ВН количество бобов на одном растении увеличилось на 7-9 штук, также число семян стало большим с 50 до 59 на растение, при этом разница в данном показателе находится в пределах $НСР_{05}$, т.е. математически доказуема и следовательно достоверна. Усиление уровня минерального питания сои способствовало росту вегетативной массы растений (высота растений в среднем на контроле составила 84,0 см, при применении свиностоков 96,0 см и при БГК-ВН в полной дозе 102,0 см).

Все эти обстоятельства не смогли не сказаться на величине урожая семян сои по вариантам опыта. Следует отметить, что эффективное плодородие почвы на опытном участке поля № 2 выше по сравнению с кукурузным. В этих условиях за счет почвенных запасов усвояемых питательных веществ был сформирован урожай зерна сои 17-22 ц/га (рис. 11).

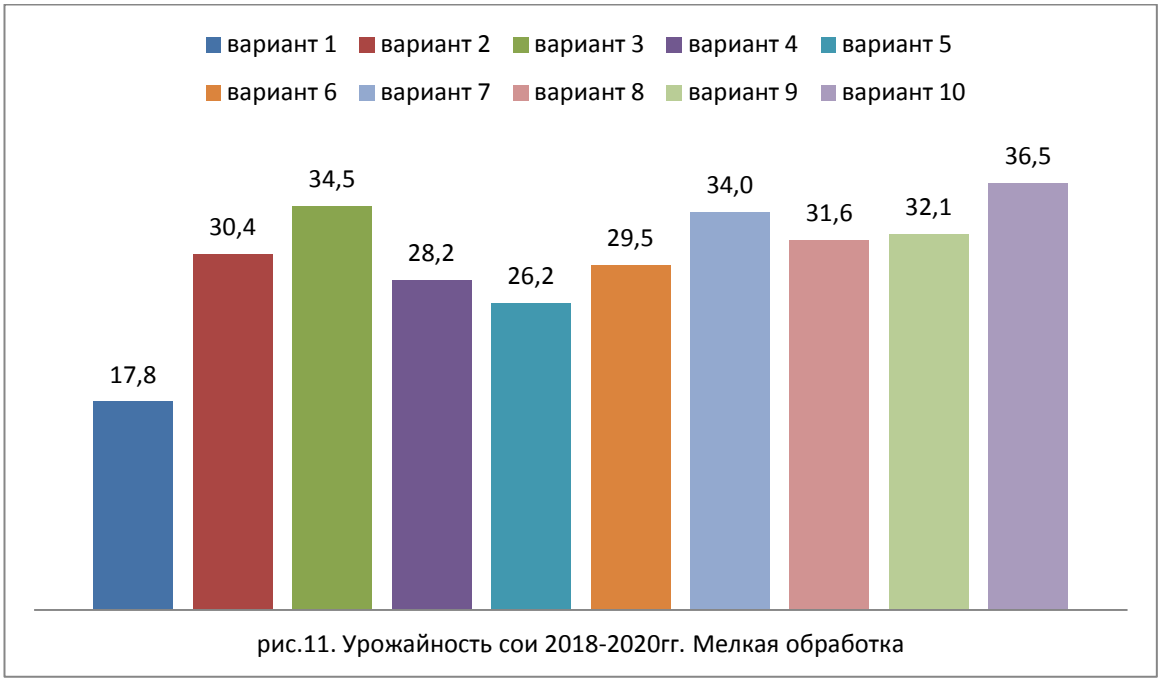


рис.11. Урожайность сои 2018-2020гг. Мелкая обработка

Установленная полная доза удобрений под плановый урожай сои в виде компоста, свиностоков и гранулированной органики достаточной для достижения намеченных целей- получения продуктивности зерна сои выше 30 ц/га. Урожай зерна на фоне полной дозы БГК-ВН составил 30,2-30,7 ц/га при фиксированной дозе 26,2-31,6 ц/га (рис. 12).

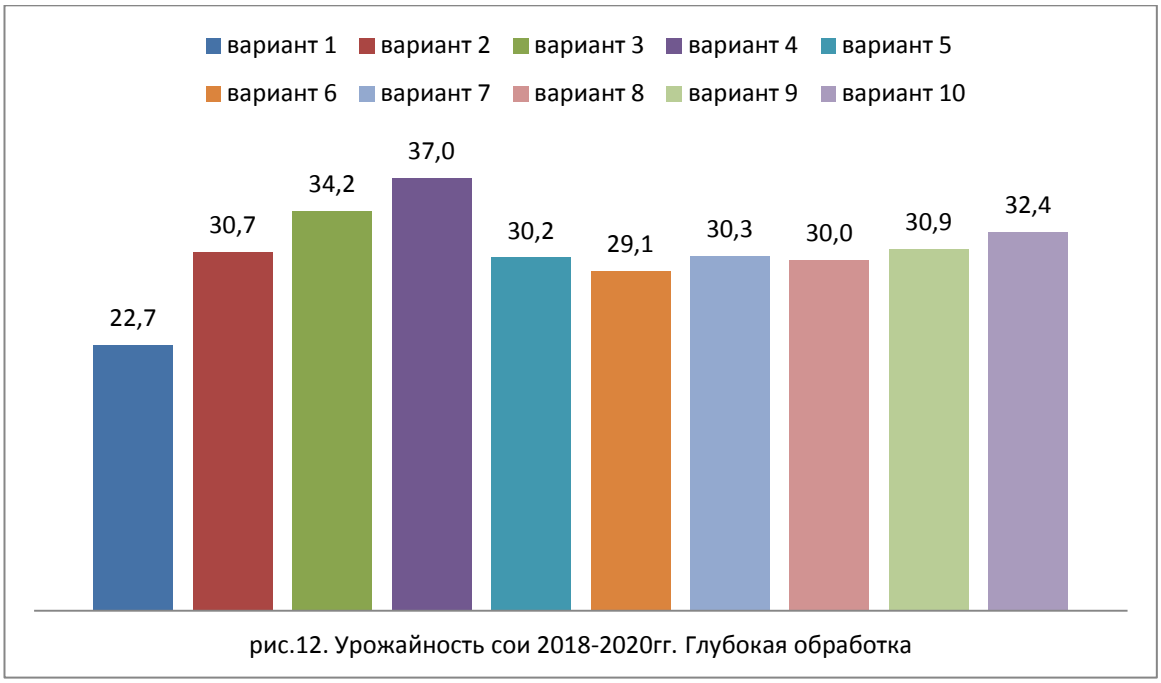


рис.12. Урожайность сои 2018-2020гг. Глубокая обработка

На растениях сои, точнее на ее корневой системе при визуальном осмотре присутствовали многочисленные галлы клубеньковых бактерий. Это означает, что на посевах сои функционировал бобово-ризобиальный

аппарат, призванный обеспечивать бобовое растение дополнительным источником азотного питания благодаря фиксации атмосферного азота и вовлечения его в биологический круговорот. В данном конкретном случае налицо переход растений сои не только на автотрофное азотное питание за счет внесенных удобрений и почвенных запасов, но и вовлечение в метаболизм азота атмосферы, что также является важным компонентом перехода земледелия на биологическую основу. В качестве обязательного агротехнического приема следует активно использовать предпосевную обработку семян бактериальными препаратами, состоящими из микробной массы нитрогеназных бактерий. Тем более такой прием актуален по той причине, что в сложившейся местной, почвенной микробиологической ассоциации полностью отсутствуют аборигенные штаммы высоковерулентных клубеньковых бактерий, присущих сравнительно новой, интродуцированной культуре, каковой является соя.

7.2. Урожайность и элементы структуры продуктивности озимой пшеницы в зависимости уровня удобренности и способа основной обработки почвы

Средние данные за 2012-2014 годы по урожайности зерна озимой пшеницы и элементам ее продуктивности представлены в таблице 70 и на рисунке 13.

Нашими наблюдениями и учетами установлено, что коэффициент продуктивной кустистости пшеницы повышался с ростом уровня удобренности с 2,1 на контроле без удобрений, до 2,6 при внесении половинной и 3,1 полной дозы NPK. Применение 11 т/га компоста способствовало увеличению кустистости пшеницы на 0,3 при наименьшей существенной разности 0,2. Органо-минеральная система удобрения благоприятствовала формированию высокой кустистости растений до 4,1.

Число продуктивных стеблей на 1 кв.м. повышается с ростом уровня удобренности озимой пшеницы с 272 штук на контроле без удобрений до 371 на фоне компоста и полной дозы минеральных удобрений. Однако следует отметить, что высокий агротехнический фон питания растений в условиях 2014 года привел к тому, что пшеница накопила обильную вегетативную массу, в результате чего в фазу колошения во время сильных ливневых дождей, постоянно выпадающих в этот период, произошло полегание стеблестоя с оценкой 3-4 балла при внесении полной дозы минеральных удобрений на фоне применения компоста. Негативное влияние полеглости озимой пшеницы проявилось в уменьшении массы зерен в колосе, массы 1000 зерен и увеличении доли соломы до 1,5 частей по отношению к весу зерна при сноповом анализе.

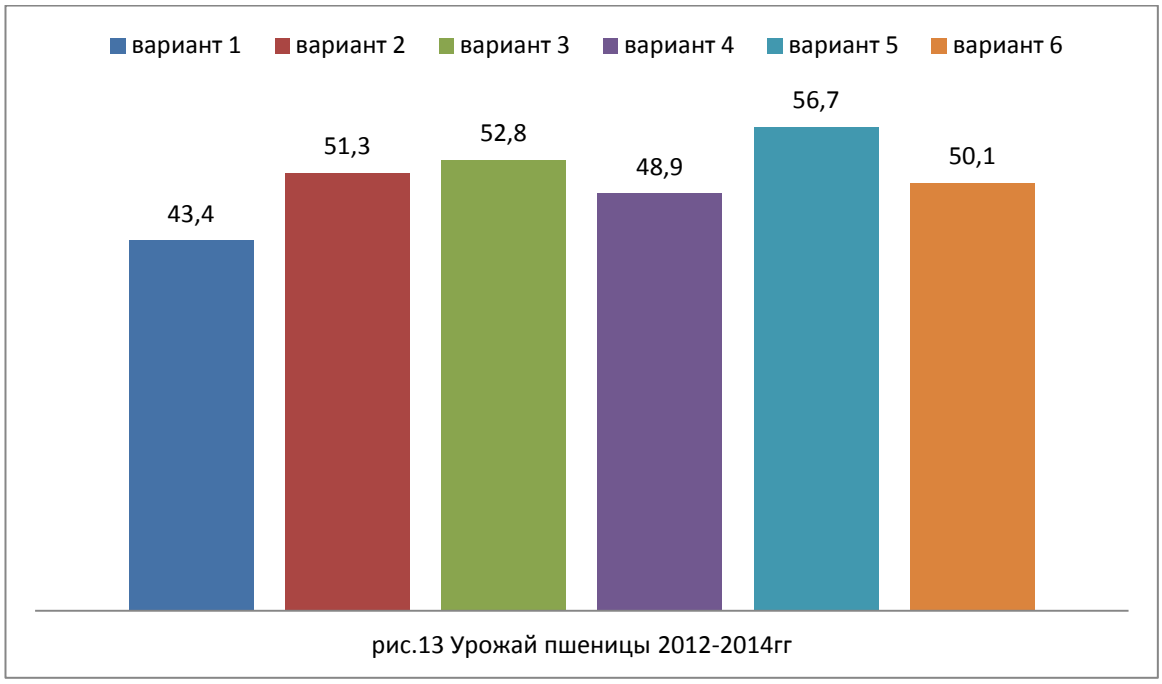


рис.13 Урожай пшеницы 2012-2014гг

О высоком естественном плодородии почвы на опытном участке Белгородского отделения свидетельствует тот факт, что урожай зерна озимой пшеницы на контроле без удобрений составил 43,4 ц/га (рис. 13). На формирование этого урожая вынос из почвы только усвояемого азота достигает свыше 150 кг/га.

Таблица 72

Элементы структуры урожая озимой пшеницы.

Белгородское отделение. Данные за 2012-2014 год.

Норма внесения компоста	Дозы минеральных удобрений	Элементы структуры урожая (одно растение в среднем)						
		Коэффициент продуктивной кустистости	Число продуктивных стеблей, шт./м^2	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерен в колосе, г	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Соотношение зерно: солома
0	0	2,1	272	35	1,81	28,1	648	1:1,2
	0.5 NPK*	2,6	301	38	2,12	35,1	712	1:1,3
	1NPK	3,1	359	40	2,2	38,6	738	1:1,3
1**	0	2,4	311	37	2,25	37,1	735	1:1,3
	0.5 NPK	3,3	349	43	2,42	43,1	745	1:1,4
	1NPK	4,1	371	45	2,37	42,8	723	1:1,5
$НСР_{05}$		0,2	23	2,8	0,15	2,2	50,2	-

* 0,5 дозы – $N_{40}P_{40}K_{40}$; 1 доза NPK - $N_{80}P_{80}K_{80}$

** т/га

Внесение половинной дозы NPK удобрений повысило урожай зерна пшеницы на 7,9 ц/га по сравнению с контролем при наименьшей существенной разности по опыту ($НСР_{05}$) 3,5 ц/га. Увеличение дозы минеральных удобрений до $N_{80}P_{80}K_{80}$ не сказалось на дальнейшем существенном росте урожайности зерна озимой пшеницы: прибавка составила 1,5 ц/га и является недостоверной, т.е. не факт, что она получена благодаря росту уровня удобренности озимой пшеницы.

Применение компоста в норме 14 т/га обеспечило увеличение урожая зерна озимой пшеницы на 5,5 ц/га против абсолютного контроля, что свидетельствует о высокой эффективности органического удобрения. Внесение половинной дозы NPK на фоне компоста оказалось наиболее предпочтительным. Урожайность зерна озимой пшеницы на этом варианте была максимальной – 56,7 ц/га.

Результаты исследований на опытном участке Белгородского отделения дают основание утверждать, что на высоком исходном значении эффективного плодородия почвы применяемая полная доза минеральных удобрений в условиях Центрально-Черноземного региона несколько завышена, особенно при ее внесении на фоне органических удобрений. Для повышения продуктивности озимой пшеницы при максимальных уровнях удобренности, применяемых в хозяйстве (согласно схеме опыта) необходимо осуществлять посев короткостебельными сортами или применять ретарданты, способствующие укреплению междуузлий соломы и росту семенной продуктивности растений.

Второй культурой экспериментального севооборота опытного участка Прохоровского отделения, следующей за соей, возделывалась озимая пшеница. Элементы структуры продуктивности озимой пшеницы при разных уровнях минерального питания растений представлены в таблице 73.

Исследования по материалам снопового анализа пшеницы, показывают, что натура зерна (вес объема зерна в 1 л) оставалась одинаковом уровне вне зависимости от величины удобренности и колебалась по вариантам

опыта от 620г на контроле до 629 г/л при полной дозе удобрений ($НСР_{05}$ – 7 г). Масса 1000 зерен в граммах, указывающая на крупность зерна повышалась с ростом уровня удобренности до полной дозы минеральных удобрений (50 NPK), однако между контрольным вариантом без удобрений и половинной дозой данный показатель не претерпел существенных, достоверных изменений (табл. 73). Соотношение зерна к соломе по контрольному варианту и половинной дозе NPK было равнозначно 1 : 1, а повышение удобренности до полной дозы сопровождалось ростом соотношения в пользу соломы до 1,3. Высота растений в фазу налива зерна пшеницы находилась в прямой зависимости от уровня удобренности и составила соответственно 56,0; 63,0 и 68,0 см.

Таблица 73

Элементы структуры продуктивности озимой пшеницы.

Прохоровское отделение. Средние данные за 2012-2014г.

			Показатели структуры урожая			
Сидерат	Варианты опыта	Урожай зерна, ц/га	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Соотношение зерно: солома	Высота растений в фазу налива зерна
-	Контроль без удобрений	24.2	620	42.6	1:1.1	56
	0.5 NPK*	30,6	626	43,3	1:1.1	63
	1NPK	35,4	629	44,2	1:1.3	68
	$НСР_{05}$	2,1	7	1,1	-	-

* 0,5 дозы NPK – $N_{25}P_{25}K_{25}$; 1 доза NPK - $N_{50}P_{50}K_{50}$

Урожай зерна озимой пшеницы на абсолютном контроле составил 24,2 ц/га, что свидетельствует о сравнительно низкой потенциальной плодородности почвы. Половинная доза обеспечила полученные урожая зерна в 30,6 ц/га, полная – 35,4 ц/га (рис. 14). С ростом доз минеральных удобрений прибавки в урожае зерна повышаются на величину превосходящую наименьшую существенную разность с 95% долей вероятности. Отмеченный факт является подтверждением тому, что установленные дозы удобрений не удовлетворяют потребности растений пшеницы в элементах питания и должны быть увеличены. Кроме этого, следует иметь в виду, что исследования в Прохоровском отделении ведутся при технологии No-Till, а соя и пшеница, как культуры узкорядного посева негативно реагируют на отсутствие механической обработки почвы. Возвращаясь к вышеизложенному, уместно будет напомнить, что по вышеназванным культурам объемный вес пахотного горизонта почвы колебался в пределах 1,2 г/см^3, что находится на верхней границе оптимальных значений этого показателя агрофизических свойств почвы.

Ввиду отсутствия временного промежутка между уборкой предшествующей культуры (сои) и посевом озимой пшеницы посев сидеральных культур в данном случае не осуществлялся. Последействие данного фактора было незначительным и величины продуктивности и показателей структуры урожая озимой пшеницы находились в пределах статистической погрешности.

Озимая пшеница, возделываемая в опыте по изучению различных видов и сроков внесения органических удобрений после сои, показала достаточно высокую общую продуктивность. На вариантах без внесения удобрений урожай зерна составил 33,7 ц/га при поверхностном способе обработки.

Минеральные удобрения, даже в дозе ½ на планируемый урожай стали причиной получения дополнительной прибавки 8,6 ц/га. А применение

полной дозы NPK позволило довести показатель зерновой продуктивности пшеницы до 47,8 ц/га.

Все органические удобрения были эффективны при их внесении под озимую пшеницу. От свиноводческих стоков прибавка составила 4,1-13,13,6 ц/га. Хороший результат отмечен нами при переносе половины дозы свиностоков на весеннее внесение. Доступные для растений азотные соединения, главным образом нитратные, при внесении по тало-мерзлой почве сразу включились в метаболизм растений пшеницы в критический период потребления азота и, таким образом, значительно повысили эффективность данного удобрительного продукта.

Более 50 ц/га получено при внесении полной дозы птичьего помета и совместном внесении его со свиностоками по поверхностной обработке почвы (рис. 14).

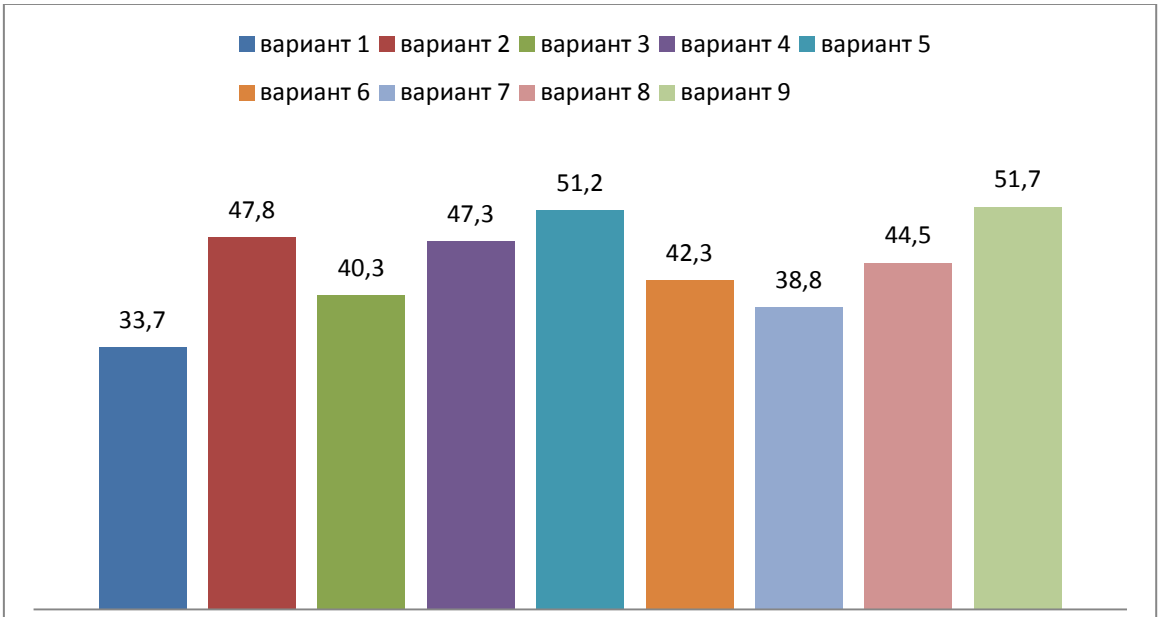


рис.14. Урожайность озимой пшеницы 2016-2018гг.Поверхностная обработка

Большинство хозяйств Белгородской области и Центрально-Черноземного региона в целом используют возможность отказа от глубокой обработки перед посевом озимой пшеницы в пользу энергосберегающей поверхностной. Исследования многих ученых доказали эффективность такой замены.

Мы в своем опыте изучили эффективность глубокой отвальной обработки почвы и, соответственно, глубокой заделки изучаемых удобрений при возделывании озимой пшеницы.

Следует отметить, что по некоторым вариантам опыта углубление почвообработки под озимую пшеницу негативно сказалось на ее продуктивности. В частности, минеральные удобрения, оказавшись вне корнеобитаемого слоя почвы не смогли показать свою эффективность. В этом случае, как нам представляется, сыграл также роль фактор возможного вымывания нитратов в более глубокие горизонты. Урожайность пшеницы на вариантах с использованием минеральных удобрений составила 36,5-41,2 ц/га в зависимости от дозы.

Органические удобрения при заметной эффективности показали прибавки урожая зерна в абсолютных величинах меньше на 2- 3 ц/га по сравнению с поверхностным способом заделки (рис. 15).

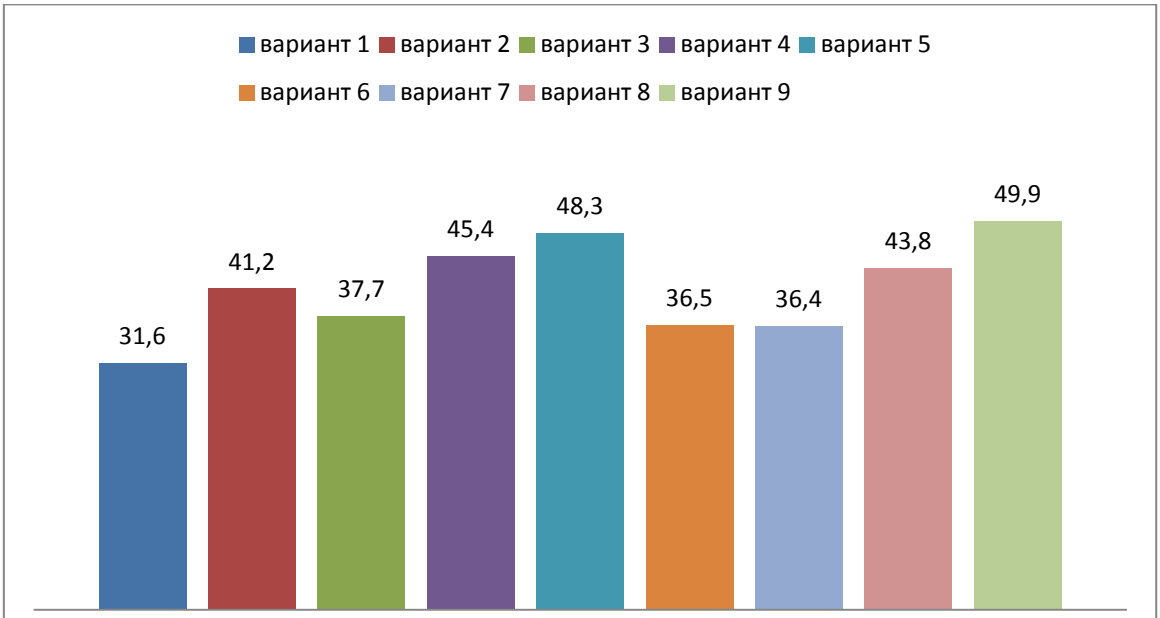


рис.15. Урожайность озимой пшеницы 2016-2018гг.Глубокая обработка

Основным лимитирующим фактором для формирования полноценного урожая зерна озимой пшеницы явились в опыте № 5 органические удобрения и способы их заделки.

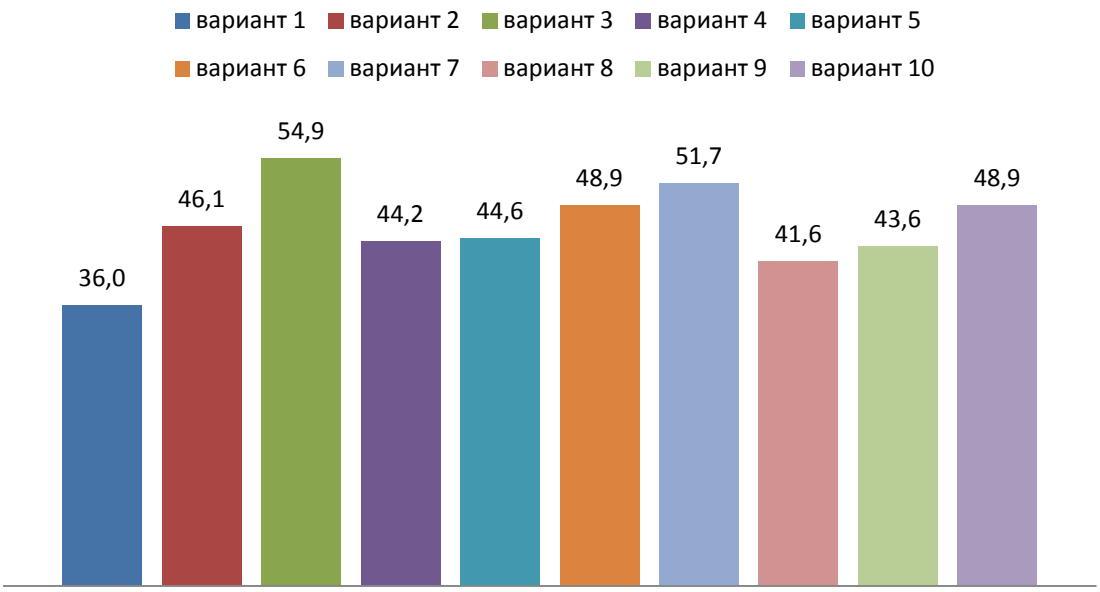


рис.16. Урожайность озимой пшеницы 2018-2020гг. Мелкая обработка

На контроле без применения удобрений озимая пшеница сформировала урожай на уровне 36-38 ц/га благодаря высокому потенциалу сорта и культуре земледелия в хозяйстве, предусматривающей качественное выполнение всех агротехнологических операций в оптимальные сроки (рис. 16).

Свиноводческие стоки, внесенные перед посевом озимой пшеницы, показали прибавку урожая 4,7-8,2 ц/га благодаря своим удобрительным свойствам и доступности для усвоения растениями питательных веществ, главным образом, азота. В данном случае более высокие величины урожайности зафиксированы при мелкой заделке свиностоков, что можно объяснить лучшим коэффициентом использования водорастворимых соединений азота при попадании в верхний, наиболее аэрируемый слой почвы.

Компост, приготовленный на основе птичьего помета, оказал на растения озимой пшеницы наиболее благотворное воздействие, выражающееся в максимальном уровне урожайности, достигающим величин 54,9-56,9 ц/га при практически равной эффективности способа заделки.

Гранулированное органическое удобрение БГК-ВН, как при осеннем, так и при весеннем применении показало хорошие результаты. С

увеличением количества вносимого удобрительного субстрата урожайность закономерно пропорционально увеличивалась, достигая уровня 55-56 ц/га. Следует отметить, что в данном случае более эффективной оказалась глубокая заделка органики, что стало следствием постепенного высвобождения питательных веществ удобрений при растворении гранул и доступность их растениям озимой пшеницы в критические периоды потребления (рис. 17).

Сноповой анализ и разбор растительных образцов озимой пшеницы с экспериментальных делянок опыта отражает тенденции, описанные при анализе урожайности. Лучшими показателями оказались внесение компоста, гранулированного удобрения с некоторым преимуществом глубокой заделки.

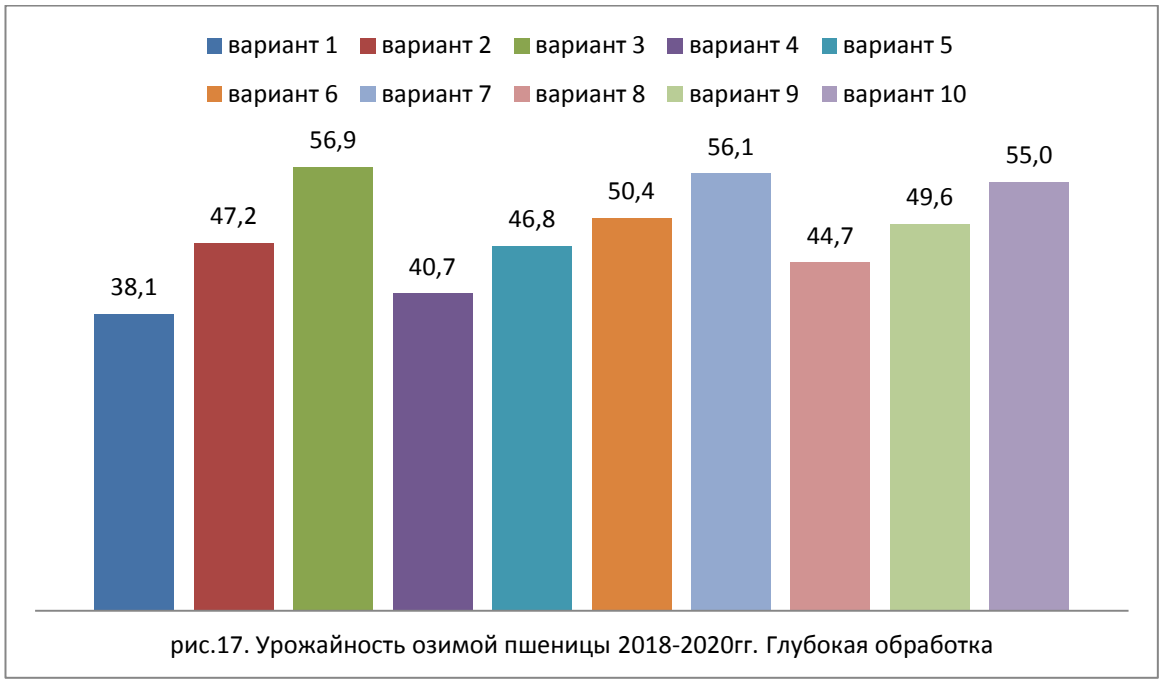


рис.17. Урожайность озимой пшеницы 2018-2020гг. Глубокая обработка

В целом по результатам проведенных исследований можно сделать вывод о значительной роли органических удобрений в плане повышения продуктивности озимой пшеницы и рекомендовать производству применение компоста на основе птичьего помёта при возделывании кукурузы, гранулированную органику как при осеннем, так и при весеннем внесении под все зерновые культуры с возможностью мелкой заделки при энергосберегающей поверхностной обработке почвы.

7.3. Урожайность и элементы структуры продуктивности кукурузы на зерно в зависимости уровня удобренности и способа основной обработки почвы

Кукуруза на зерно обладает большими потенциальными возможностями в успешном решении проблемы обеспечения общественного животноводства высококачественными кормами. При современном уровне развития селекции и семеноводства получены перспективные сорта и гибриды кукурузы, способные на оптимальном агрофоне формировать урожай зерна свыше 100 ц/га. Например, в 2013 году отдельные хозяйства Белгородской области (ООО «Зерно Белогорья» Красненского района) на экспериментальных полях получали по 120 ц/га зерна кукурузы.

На рисунке 18 приведены данные по урожайности зерна кукурузы и сопутствующие элементы продуктивности растений (табл. 72) в зависимости от изучаемых факторов на полях опытного участка Белгородского отделения.

Камеральная обработка экспериментальных данных по элементам продуктивности кукурузы на зерно показала, что выход зерна по вариантам опыта возрастает с повышением уровня удобренности с 67% на контроле до79-80% при органоминеральной системе удобрений. Достоверность величины превышения выхода зерна наблюдается только при условии значительных изменений в пищевом режиме минерального питания растений (табл. 74).

Очень показательны наблюдения и учеты по числу початков на одном растении на разных вариантах удобренности. Если на абсолютном контроле число початков на растении в среднем было равно 0,85 штук, то при половинной дозе NPK оно достигло 1,2, при полной дозе NPK -1,3, а при той же дозе, но на фоне применения компоста число початков на одном растении увеличилось до 1,5. Следует отметить, что число рядов и зерен в початке, масса зерен с початка зависит от уровня удобренности кукурузы. На фоне компоста при внесении полной дозы NPK отмечено незначительное

снижение массы зерен в початке и вес 1000 зерен, что указывает о щуплости зерна при увеличении удобренности растений. Наиболее высокое соотношение зерна и надземной массы кукурузы отмечено на варианте с максимальной удобренностью 1:3, наименьшее на абсолютном контроле 1:2,1.

Урожай зерна кукурузы на контрольном варианте составил 50,4 ц/га, что подтверждает тезис о том, что чернозем типичный опытного участка Белгородского отделения обладает довольно высоким уровнем естественного плодородия (рис. 18). Кукуруза на зерно положительно реагировала на дополнительное внесение удобрений. При внесении половинной дозы NPK урожай зерна возрос на 11,3 ц/га против контроля, от применения полной дозы, он повысился по сравнению с половиной дозой ещё на 7,7 ц/га при $НСО_{05}$ 4,5 ц/га.

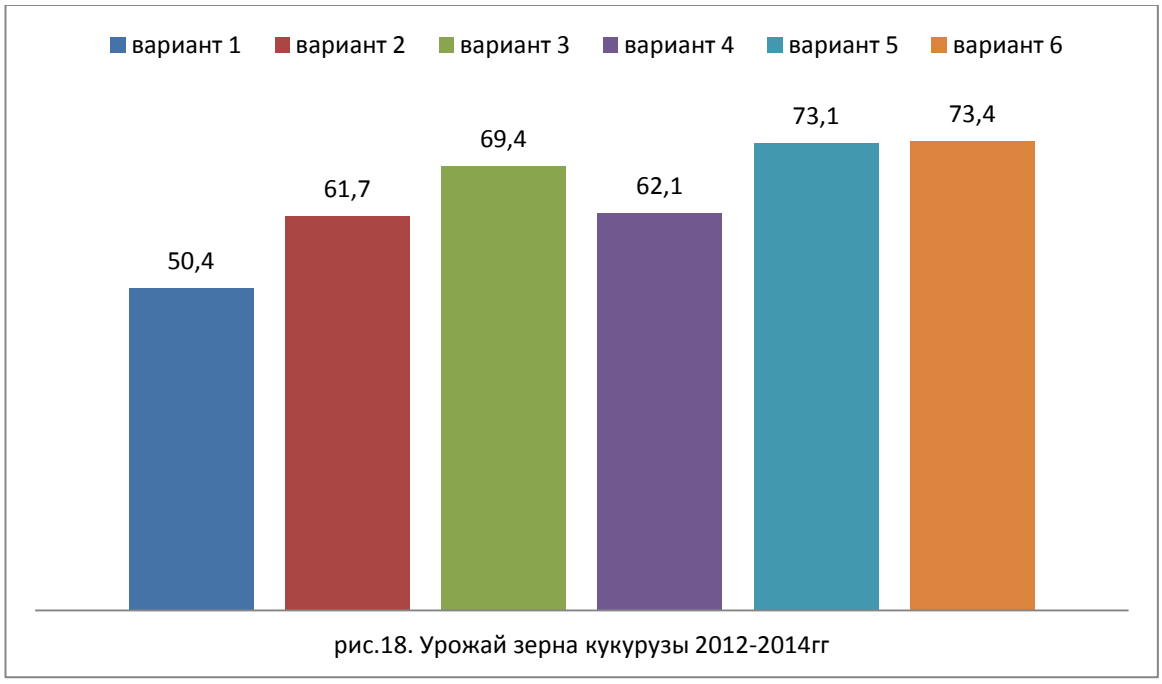


рис.18. Урожай зерна кукурузы 2012-2014гг

Применение в качестве органического удобрения компоста, приготовленного на основе куриного помета в норме 14 т/га, повысило урожайность зерна кукурузы на 11,7 против контроля. Следует отметить, что по своей удобрительной эффективности компост в применяемой норме оказался равноценен половинной дозе NPK, т.к. оба варианта удобренности обеспечили получение равнозначных прибавок урожая зерна кукурузы.

Внесение половинной дозы NPK на фоне применения компоста повысило урожайность зерна кукурузы на 11 ц/га. Полная же доза минеральных удобрений по фону компоста оказалась избыточной, т.к. ее внесение не сопровождалось достоверным ростом зерновой продуктивности кукурузы.

Таблица 74

Элементы структуры урожая кукурузы на зерно в зависимости от изучаемых факторов.

Белгородское отделение. Данные за 2012-2014 год.

Норма внесения компоста	Дозы минеральных удобрений	Элементы структуры урожая (одно растение в среднем)						
		Выход зерна, %	Число початков, шт.	Число рядов в початке, шт.	Число зерен в первом початке, шт.	Масса зерен с первого початка, г	Масса 1000 зерен, г	Соотношение зерна: надземная масса
0	0	67	0,85	12	290	101,0	320,1	1:2,1
	0.5 NPK*	75	1,2	14	368	123,3	329,8	1:2,6
	1NPK	77	1,3	15	393	135,0	340,0	1:2,7
1**	0	71	0,9	14	322	130,0	333,0	1:2,5
	0.5 NPK	80	1,3	16	380	142,5	345,7	1:2,8
	1NPK	79	1,5	17	402	141,9	344,8	1:3,0
$НСР_{05}$		5,2	-	-	25	-	23,4	-

* 0,5 дозы – $N_{53}P_{53}K_{53}$; 1 доза NPK - $N_{105}P_{105}K_{105}$

** 14 т/га

Дальнейшее увеличение урожая зерна кукурузы на этом фоне требует дополнительных усилий в плане подбора высокопродуктивных сортов и

гибридов, применения биологически активных препаратов, стимуляторов роста, депрессантов и т.д.

Схема опыта по изучении сидератов и нулевой технологии возделывания культур представляет собой двухфакториальный комплекс, при этом в качестве делянок первого порядка (доминирующий фактор) выступает отсутствие или наличие в севооборотах пожнивной культуры (горчица белая), а второго (сопутствующего фактора) три уровня удобренности (0; 0,5; 1 доза минеральных удобрений) культур зернового севооборота – соя, озимая пшеница, кукуруза на зерно.

Следующей культурой опытного участка Прохоровского отделения возделывалась кукуруза на зерно, доминирующая культура в Белгородской области, обеспечивающая при благоприятных погодных условиях получение максимального валового сбора зерна, столь необходимого для удовлетворения растущих нужд бурно развивающегося общественного животноводства.

Продуктивные показатели кукурузы на зерно представлены в таблице 75.

Выход зерна в процентах от веса початка в среднем составил по контрольному варианту 69, на варианте с половиной дозой NPK – 71% и при полной дозе - 75% при $НСР_{05}$ 5 процентов. Отсюда следует, что существенное повышение выхода зерна со стандартной 16% влажностью наблюдается только при сравнении контроля с вариантом внесения полной дозы удобрений.

Число початков, образовавшихся в среднем на одном растении, увеличивалось с повышением уровня удобренности кукурузы на зерно. Так, если на контроле без удобрений число початков на растении составляло в среднем 0,86 штук, то при внесении половинной дозы (53 NPK) оно возросло до 1,1, а полной дозы до 1,3 штуки на растение (табл. 75).

Таблица 75

Элементы структуры урожая кукурузы на зерно в зависимости от изучаемых факторов.

Прохоровское отделение. Данные за 2012-2014 годы.

Варианты опыта	Элементы структуры продуктивности (в среднем на одно растение)						
	Выход зерна, %	Число початков, шт.	Число рядов в початке, шт.	Число зерен в одном початке, шт.	Масса зерен с одного початка, г	Масса 1000 зерен, г	Соотношение зерна: надземная масса
0	69	0,86	11	286	95,0	315,9	1 : 1,9
0.5 NPK**	71	1,1	13	364	122,0	322,8	1 : 2,3
1NPK	75	1,3	15	401	130,5	337,5	1 : 4,1
0	74	1,1	13	359	125,5	321,9	1 : 2,2
0.5 NPK**	78	1,3	14	441	136,9	336,5	1 : 2,9
1NPK	78	1,3	15	451	144,0	340,0	1 : 4,5
$НСР_{05}$	5,0	-	-	24,5	-	22,8	-

* сидераты

** 0,5 дозы – $N_{53}P_{53}K_{53}$; 1 доза NPK - $N_{105}P_{105}K_{105}$

Число рядов на початке, характеризующее его выполненность, число зерен и масса зерен в одном початке находятся в зависимости от уровней удобренности и увеличиваются с улучшением обеспеченности растений элементами минерального питания.

Такой же вывод можно сделать и в отношении массы 1000 зерен, но при этом следует отметить отсутствие достоверной разницы по вариантам опыта по данному показателю.

С увеличением обеспеченности кукурузы на зерно питательными веществами, потребляемыми из вносимых минеральных удобрений, усиливается рост надземной массы и как следствие соотношение зерна к надземной массе сдвигается в пользу последней. На этом варианте на одну часть зерна приходится 4,1 части кукурузной ботвы, включая обертки и кочерыжки (стержни) початков.

На кукурузе на зерно в полной мере проявилось положительное действие сидеральных культур. В опыте предшественником кукурузы на зерно являлась озимая пшеница, уборка которой осуществлялась в июле, после чего сразу был произведен посев сидеральной культуры. Теплая погода и обильные осадки в августе-сентябре позволили сформировать густой травостой высотой до 1 метра с хорошо развитой глубоко проникающей корневой системой. На вариантах опыта с сидератами ввиду более благоприятных агрофизических свойств, наличию большого количества почвенной влаги и свежего органического вещества создались условия для лучшего роста и развития растений кукурузы. Все элементы продуктивности по результатам снопового анализа и структурного разбора превосходили показатели на аналогичных вариантах, где отсутствовал фактор наличия сидеральнй культуры.

Урожай зерна кукурузы на опытном участке Прохоровского отделения на контроле без применения удобрений в среднем за три года исследований составил 48 ц/га, от применения половинной дозы минеральных удобрений (53 NPK) зерновая продуктивность кукурузы повысилась до 62 ц, а полной дозы – до 70,1 ц/га при наименьшей существенной разности по опыту 4,2 ц/га (рис. 19).

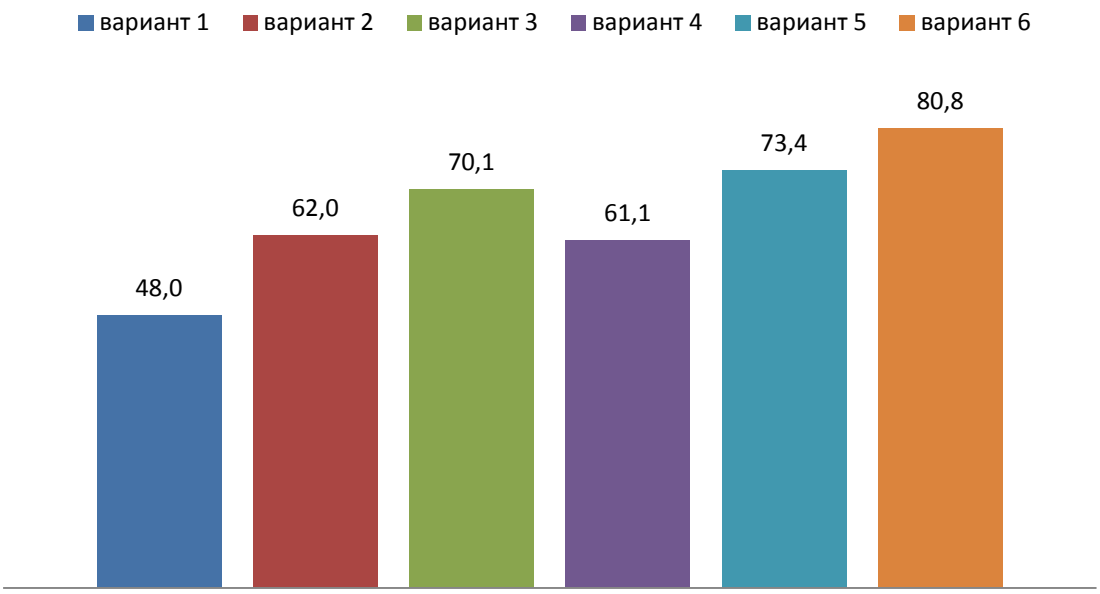


рис.19. Урожай зерна кукурузы 2012-2014гг

Следовательно, с каждым шагом в увеличение дозы минеральных удобрений прибавка в урожае зерна кукурузы возрастала на достоверную величину, что свидетельствует о высокой эффективности внесения удобрений под кукурузу.

При условии возделывания кукурузы на зерно с применением промежуточной сидеральной культуры показатели зерновой продуктивности существенно возрастают. Так, на вариантах с чистой сидеральной культурой без применения минеральных удобрений урожай зерна составил 61,1 ц/га, что находится на уровне половинной дозы минеральных удобрений. Совместное же использование минеральных туков и сидерального удобрения позволили поднять урожай зерна кукурузы до уровня 73,4-80,8 ц/га, что является выше среднеобластного показателя и позволяет возделывать кукурузы с наивысшей экономической эффективностью.

В опыте по изучению различных видов органических удобрений мы проводили учет урожайности зерна кукурузы поделяночно в двух повторениях методов расчетных площадок. Далее, после контрольного взвешивания, зерно сушили до стандартной влажности и делали пересчет на гектар.

В опыте использовался высокопродуктивный гибрид интенсивного типа, отзывчивый на внесение удобрений и высокие показатели почвенного плодородия.

Погодные условия за годы наблюдений были в целом благоприятные для растений кукурузы.

Сумма выпавших осадков – 321,3 мм

Сумма эффективных температур $> 10^0$ 1443,1 мм

ГТК $= \frac{321,3}{0,1*1443,1} = 2,23$

Все это в совокупности позволило получить даже на неудобренных делянках урожайность зерна кукурузы на уровне 44,3-58,6 ц/га. Минеральные дозы показали прибавку от полной дозы 28-31 ц/га, от половинной- 21-25 ц/га, т.е. минеральные удобрения, внесенные на планируемый урожай не показали своей оптимальной эффективности.

Органические удобрения в виде свиноводческих стоков повысили урожайность зерна до величин 84,2-96,3 ц/га от полной дозы и до 71,9-76,2 ц/га от половинной.

Компост на основе куриного помета при полной норме внесения на планируемый урожай показал урожайность практически на уровне расчетной- 101,3-116,9 ц/га, а половинная доза при поверхностной заделке позволила получить порядка 100 ц/га (рис. 20).

Разделение полной дозы свиноводческих стоков на равные части- осенью и весной позволила дополнительно собрать 7-17 ц/га по сравнению со внесением всей дозы осенью.

Наибольший урожай кукурузы зафиксирован при совместном применении свиноводческих стоков и птичьего компоста- 122,1 ц/га при поверхностном способе обработки почвы.

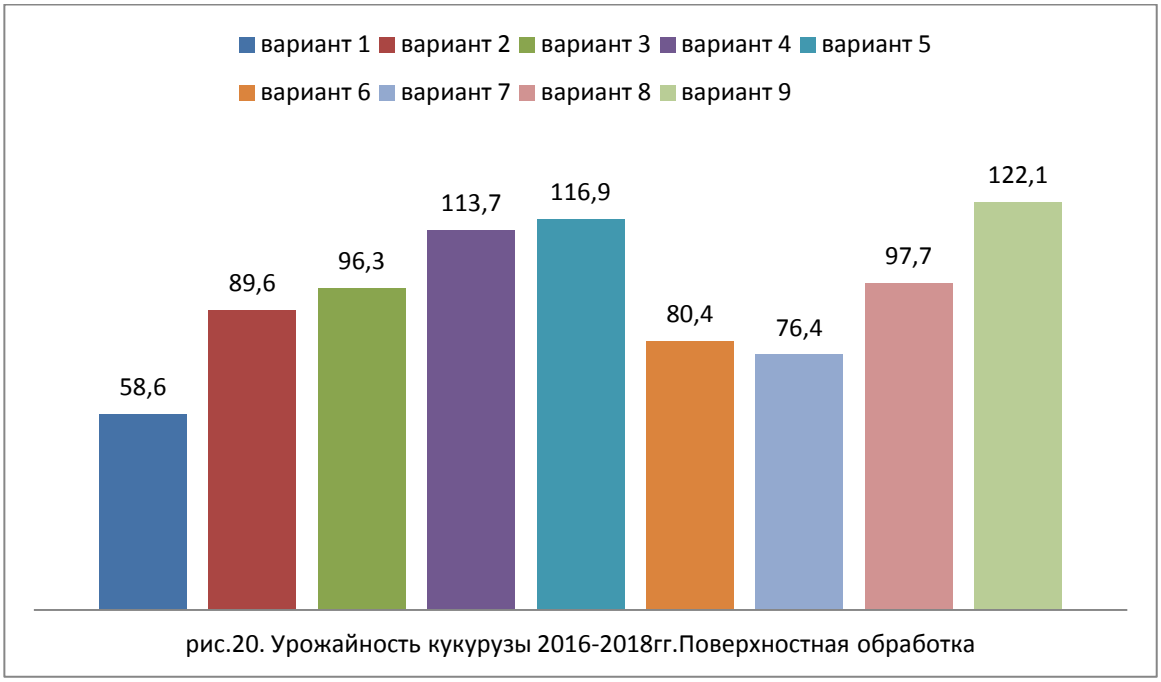


рис.20. Урожайность кукурузы 2016-2018гг.Поверхностная обработка

При уборки культуры был зафиксирован важный факт: на делянках с поверхностной обработкой почвы растения к началу сентября почти полностью высохли, початки были сухие, хорошо выполненные. Данный факт позволяет утверждать, что растения достигли полной спелости и завершили свой физиологический цикл.

На вариантах с глубокой отвальной обработкой почвы, напротив, отмечалась интенсивная зеленая окраска листьев, сочный стебель, влажные початки с зерном высокой влажности. По всем признакам растения кукурузы в данном случае еще продолжали вегетацию, интенсивно потребляли имеющиеся в почве питательные вещества и объективно не показали в момент учета урожайности свою потенциально возможную продуктивность в этом году (рис. 21).

Косвенно данный тезис подтверждают высокие запасы азота в почве в нижних слоях, где сосредоточена основная масса продуктивных корней растений кукурузы.

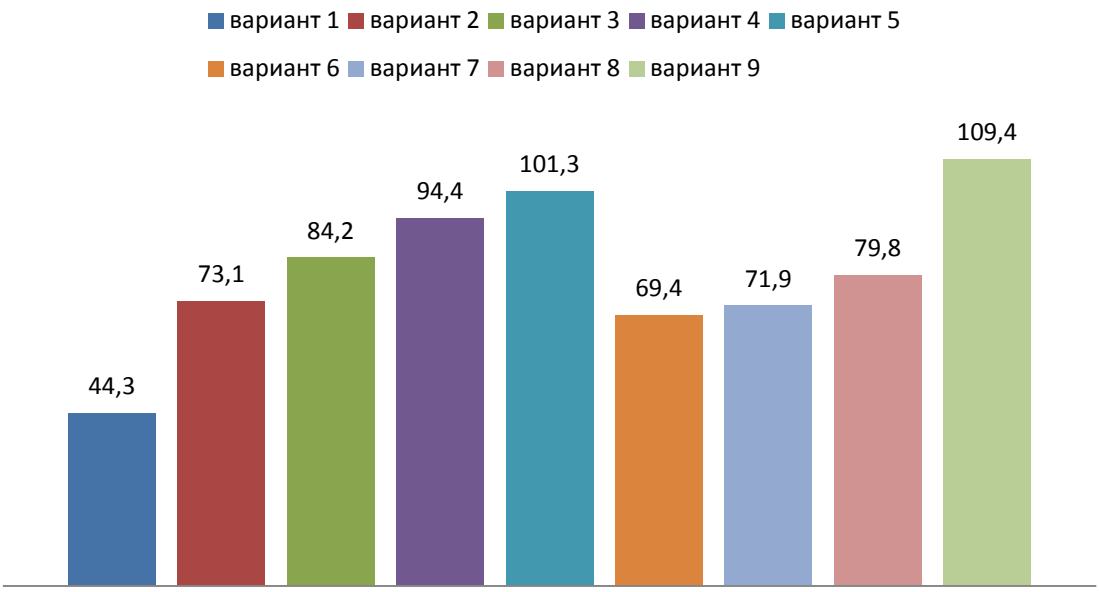


рис.21. Урожайность кукурузы 2016-2018гг. Отвальная обработка

На опыте по изучению инновационных гранулированных удобрений учет урожая проводилась в полевых условиях методом площадок с контрольным взвешиванием зерна.

Камеральная обработка экспериментальных данных по элементам продуктивности кукурузы на зерно показала, что выход зерна по вариантам опыта возрастает с повышением уровня удобренности с 67% на контроле до79-80% при органической системе удобрений при использовании компоста. Достоверность величины превышения выхода зерна наблюдается только при условии значительных изменений в пищевом режиме минерального питания растений.

Очень показательны наблюдения и учеты по числу початков на одном растении на разных вариантах удобренности. Если на абсолютном контроле число початков на растении в среднем было равно 0,85 штук, то при полной дозе БГК-ВН оно достигло 1,2, при полной компоста -1,3 при мелкой обработке, а при глубокой на фоне применения компоста число початков на одном растении увеличилось до 1,5. Следует отметить, что число рядов и зерен в початке, масса зерен с початка зависит от уровня удобренности кукурузы. На фоне компоста при мелкой обработке отмечено незначительное снижение массы зерен в початке и вес 1000 зерен, что указывает о щуплости

зерна при увеличении удобренности растений. Наиболее высокое соотношение зерна и надземной массы кукурузы отмечено на варианте с максимальной удобренностью компостом 1:3, наименьшее на абсолютном контроле 1:2,1.

Урожай зерна кукурузы на контрольном варианте составил 52,6-58,0 ц/га, что подтверждает тезис о том, что чернозем типичный опытного участка обладает довольно высоким уровнем естественного плодородия (рис. 22).

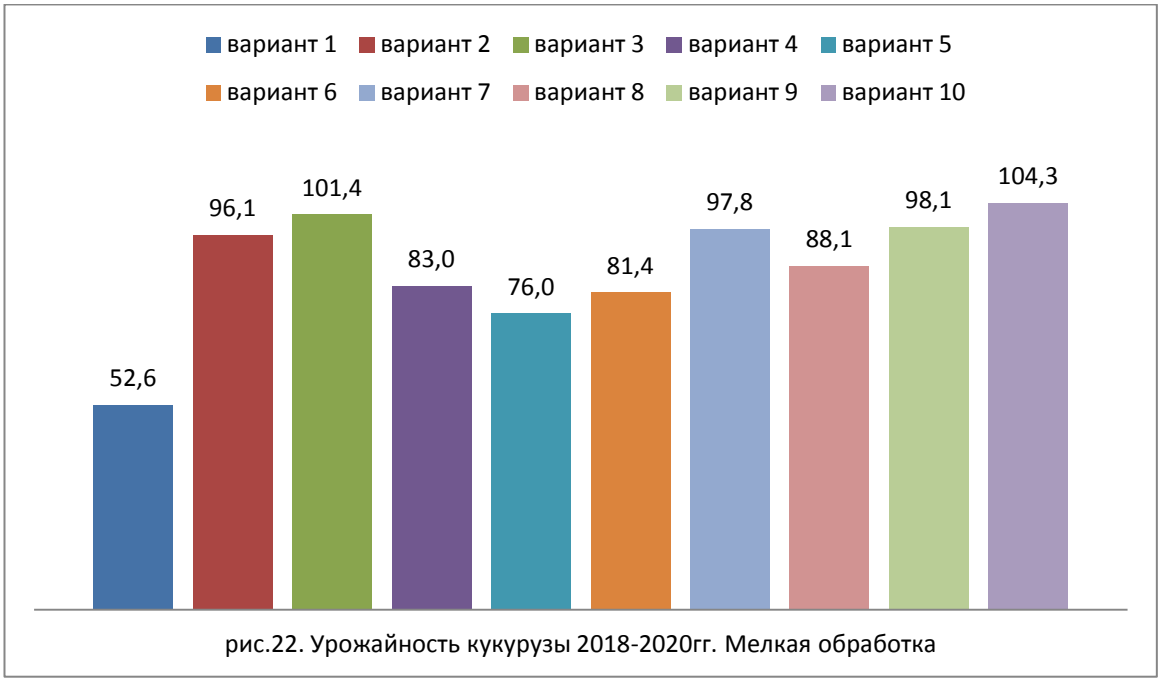


рис.22. Урожайность кукурузы 2018-2020гг. Мелкая обработка

Кукуруза на зерно положительно реагировала на дополнительное внесение удобрений. При внесении расчетных доз органических удобрений в виде гранул БГК-ВН урожай зерна возрос на 43,5-50,1 ц/га против контроля с преобладанием величин по глубокой обработке, от применения свиностоков также зафиксировано повышение урожайности на 30 ц/га при $НСР_{05}$ 8,5 ц/га.

Программой исследований предусматривалось внесение гранулированных органических удобрений БГК-ВН в трех градациях обеспеченности и по двум срокам- осенью под основную обработке почвы и перед посевом. Как показали результаты обработки экспериментальных данных поделяночной уборки кукурузы, прибавки от данного вида удобрению значительно различаются (рис. 23). Лучшие результаты показало внесение 6 т/га весной- 116,6 ц/га при глубокой обработке и 119,8- при

осеннем внесении.

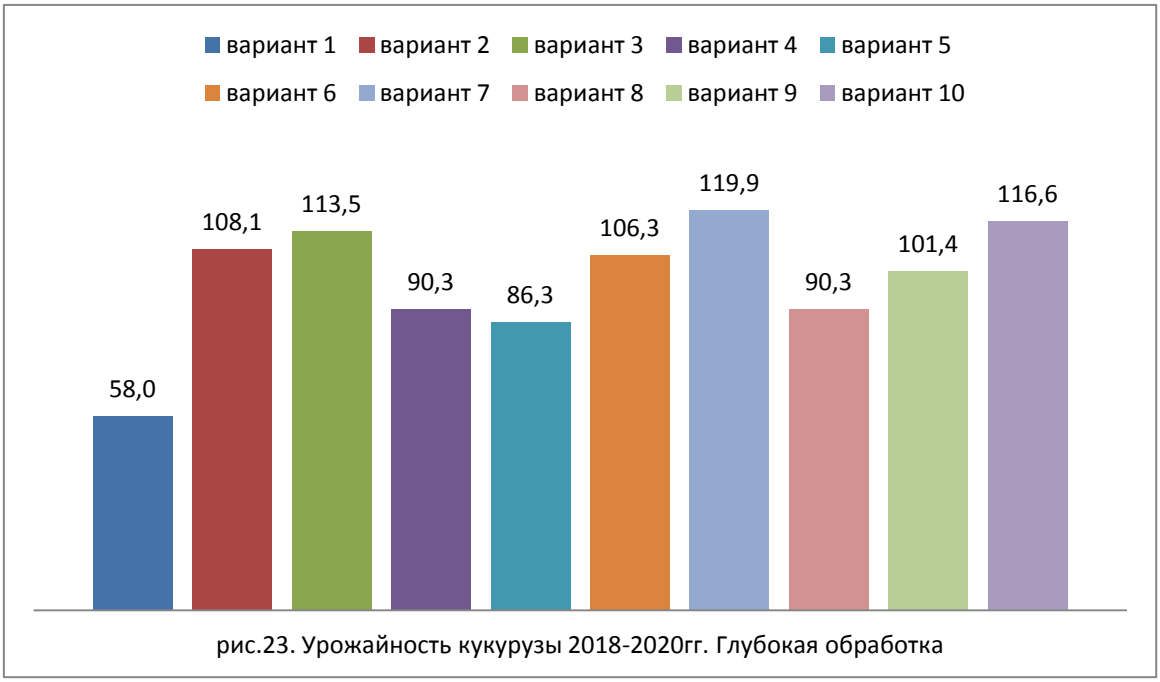


рис.23. Урожайность кукурузы 2018-2020гг. Глубокая обработка

Мелкая обработка почвы под кукурузу также способствовала увеличению сбора зерна до 97,8-104,3 ц/га на аналогичных вариантах удобренности. Снижение нормы внесение органических удобрений показало результат на уровне 76,8-106,1 ц/га с лучшими значениями при глубокой обработке почвы.

Дальнейшее увеличение урожая зерна кукурузы на фоне расчетных доз удобрений на планируемый урожай потребует дополнительных усилий в плане подбора высокопродуктивных сортов и гибридов, применения биологически активных препаратов, стимуляторов роста, депрессантов и т.д.

В целом использование в агротехнологиях основных зерновых культур Белгородской области элементов биологизации позволяет дополнительно получать до 10-15 ц/га зерна при уменьшении производственных затрат, снижении антропогенной нагрузки на почву, стабилизации экологического состояния агроландшафтов.

7.4. Урожайность и динамика показателей продуктивности сахарной свёклы в зависимости уровня удобренности и способа основной обработки почвы

В Белгородской области помимо зерновых культур возделываются также технические культуры, среди которых ведущее место занимает сахарная свекла. Данная культура весьма требовательна как к условиям произрастания, так и к достаточному минеральному питанию растений. Возделыванию сахарной свеклы по биологической технологии в регионе уделяется недостаточно внимания, несмотря на значительные площади под этой культурой.

Хозяйство, в котором проводились данные исследования, является полностью растениеводческим. В нем отсутствует животноводческая отрасль, а следовательно и нет возможности вносить под сельскохозяйственные культуры органические удобрения. В технологии возделывания сахарной свеклы значительную долю затрат составляли расходы на приобретение и внесение минеральных удобрений в больших количествах для формирования высоких урожаев корнеплодов сахарной свеклы.

Заложенный нами полевой опыт призван оценить эффективность биологических приемов при возделывании сахарной свеклы и дать оценку применяемым элементам агротехнологии по сравнению с традиционной минеральной системой удобрения этой культуры.

Как показали результаты трехлетних исследований, на вариантах без внесения удобрений был сформирован урожай сахарной свеклы, далекий от ее биологического потенциала. В данном случае получена величина 248-287 ц/га с преимуществом глубокой обработки почвы.

При условии традиционной для хозяйства технологии, при которой применение минеральных удобрений доходит до 120 кг/га действующего вещества основных макроэлементов, урожайность корнеплодов в среднем за

три года исследований составила 422-434 ц/га при высоких накладных расходах.

На варианте, предусматривающем посев сидеральной культуры (горчицы белой) после уборки предшествующей озимой пшеницы увеличение урожайности сахарной свеклы по сравнению с контролем составило 133-138 ц/га, что объясняется высокой отдачей питательных веществ вегетативной массой сидеральной культуры и быстрой минерализацией органической массы.

Опираясь на данные многих исследователей, отмечающих в своих трудах высокие удобрительные свойства соломы зерновых культур, мы включили в схему опыта варианты с применением измельченной соломы озимой пшеницы в количестве 15 т/га, а также аналогичный вариант, дополненный внесением 60 кг/га действующего вещества азота минеральных удобрений.

В этих условиях на делянках с чистым применением соломы был получен скорее отрицательный результат. Абсолютные величины урожайности сахарной свеклы зафиксированы на уровне ниже абсолютного контроля (рис. 24).

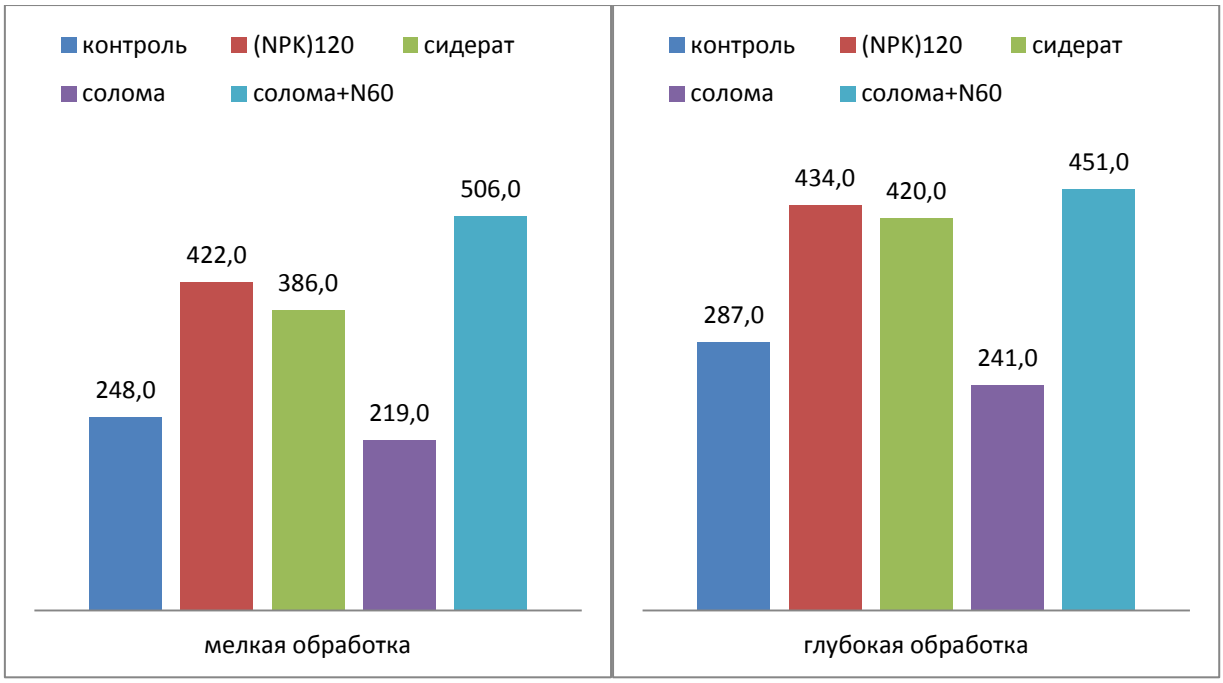


Рис. 24. Урожайность сахарной свеклы 2013-2015 гг.

Иная картина складывается при условии внесения 60 кг/га азота на фоне измельченной соломы. При условии мелкой заделки соломы на глубину до 15 см урожайность сахарной свеклы возрастала до 506 ц/га, а при глубокой заделке 451 ц/га.

Столь высокая разница между вариантами с удобрением чистой соломой и с добавлением азотных удобрений объясняется, на наш взгляд, спецификой разложения органического вещества соломы и процессам, происходящим в почве в этом случае.

Основными микроорганизмами, перерабатывающими клетчатку, являются специфические почвенные целлюлозоразлагающие бактерии, рост которых прямо пропорционален наличию в почве свежего органического вещества. Для своей жизнедеятельности данные микроорганизмы используют соединения азота, которые они изымают из почвенных запасов, обедняя таким образом запасы этого критически важного для растений элемента.

Особенно активны представители почвенной микрофлоры в верхнем, наиболее аэрированном слое почвы. Именно этим можно объяснить высокий уровень продуктивности при мелкой заделке соломы с минеральными азотными удобрениями. Питательные вещества соломы благодаря микробиологической деятельности на этом варианте стали доступны для растений в критически важный этап онтогенеза и почти полностью были усвоены сахарной свеклой, что позволило сформировать урожай корнеплодов выше 500 ц/га.

При глубокой заделке удобрительного продукта часть соломы попала в слой почвы, обедненный кислородом и не была полноценно переработана. В данном случае, несмотря на высокий уровень продуктивности, разница с мелкой обработкой составила 55 ц/га.

Для того, чтобы отследить эффективность применяемых удобрений на разных этапах вегетации растений сахарной свеклы мы ввели в программу

исследований определение динамики роста корнеплодов в зависимости от изучаемых факторов.

Как свидетельствуют данные рисунка 25, на начальном отрезке развития в июне масса корнеплода сахарной свеклы различалась незначительно и была в пределах 70-90 грамм.

Однако уже при следующем учете мы наблюдаем четкую дифференциацию по интенсивности набора массы корнеплодами. Лучшей интенсивностью отличались варианты с минеральной системой удобрения, что объясняется доступностью питательных элементов, главным образом, азота, на этапе высокого их усвоения растениями. Солома, как удобрительный продукт, в июле показала массу корнеплода 172 г, что выше вариантов с сидератом и без применения удобрений. К этому моменту микробиологическое разложение соломы полностью завершилось и для растений открылась возможность использования азота, продуцированного целлюлозоразлагающими микроорганизмами.

Максимальный прирост массы корня наблюдался в августе. По сравнению с предыдущими измерениями прибавка составила более 100 %. (рис. 25).

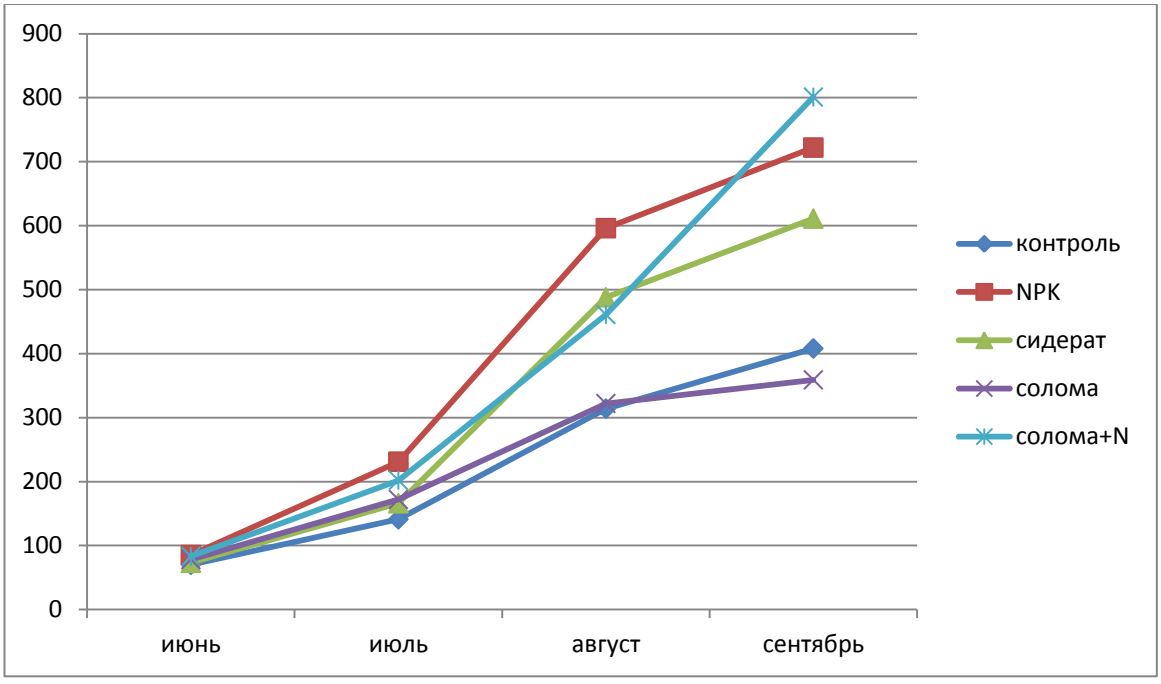


Рис. 25. Динамика роста корнеплода сахарной свеклы. Мелкая обработка

Наиболее интенсивно корнеплоды увеличивали свою массу при сидеральном удобрении и при использовании минеральных туков.

При последнем сроке учета корневой массы сахарной свеклы наибольшей зафиксированной величиной является результат более 800 г на варианте с удобрением соломой совместно с добавлением минерального азота. На этом же варианте зафиксирована самая высокая интенсивность нарастания продуктивной части сахарной свеклы- 340 г за месяц.

При глубокой отвальной заделке удобрений динамика роста массы корнеплода сахарной свеклы имеет свои особенности.

Так, уже на начальном этапе разница в массе корня между контролем и минеральным фоном составляет двукратною величину (рис. 26).

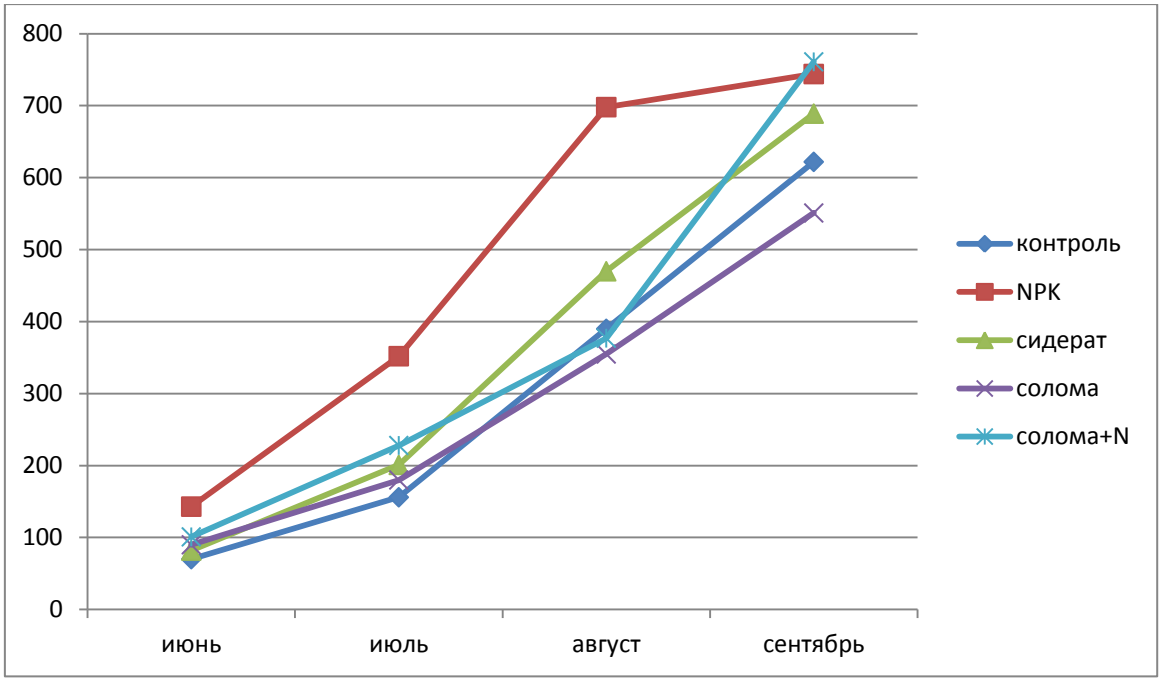


Рис. 26. Динамика роста корнеплода сахарной свеклы.

Глубокая обработка

В дальнейшем на этом варианте можно наблюдать стремительный рост массы корнеплода в течении двух месяцев и практически полное отсутствии прибавки с августа по сентябрь. Растения на этих вариантах быстро усвоили питательные вещества минеральных удобрений в середине вегетации и к завершению онтогенеза почва уже не имела их в достаточном количестве.

Органические удобрения, напротив, на завершающем этапе роста сахарной свеклы проявили максимальную эффективность. Нарастание массы корнеплода при удобрении соломой с минеральным азотом составило за месяц более 100 %.

Процессы, происходящие в период роста и развития сахарной свеклы, были бы отражены не полностью при отсутствии данных по замеру и динамике ассимиляционной поверхности растений на протяжении вегетации в зависимости от изучаемых факторов.

Замеры листовой поверхности производились по четырем срокам, отвечающим наиболее важным моментам жизнедеятельности сахарной свеклы.

Как показали результаты наблюдений, на начальном этапе вегетации в июне зафиксирована существенная разница в площади листьев на различных вариантах удобренности сахарной свеклы.

На абсолютном контроле при поверхностном способе обработки почвы результат составил 226 см^2, что почти в 3 раза меньше, чем при использовании минеральных удобрений и в 1,5-2 раза органических (рис. 27).

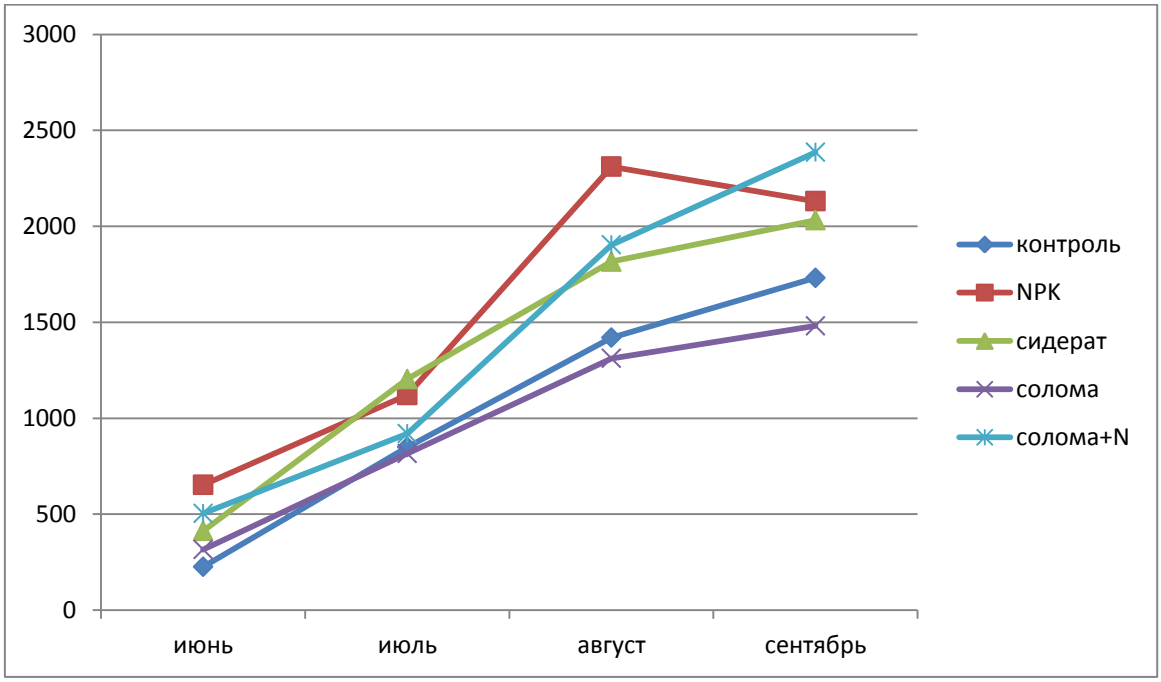


Рис. 27. Динамика нарастания листовой поверхности сахарной свеклы

Поверхностная обработка

Динамика роста листьев при минеральной системе удобрения отличается интенсивностью и высокой скоростью. Однако, в августе листья на этих вариантах начинают засыхать, что свидетельствует об отсутствии доступных питательных веществ и завершении вегетации.

Органические удобрения, напротив, продемонстрировали постоянный динамичный рост листового аппарата на протяжении всех сроков наблюдения. Наиболее интенсивно листья росли на варианте с совместным внесением соломы зерновых культур и минерального азота удобрений. В этом случае в сентябре площадь листовой поверхности одного растения сахарной свеклы составляла 2386 $см^2$.

Худший результат зафиксирован при удобрении одной соломой- 1481 $см^2$, что может служить основанием утверждать, что растениям не хватает полноценного питания, главным образом, азотного.

При условии использования в технологии возделывания сахарной свеклы глубокой отвальной обработки почвы все процессы, происходящие в растении, идут с большей интенсивностью. Данное утверждение нашло отражение в результатах измерения листовой поверхности растений.

Даже в начале вегетации, в июне, при первом измерении площадь листьев на неудобренных вариантах составила 356 $см^2$. Обращает на себя внимание факт высоких значений площади листовой поверхности растений при использовании зеленого удобрения. В данном случае, по всей вероятности, сидеральная масса при глубокой заделке была переработана микроорганизмами и к моменту первого учета интенсивно использовалась в качестве источника питания растениями сахарной свеклы (рис. 28).

При следующем наблюдении по прошествии месяца даже визуально было отмечено явное преимущество минеральной системы удобрения и сидерального посева. На этих делянках растения были хорошо развиты с широкими листьями темно-зеленой окраски. В последующем данная

тенденция сохраняется, что доказывает более длительное действие органических удобрений при их глубокой заделке.

На конечном этапе вегетации при учете листовой поверхности в сентябре вариант с промежуточным посевом горчицы белой на сидерат показал даже более высокую величину ассимиляционной поверхности растений, чем лидер по урожайности- вариант с совместной запашкой 15 т/га соломы и 60 кг/га д.в. минерального азота.

Следует сказать, что применяющиеся в опыте гибриды сахарной свеклы относятся к интенсивному типу, характеризующемуся повышенной скоростью метаболизма, сокращенным сроком вегетации и умеренным развитием листового аппарата. Данный тип гибридов применяется на большинстве посевов сахарной свеклы не только в Белгородской области, но и в Центральном Черноземье, что дает право экстраполировать полученные результаты на весь экономический регион страны.

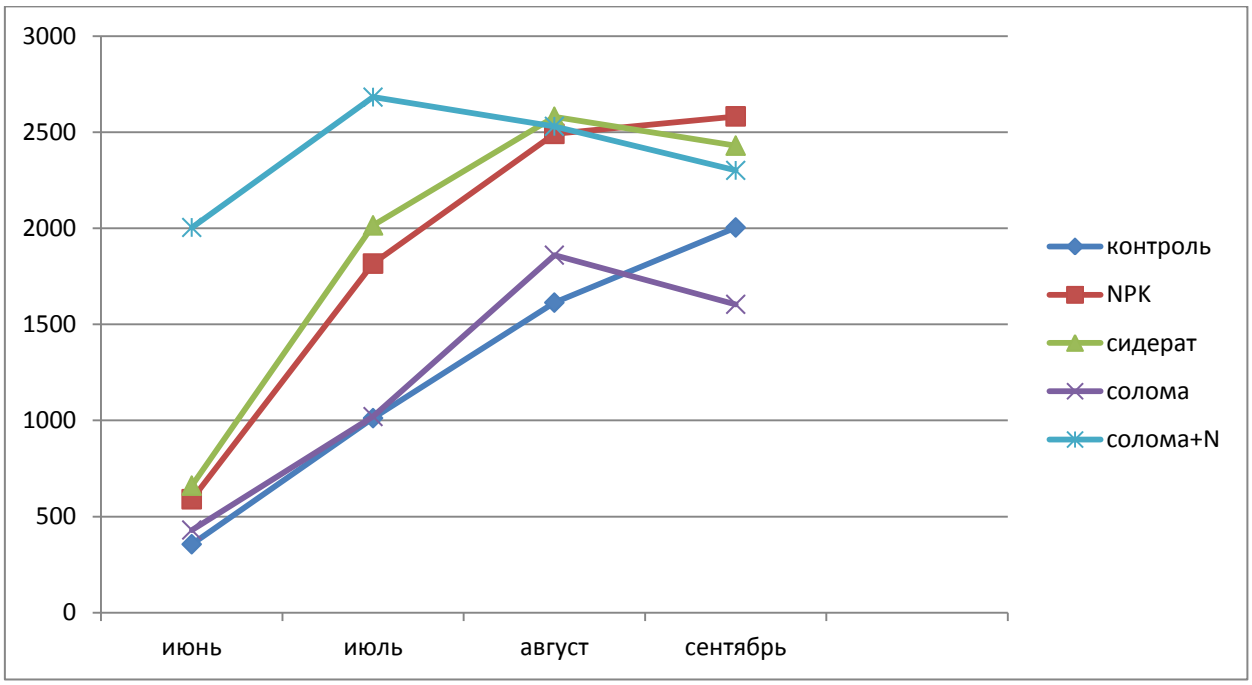


Рис. 28. Динамика нарастания листовой поверхности сахарной свеклы

Глубокая отвальная обработка

Главным конечным продуктом, получаемым при возделывании сахарной свеклы, является сахар, продукт переработки свеклосахарного сырья.

Важным показателям продуктивности изучаемой культуры является сахаристость корнеплодов, от которой напрямую зависит количество получаемого сахара и, таким образом, общая эффективность возделывания свеклы.

По результатам исследований выявлено влияние изучаемых факторов на содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы. Как показывают данные таблицы 76, сахаристость снижается по мере роста количества удобрительного продукта.

На контроле без применения удобрений содержание сахара существенно выше и составляет 19,0-19,3 %. Минеральные удобрения способствовали сокращению сахаристости на величины 2,6-3,0 %, а посевы сидеральной культуры дополнительно снизило этот показатель до величин 18,1-18,4 %.

Таблица 76

Сахаристость сахарной свеклы в зависимости от типа удобренности, %

Среднее 2013-2015 гг. Красненский район ООО «Зерно Белогрья»

Удобрение	Мелкая обработка	Глубокая обработка
Контроль	19,3	19,0
$N_{120}P_{120}K_{120}$	16,7	16,0
Сидерат	18,4	18,1
Солома 15 т/га	19,5	19,2
Солома + N_{60}	17,8	18,0
$НСР_{05}$	0,7	0,6

Определенной новизной отличаются данные по изменению сахаристости корнеплодов под влиянием удобрения соломой. Если в вариантах с чисто соломенной системой удобрения показатели соответствуют уровню контроля, то при добавлении азотного удобрения,

данная величина снижается до 17,8-18,0 %, что является хорошим результатом.

Для понимания эффективности возделывания сахарной свеклы необходимо привязать изучаемые факторы к получению итогового продукта, а именно сахара.

Результаты величин полевого сбора сахара позволят определить, сколько сахара возможно получить с одного гектара в зависимости от изучаемых факторов.

Данные таблицы 77 показывают, что оптимальными вариантами с этих позиций является совместное внесение 15 т/га соломы и 60 кг азота при условии мелкой заделки.

При этих условиях сбор сахара составляет 9 т/га. Удобрение соломой значительно, более чем в два раза уступает этой величине, а сидераты и минеральные удобрения занимают промежуточное положение с абсолютными величинами в пределах 70-75 ц/га при наименьшей существенной разнице по фактору 15,9-17,6 ц/га.

Таблица 77

Полевой сбор сахара в зависимости от типа удобренности, ц/га

Среднее 2013-2015 гг. Красненский район ООО «Зерно Белогорья»

Удобрение	Мелкая обработка	Глубокая обработка
Контроль	47,8	54,5
$N_{120}P_{120}K_{120}$	70,4	69,4
Сидерат	71,0	76,0
Солома 15 т/га	42,7	42,8
Солома + N_{60}	90,0	81,1
$НСР_{05}$	17,6	15,9

Конечным результирующим продуктом выращивания сахарной свеклы является показатель выхода «белого» сахара на заводе. Достигается это показатель путем учета всех возможных потерь, таких как потери сахара в мелассе, т.е. содержание в корнеплодах калия и натрия, которые

препятствуют кристаллообразованию, вызывают пептизацию мелассы и препятствуют очистке клеточного сока и содержание «вредного», альфа-аминного азота, присутствие которого переводит сахара в недоступную для получения кристаллов форму.

Сумма потерь сахара зависит от изучаемых факторов и находится в пределах 6-11 ц/га с более высокими величинами при внесении минеральных удобрений (табл. 78).

При анализе всех потерь при переработке свеклосахарного сырья, мы приводим данные по теоретическим величинам получения конечного продукта, которые представлены в таблице 79.

Таблица 79

Общие потери сахара в мелассе
в зависимости от типа удобренности, ц/га
Среднее 2013-2015 гг. Красненский район ООО «Зерно Белогрья»

Удобрение	Мелкая обработка	Глубокая обработка
Контроль	6,4	6,1
$N_{120}P_{120}K_{120}$	11,2	10,8
Сидерат	8,5	9,3
Солома 15 т/га	5,8	5,9
Солома + N_{60}	9,8	9,2
$НСР_{05}$	2,2	2,9

Как показали результаты наших расчетов, на вариантах абсолютного контроля без применения удобрений теоретический выход сахара составляет 44,7-51,1 ц/га с преимуществом глубокой обработки почвы.

Сидеральные удобрения в конечном итоге показали более высокую эффективность по сравнению с вариантами внесения минеральных удобрений. При незначительной разнице в пределах НСР уместнее говорить об имеющей место тенденции, носящей ,однако, систематический характер.

Худший вариант с удобрением соломой позволил получить результат на уровне 40 ц/га сахара при практически равной эффективности способа заделки удобрительного субстрата (табл. 80).

Таблица 80

Выход «белого» сахара на заводе
в зависимости от типа удобренности, ц/га
Среднее 2013-2015 гг. Красненский район ООО «Зерно Белогрья»

Удобрение	Мелкая обработка	Глубокая обработка
Контроль	44,7	51,1
$N_{120}P_{120}K_{120}$	62,5	61,9
Сидерат	64,9	68,9
Солома 15 т/га	40,2	40,2
Солома + N_{60}	81,1	73,6
$НСР_{05}$	11,9	10,4

Оптимальным вариантом в опыте, который может быть по результатам исследований рекомендован сельскохозяйственному производству для хозяйств с отсутствием возможности внесения органических удобрений является система удобрения, включающая в себя внесение измельченной соломы в количестве 15 т/га с одновременным внесением достаточного количества азотных удобрений для компенсации использованных почвенной биотой запасов азота. В этом случае возможно получение более 8 т/га сахара.

ГЛАВА 8. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ БИОЛОГИЗАЦИИ

Расчет экономической эффективности был произведен нами по основной сельскохозяйственной культуре региона- кукурузе на зерно по технологиям, включающим использование органических удобрений, проведен на полученную в опыте урожайность зерна кукурузы по делянкам и по производственным затратам и стоимости продукции в 2018 году (таблица 81, 82). Для удобства расчета и применительно к условиям конкретного хозяйства мы рассчитывали эффективность возделывания на площади 1 га.

Расчет уровня рентабельности произведен по формуле

Урент. = Чд /З х 100,

где Урент. – уровень рентабельности, %; Чд – чистый доход, руб.

З – затраты на 1 га, руб.

Как показывают данные таблицы 81, эффективность возделывания кукурузы по предложенным системам удобрения при поверхностной обработки почвы, в том числе органического, находится на достаточно высоком уровне, позволяющем при реализации в производство хозяйству принимать бюджет развития, выплачивать работникам достойную заработную плату и выполнять социальные обязательства. В данном разделе вариант опыта с контролем без применения удобрений служит исключительно для сравнения предлагаемых технологий и, безусловно, не рассматривается в качестве продуктивного.

Высокие общие затраты по технологической карте объясняются дорогим семенным материалом гибридов зарубежной селекции, необходимостью неоднократных обработок химическими средствами защиты

растений, стратегической политикой холдинга, предусматривающей выплату достойной заработной платы и содержанием социальных объектов.

В целом, по данным таблицы 81 экономическая эффективность возделывания кукурузы по удобренным вариантам при поверхностном способе заделки показала рентабельность производства на уровне 21-87 %.

Таблица 81

Экономическая эффективность технологий возделывания кукурузы на зерно на опытном поле при поверхностной обработке

Показатели	Технология возделывания кукурузы								
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9
Урожайность, т/га	5,86	8,96	9,63	11,37	11,69	8,04	7,62	9,77	12,21
Площадь, га	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Затраты по технологической карте, руб/га	59860	59860	59860	59860	59860	59860	59860	59860	59860
Затраты на мин. и орг. удобрения, руб/га	-	12300	4200	4600	5800	6150	2100	2900	5300
Всего затрат, руб/га	59860	72160	64060	64460	65660	66010	61960	62760	65160
Цена реализации, руб/т	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Выручка от реализации, тыс. руб	58,6	89,6	96,3	113,7	116,9	80,4	76,2	97,7	122,1
Себестоимость единицы продукции, руб/т	10215	8053	6652	5669	5616	8210	8131	6423	5336
Прибыль, руб/га	-1260	17440	32240	49240	51240	14390	14240	34940	56940
Уровень рентабельности, %	-2	24	50	76	78	21	22	55	87

*- варианты опыта в табл. 19 на стр. 91.

Лучшими вариантами были технологии внесения полной дозы компоста, дробного внесения свиноводческих стоков и совместное применение стоков и компоста.

При обработки почвы с оборотом пласта уровень рентабельности был несколько ниже (табл. 82).

Таблица 82

Экономическая эффективность технологий возделывания кукурузы на зерно на опытном поле при глубокой обработке

Показатели	Технология возделывания кукурузы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Урожайность, т/га	4,43	7,31	8,42	9,14	10,13	6,94	7,19	7,98	10,94
Площадь, га	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Затраты по технологической карте, руб/га	60710	60710	60710	60710	60710	60710	60710	60710	60710
Затраты на мин. и орг. удобрения, руб/га	-	12300	4200	4600	5800	6150	2100	2900	5300
Всего затрат, руб/га	60710	73010	64910	65310	66510	66860	62810	63610	66010
Цена реализации, руб/т	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Выручка от реализации, тыс. руб	44,3	73,1	84,2	91,4	101,3	69,4	71,9	79,8	109,4
Себестоимость единицы продукции, руб/т	13704	9987	7709	7145	6566	9634	8735	7971	6033
Прибыль, руб/га	-16410	90	19290	26090	34790	2540	9090	16190	43390
Уровень рентабельности, %	-27	0	29	40	52	3	14	25	66

В этом случае даже применение минеральных удобрений не показало высокую экономическую эффективность.

Объясняется это главным образом более низкой урожайностью кукурузы, а также увеличением затрат ввиду применения при обработке более энергоёмких агрегатов. Наивысший уровень рентабельности- 66% показан при глубокой заделке половинных норм компоста на основе птичьего помета и свиноводческих стоков.

По аналогичным принципам был произведен расчет экономической эффективности в опыте по изучению новых гранулированных удобрений.

Как показывают расчеты, эффективность возделывания кукурузы по предложенным системам удобрения при глубокой обработке почвы находится на достаточно высоком уровне, позволяющем при реализации в производство хозяйству принимать бюджет развития, выплачивать работникам достойную заработную плату и выполнять социальные обязательства. В данном разделе вариант опыта с контролем без применения удобрений служит исключительно для сравнения предлагаемых технологий и, безусловно, не рассматривается в качестве продуктивного.

Высокие общие затраты по технологической карте объясняются дорогим семенным материалом гибридов зарубежной селекции, необходимостью неоднократных обработок химическими средствами защиты растений, стратегической политикой холдинга, предусматривающей выплату достойной заработной платы и содержанием социальных объектов.

В целом, по данным таблицы 83, экономическая эффективность возделывания кукурузы по удобренным вариантам при глубоком способе заделки показала рентабельность производства на уровне 10-40 %. Лучшими вариантами были технологии внесения полной дозы компоста и варианты с применением гранулированного удобрения в дозах 6/га как при осеннем, так и при весеннем внесении.

Следует заметить, что полная доза гранулированного удобрения БГК-ВН, рассчитанная на планируемый урожай кукурузы составляло 11 т/га.

Столь высокая норма внесения не компенсировалась полноценной отдачей в виде дополнительного количества зерна, что послужило причиной для снижения рентабельности возделывания культуры по этому варианту до 15%.

Таблица 83

Экономическая эффективность технологий возделывания кукурузы на зерно на опытном поле при глубокой обработке

Показатели	Технология возделывания кукурузы									
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Урожайность, т/га	5,80	10,81	11,35	9,03	8,63	10,63	11,98	9,09	10,14	11,16
Площадь, га	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Затраты по технологической карте, тыс. руб/га	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2	74,2
Затраты на орг. удобрения, тыс.руб/га	-	38,4	26,9	17,3	20,8	24,8	28,8	20,8	24,8	28,8
Всего затрат, тыс. руб/га	74,2	112,6	101,1	91,5	95,0	99,0	103,0	95,0	99,0	103,0
Цена реализации, тыс.руб/т	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Выручка от реализации, тыс. руб	69,2	129,7	136,2	108,3	103,5	127,5	143,7	109,1	121,6	139,9
Себестоимость единицы продукции, тыс. руб/т	12,8	10,4	8,9	10,1	11,0	9,3	8,5	10,5	9,8	8,8
Прибыль, тыс.руб/га	-4,6	17,1	35,1	16,8	8,6	28,5	40,7	14,0	22,7	36,9
Уровень рентабельности, %	-17	15	35	19	9	29	40	15	23	36

*- варианты опыта на ст. 66-67.

Результаты расчетов показывают, что даже при урожайности кукурузы 58 ц/га возделывание кукурузы без удобрений нерентабельно ввиду высоких затрат по технологической карте, включающих дорогой семенной материал,

средства защиты растений, многочисленные обработки посевов и эксплуатационные расходы высокопродуктивной импортной техники, применяющейся на опытных полях.

При расчете экономической эффективности возделывания сои мы руководствовались теми же формулами и принципами, что и в ситуации с кукурузой.

Таблица 84

Экономическая эффективность технологий возделывания сои на опытном поле при глубокой обработке

Показатели	Технология возделывания кукурузы									
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Урожайность, т/га	2,27	3,07	3,42	2,70	3,02	2,91	3,03	3,00	3,04	3,24
Площадь, га	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Затраты по технологической карте, тыс. руб/га	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4
Затраты на орг. удобрения, тыс.руб/га	-	18,0	17,8	11,2	20,8	24,8	28,8	20,8	24,8	28,8
Всего затрат, тыс. руб/га	31,4	49,4	49,2	42,6	52,2	56,2	60,2	52,2	56,2	60,2
Цена реализации, тыс.руб/т	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Выручка от реализации, тыс. руб	45,4	61,4	68,4	54,0	60,4	58,2	60,6	60,0	61,8	64,8
Себестоимость единицы продукции, тыс. руб/т	13,8	16,1	14,4	15,8	17,2	19,3	19,8	17,4	18,2	18,6
Прибыль, тыс.руб/га	14,0	12,0	19,8	11,4	18,2	2,0	0,4	7,8	5,6	4,6
Уровень рентабельности, %	44	24	40	26	15	3	0	15	10	8

*- варианты опыта на ст. 66-67.

Отличительной особенностью данной культуры является абсолютные величины количества органических удобрений, рассчитанных на планируемый урожай. Если для кукурузы полная доза БГК-ВН составила 11 т/га, то для сои этот показатель находился на уровне 1,9 т/га, что и предопределило показатели экономической эффективности возделывания этой культуры (табл. 84).

Лучший показатель рентабельности продемонстрировали варианты с внесением компоста на основе птичьего помёта в дозе, рассчитанной на планируемый урожай- около 40%.

Следует заметить, что высокие дозы органического гранулированного удобрения БГК-ВН не окупаются прибавкой урожая ввиду высоких затрат на транспортировку, доставку и внесение. На этих вариантах рентабельность производства практически отсутствует.

При условии возделывания сахарной свеклы по биологическим технологиям весьма затруднительно рассчитать значение экономической эффективности поскольку в годы проведения исследований наблюдался ярко выраженный диспаритет цен на продукцию сельскохозяйственного производства (в нашем случае корнеплоды сахарной свеклы в физическом весе), конечный продукт (сахар-песок, получаемый на заводе) и продукцию, необходимую для возделывания сельскохозяйственной культуры (ГСМ, семена, средства защиты растений, удобрения).

Поэтому нами предложен метод, позволяющий наглядно показать эффективность применения того или иного элемента агротехнологии возделывания сельскохозяйственной культуры в сопоставимых величинах, т.е. в энергетических единицах.

Та оценка подразумевает определение соотношения количества энергии, аккумулированной в урожае корнеплодов сахарной свеклы в процессе фотосинтеза, и совокупных затрат энергии, вкладываемых в производство продукции. Подобный подход к учету эффективности различных агротехнических факторов на основании своих исследований был

предложен коллективом белгородских ученых еще в 1995 году (В.Б. Азаров, 1995).

Все расчеты проводили на основании инструкции по определению экономической и энергетической эффективности удобрений. В соответствии с данной инструкцией для расчета энергии в прибавке урожая основной продукции вследствие применения удобрений используется формула:

$$V=Y_{п}RL \times 1000$$

где V- содержание энергии в прибавке основной продукции, МДж/га

Yп- прибавка урожайности основной продукции, т/га

R- коэффициент перевода единицы продукции в сухое вещество

L- содержание общей энергии в 1 кг сухого вещества данной сельскохозяйственной культуры, МДж

1000- коэффициент.

Для корнеплодов сахарной свеклы перевода единицы продукции в сухое вещество определен по методике 0,14. На наш взгляд, эта величина занижена. Основываясь на собственных исследованиях (Н.И. Клостер Н.И., 2012) и литературных данных (В.Б. Азаров, 1997), перерасчет урожайности корнеплодов сахарной свеклы на сухое вещество мы проводили используя коэффициент 0,25 (содержание сухого вещества в корнеплодах 25 %).

Величина коэффициента L для сахарной свеклы составляет 18,25 МДж.

Энергетические затраты на применение удобрений (А) определяли по формуле:

$$A= (H_{о}A_{о}) + (H_{м}A_{м}) + (H_{с}A_{с})$$

Где Но, Нм, Нс- соответственно фактическая доза внесения органических, минеральных и сидеральных удобрений;

Ао, Ам, Ас- энергетические затраты на использование 1 кг органических, минеральных и сидеральных удобрений.

Для соломы Ао составляет 1,26 МДж, для минеральных 86,6; 12,6 и 8,3 МДж для содержащихся в промышленных туках азота, фосфора и калия, для

сидеральных удобрений (горчицы белой) Ас составляет 0,39 МДж на кг зеленой массы с пересчетом на влажность.

На наш взгляд, наиболее полно характеризует энергетическую отдачу от различных удобрительных продуктов коэффициент энергетической эффективности, равный отношению содержания энергии в прибавке основной продукции и энергетических затрат на применение удобрений. Этой величиной мы будем оперировать и в дальнейшем.

Как показали результаты наших расчетов, на вариантах опыта, где использовалась минеральная система удобрений сахарной свеклы с внесением по 120 кг/га действующего вещества азота, фосфора и калия на гектар севооборотной площади, коэффициент энергетической эффективности зафиксирован на уровне 2,75-2,87 единиц при практически равной эффективности способов основной обработки почвы (табл. 85).

Таблица 85

Коэффициент энергетической эффективности применения удобрений

Среднее 2013-2015 гг. Красненский район ООО «Зерно Белогорья»

Удобрение	Мелкая обработка	Глубокая обработка
Контроль	-	-
$N_{120}P_{120}K_{120}$	2,75	2,87
Сидерат	4,26	4,39
Солома 15 т/га	2,12	2,40
Солома + N_{60}	5,52	4,28
$НСР_{05}$	0,77	0,72

Сидеральные удобрения благодаря своей невысокой энергоемкости и хорошей прибавкой урожаем корнеплодов показали эффективность на уровне 4,26-4,39. Необходимо отметить, что как в данном случае, так и предыдущем анализе, более высокие коэффициенты отмечены при глубокой обработке почвы. Однако, превышение составляет величину меньше наименьшей существенной разницы по фактору и, таким образом, не может считаться статистически достоверным.

Наивысший коэффициент энергетической эффективности зафиксирован при совместном внесении соломы и 60 кг/га действующего вещества минерального азота удобрений. При минимальной обработке на единицу затраченной энергии приходилось 5,52 единиц полученной продукции. При увеличении глубины заделки данный показатель несколько снизился, хотя и остался в пределах достаточно высоких (4,28) значений.

Для более полного представления о влиянии изучаемых факторов на экономическую эффективность применяемых агроприемов мы сочли целесообразным представить данные по окупаемости 1 кг азота, как элемента играющего решающую роль в формировании урожайности и содержащегося в удобрительном продукте единицей продукции- урожаем корнеплодов сахарной свеклы и чистым сахаром (табл. 86).

Таблица 86

Окупаемость действующего вещества удобрений единицей продукции

Среднее 2013-2015 гг. Красненский район ООО «Зерно Белогорья»

Удобрение	Мелкая обработка		Глубокая обработка	
	корнеплоды	сахар	корнеплоды	сахар
Контроль	-	-	-	-
$N_{120}P_{120}K_{120}$	28,3	5,16	33,1	6,02
Сидерат	14,2	2,71	17,6	3,55
Солома 15 т/га	7,9	1,36	11,0	2,67
Солома + N_{60}	38,0	11,0	31,4	9,90

Окупаемость минеральных удобрений в нашем опыте находилась на среднем уровне, на нижней границе расчетных показателей. Один кг азота удобрений позволил сформировать прибавку 28-33 кг свекловичных корнеплодов или 5-6 кг сахара.

Солома, как удобрение в чистом виде и посев сидеральных культур показали эффективность в два-три раза ниже чисто минеральной системы удобрения, что не может рассматриваться как эффективный агроприем.

Лучшим вариантам в нашем опыте считается солома с добавлением азота. В этом случае единица азота удобрений позволила получить 10-11 кг чистого сахара, что в денежном эквиваленте в оптовых ценах составляет 300-400 рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Плотность почвы на посевах зерновых культур зависла от наличия органических удобрений и способа основной обработки почвы. Птичий помет способствовал разуплотнению верхнего слоя почвы на 0,05-0,08 г/см^3. Минеральные удобрения в конце вегетации зерновых культур уплотнили почву практически на такую же величину. Сидеральные промежуточные культуры стали фактором оптимизации плотности почвы на всех зерновых культурах, особенно в слое почвы 20-40 см. по окончании вегетации среднее значение плотности почвы по зеленому удобрению составило 1,15 г/см^3. Технология no-till, формируя комфортные значения плотности почвы в верхнем слое, несколько переуплотняла нижний до величин 1,18-1,20 г/см^3. Свиноводческие жидкие стоки приводили к избыточной слитизации, особенно при их мелкой заделке. Отвальная глубокая обработка почвы выравнивала показатель плотности на всем 40-сантиметровом профиле почвы.

2. Компост на основе птичьего помета позволил стабилизировать структуру почвы. На кукурузе на зерно коэффициент структурности составил 6,2 при органической системе удобрения и 6,4 при органо-минеральной. Свиноводческие стоки снизили показатели коэффициента структурности. По сравнению с энергосберегающим поверхностным способом обработки почвы по глубокой вспашке уменьшение показателя коэффициента структурности составило 0,4-0,9 ед. Куриный помет и гранулированные органические удобрения вне зависимости от дозы и срока использования улучшали структуру почвы, особенно на фоне глубокой отвальной заделки. На вариантах с этими органическими удобрениями величина коэффициента структурности составила 5,9- 6,1.

3. Минимальные показатели гидролитической кислотности зафиксированы при органической системе удобрения. Совместное внесение органических и минеральных удобрений показало возрастание этого

показателя. На фоне сидератов на посевах кукурузы на зерно величина гидролитической кислотности составила 2,8, тогда как на безсидератных вариантах- 3,6. На посевах кукурузы на зерно на вариантах без применения удобрений величина гидролитической кислотности чернозема составила 1,8-2,0 мг-экв/100 г почвы. Минеральные удобрения снизили данный показатель на 0,6-1,1, а свиноводческие стоки в дозах, рассчитанных на планируемый урожай, на 0,4-0,6 мг-экв/100 г почвы. Органический компост, напротив, способствовал сокращению количества водорода в ППК до величин 1,7-1,9 мг-экв/100 г почвы. При величинах Нг на контрольных вариантах без внесения удобрений 2,0-2,6 мг-экв/100 г почвы, гранулированное органическое удобрение БГК-ВН снижали данный показатель до 1,6-1,8 мг-экв/100 г почвы. Глубокая отвальная обработка почвы более благоприятна по сравнению с поверхностной.

4. На вариантах без применения удобрений, обменная кислотность почвы составила 6,5-6,8. Минеральные удобрения способствовали подкислению почвы до уровня 5,2-5,6 единиц. На посевах зерновых культур при условии наличия сидератов зафиксировано достоверное снижение уровня обменной кислотности до показателей 6,9-7,2 ед при абсолютном контроле на идентичных вариантах- 6,6-6,7 единиц. Свиноводческие стоки как при самостоятельном применении, так и в комплексе с другими видами органики, способствовали стабилизации уровня обменной кислотности почвы. Величины pH на данных вариантах составили 6,7-6,9 ед. Гранулированные органические удобрения способствовали снижению обменной кислотности до величин 6,6-7,1 pH.

5. Исходные показатели суммы поглощенных оснований составили 38,4-39,9 в верхнем слое и 36,2-38,9 мг-экв/100 г почвы в нижнем. Наибольшее положительное влияние на увеличение суммы поглощенных оснований оказали гранулированные органические удобрения в высоких дозах, особенно в подпахотном горизонте почвы. В этом случае увеличение данного показателя составило 5,1-7,1 мг-экв/100 г почвы.

6. На контроле без применения удобрений уровень разложения льняной ткани за месяц составил 27,2-29,4 % в зависимости культуры и глубины. На удобренных промышленными туками вариантах данный показатель снижался до уровня 18,0-23,9 %, причем микробиологическая активность сокращалась с ростом количества внесенных удобрений. Компост на основе птичьего помета способствовал устранению этого негативного факта, показав процент разложения ткани 35,1-38,8. Свиноводческие стоки изменили биологическую активность почвы в сторону увеличения на незначительную величину - около 3-3,5 %. Наиболее продуктивен с позиции биологической активности почвы оказался компост на основе птичьего помёта, особенно в сочетании со свиноводческими стоками в половинных дозах применения. На данных делянках процент разложения льняного полотна составил в слое почвы 0-20 см величину 22-28. При весеннем предпосевном для сои и кукурузы на зерно и по вегетации для озимой пшеницы внесении гранулированных органических удобрений отмечен рост биологической активности почвы до 33,4-45,6 % в прямой зависимости от дозы внесения.

7. По прошествии ротации трехпольного зернового севооборота содержание гумуса снижалось при минеральной системе на 0,11-0,16 % и повышалось на такую же величину от применения птичьего помета при начальных значениях 4,8-5,6 %. Посев сидеральных промежуточных культур, не привел к существенному накоплению дополнительных запасов гумуса, однако несколько ослабил негативное действие минеральных удобрений. Птичий помет и гранулированные органические удобрения способствовали накоплению гумуса в почве до 0,2 % при больших величинах при поверхностной обработке почвы.

8. Обеспеченность почвы легкогидролизуемым азотом в фазу интенсивного потребления этого элемента кукурузой на зерно (выметывания метелок) наблюдается в пахотном и подпахотном горизонтах на вариантах с внесением половинной и полной дозы ($N_{105}P_{105}K_{105}$) минеральных удобрений.

Влияние органических и зеленых удобрений на этот показатель носило нестабильный характер.

9. При внесении свиноводческих стоков на планируемый урожай содержание минерального азота весной даже несколько снижалось по сравнению с осенними значениями в верхнем слое, однако по мере вегетации его запасы интенсивно росли, достигая величин 124-139 кг/га в летний период. При совместном внесении куриного помета и свиностоков происходил постоянный рост концентрации минерального азота в почве в верхнем слое почвы. На вариантах с минеральными удобрениями весной наблюдались значительные запасы азота по профилю почвы- 113 и 163 кг/га с превышением в нижележащем слое. При дозе внесения 6 т/га БГК-ВН в слое почвы 0-20 см прибавка по сравнению с весенним отбором составила 22 кг/га при 15 кг/га при меньших дозах.

10. Содержание подвижного фосфора на всех вариантах опыта было на уровне повышенной и высокой градации обеспеченности и применение различных агротехнических приемов и удобрительных продуктов изменяло эту величину незначительно. Характер действия доз, видов и сроков внесения органических удобрений носил нестабильный характер ввиду постоянных процессов закрепления, трансформации и потребления фосфорных соединений в почве.

11. На фоне внесения только компоста превышение содержания обменного калия в почве по сравнению с исходным значением составило 380 мг/кг, т.е. увеличилось с 240 до 620 мг/кг почвы в пахотном горизонте. Применение половинной дозы минеральных удобрений на кукурузе на зерно увеличило содержание усвояемого калия в пахотном слое почвы в фазу выметывания метелок с 430 мг/кг K_2O до 660 мг/кг, а полной дозы до 720 мг/кг.

12. В условиях растениеводческого хозяйства без применения органических удобрений бездифицитный баланс гумуса, азота, фосфора и калия достигался посевом промежуточных сидеральных культур после

озимой пшеницы, кукурузы и подсолнечника, оставлением на поверхности почвы всей нетоварной части урожая и сбалансированным научно-обоснованным применением минеральных удобрений.

13. Урожай зерна сои на неудобренных вариантах составил 10-17 ц/га. Внесении полной дозы минеральных удобрений не способствовало адекватной прибавки урожайности. Высокие дозы органики при поверхностном способе заделки не показали экономически обоснованной прибавки урожая - превышение над контролем составило от 5,3 от свиноводческих стоков до 8,8 ц/га при полной дозе компоста на основе птичьего помета. Свиноводческие стоки, как в полной, так и в половинной дозе, позволили получить дополнительно от 3,8 до 7,7 ц/га зерна при большей эффективности при дробном внесении с наименьшей существенной разницей по опыту 2,7 ц/га. Куриный помет способствовал получению урожайности сои на уровне 22,5- 27,6 ц/га. Урожай зерна на фоне полной дозы БГК-ВН составил 30,2-30,7 ц/га при фиксированной дозе 26,2-31,6 ц/га. Лучшим вариантом опыта по его влиянию на зерновую продуктивность сои являлось совместное внесение птичьего помета и свиноводческих стоков в половинных нормах на планируемый урожай. Полученная в этом случае урожайность - 33 ц/га- намного превышала среднеобластную.

14. Внесение половинной дозы NPK повысило урожай зерна пшеницы на 7,9 ц/га по сравнению с контролем. Увеличение дозы минеральных удобрений до $N_{80}P_{80}K_{80}$ не сказалось на дальнейшем существенном росте урожайности зерна озимой пшеницы: прибавка составила 1,5 ц/га и являлась недостоверной. Применение компоста в норме 14 т/га обеспечило увеличение урожая зерна озимой пшеницы на 5,5 ц/га. Внесение половинной дозы NPK на фоне компоста оказалось наиболее предпочтительным. Урожайность зерна озимой пшеницы на этом варианте была максимальной – 56,7 ц/га. Все органические удобрения были эффективны при их внесении под озимую пшеницу. От свиноводческих стоков прибавка составила 4,1-13,6 ц/га. Более 50 ц/га получено при внесении полной дозы птичьего помета и совместном

внесении его со свиностоками по поверхностной обработке почвы. С увеличением количества вносимого удобрительного субстрата урожайность закономерно пропорционально увеличивалась, достигая уровня 55-56 ц/га.

15. Применение в качестве органического удобрения компоста в норме 14 т/га повысило урожайность зерна кукурузы на 11,7 ц/га против контроля. Внесение половинной дозы NPK на фоне применения компоста повысило урожайность зерна кукурузы на 11 ц/га. Полная доза минеральных удобрений по фону компоста оказалась избыточной, т.к. ее внесение не сопровождалось достоверным ростом зерновой продуктивности кукурузы. На вариантах с чистой сидеральной культурой без применения минеральных удобрений урожай зерна составил 61,1 ц/га, что находилось на уровне половинной дозы минеральных удобрений. Совместное использование минеральных туков и сидерального удобрения позволило поднять урожай зерна кукурузы до уровня 73,4-80,8 ц/га. Свиноводческие стоки повысили урожайность зерна до величин 84,2-96,3 ц/га от полной дозы и до 71,9-76,2 ц/га от половинной. Компост на основе куриного помета при полной норме внесения на планируемый урожай показал урожайность практически на уровне расчетной- 101,3-116,9 ц/га, а половинная доза при поверхностной заделке позволила получить порядка 100 ц/га. Разделение полной дозы свиноводческих стоков на равные части- осенью и весной- позволила дополнительно собрать 7-17 ц/га по сравнению со внесением всей дозы осенью. Наибольший урожай кукурузы зафиксирован при совместном применении свиноводческих стоков и птичьего компоста- 122,1 ц/га при поверхностном способе обработки почвы. Лучшие результаты по гранулированным органическим удобрениям показало внесение 6 т/га весной- 116,6 ц/га при глубокой обработке и 119,8- при осеннем внесении.

16. При условии применения минеральных удобрений урожайность корнеплодов сахарной свеклы составила 422-434 ц/га. На варианте, предусматривающем посев сидеральной культуры (горчицы белой) после уборки предшествующей озимой пшеницы, увеличение урожайности

сахарной свеклы по сравнению с контролем составило 133-138 ц/га. На делянках с чистым применением соломы был получен скорее отрицательный результат. Абсолютные величины урожайности сахарной свеклы зафиксированы на уровне ниже абсолютного контроля. Иная картина складывается при условии внесения 60 кг/га азота на фоне измельченной соломы. При условии мелкой заделки соломы на глубину до 15 см урожайность сахарной свеклы возрастала до 506 ц/га, а при глубокой заделке 451 ц/га. На вариантах с совместным внесением соломы и минерального азота наблюдалась оптимальная динамика роста корнеплода и нарастание листовой поверхности растений сахарной свеклы. В этом случае возможно получение более 8 т/га сахара.

17. Лучшими вариантами по экономической эффективности возделывания кукурузы на зерно были технологии внесения полной дозы компоста, дробного внесения свиноводческих стоков и совместное применение стоков и компоста. Рентабельность производства в этих случаях составляла до 87 %. Полная доза гранулированного удобрения БГК-ВН, рассчитанная на планируемый урожай кукурузы, не компенсировалась полноценной отдачей в виде дополнительного количества зерна, что послужило причиной снижения рентабельности возделывания культуры по этому варианту до 15%. Самый высокий показатель рентабельности возделывания сои - около 40 % - продемонстрировали варианты с внесением компоста на основе птичьего помёта в дозе, рассчитанной на планируемый урожай. Лучшим вариантом технологии сахарной свеклы являлось использование соломы с добавлением азота. В этом случае единица азота удобрений позволила получить 10-11 кг чистого сахара, что в денежном эквиваленте в оптовых ценах составляет 300-400 рублей.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. На посевах основных сельскохозяйственных культур- сои, озимой пшеницы и кукурузы на зерно- необходимо широко применять элементы биологизации земледелия, такие как использование энергосберегающих минимальных и нулевых обработок почвы, органические удобрения в виде компоста на основе птичьего помета, свиноводческих стоков и гранул в научно-обоснованных дозах с обязательным посевом промежуточных сидеральных культур.

2. При возделывании кукурузы на зерно необходимо предусматривать совместное внесение компоста на основе птичьего помета и свиноводческих стоков по половинной нормы на планируемый урожай. Способ заделки в этом случае рекомендуется поверхностный.

3. Целесообразно возделывать кукурузу на зерно с применением тяжелых дисковых орудий в качестве средства основной обработки почвы и применять в качестве удобрения органические гранулы БГК-ВН с дозой внесения 6/га при равнозначной эффективности осеннего и весеннего применения либо компост на основе птичьего помёта собственного приготовления с дозой, рассчитанной на планируемый урожай.

4. Сою необходимо возделывать при мелкой обработке почвы с удобрительным комплексом, включающем умеренные дозы гранулированных органических удобрений, а также возможно использование компостов и свиноводческих стоков в дозах по азоту на планируемый урожай при обязательной обработке семенного материала препаратами азотфиксаторами.

5. При возделывании сахарной свеклы при отсутствии возможности внесения органических удобрений в виде отходов отрасли животноводства необходимо в качестве удобрения вносить измельченную пшеничную солому с обязательным добавлением азота минеральных удобрений из расчета 4 кг азота на тонну вносимой соломы с мелкой ее заделкой в почву.

6. Для поддержания в хозяйстве бездефицитного баланса гумуса и питательных элементов при отсутствии или ограниченном использовании органических удобрений необходимо осуществлять промежуточные пожнивные и поукосные посевы сидеральных культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авров О.Е., Мороз З.М. Использование соломы в сельском хозяйстве. М: Колос, 1979.

2. Агеев А.А. Системы обработки почвы в ресурсосберегающих технологиях зерновых культур / Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы функционирования устойчивых агроценозов в системе адаптивно-ландшафтного земледелия». Белгород. 2020. С. 15-19.

3. Агеев В.В. Интенсивное использование пашни. М.: Россельхозиздат, 1984.-200 с.

4. Азаров Б.Ф. Биологический азот в земледелии ЦЧЗ/ Монография. Белгород: Константа, 1995. 125 с.

5. Азаров В.Б. Энергетическая эффективность удобрений /В.Б. Азаров, С.В. Лукин // Сахарная свекла.- 1995.- № 9.- с. 34-38.

6. Азаров В.Б. Формирование продуктивности сахарной свеклы в зависимости от условий минерального питания на черноземе типичном юго-западной части ЦЧЗ. Автореферат дисс…кандидата с.-х. наук, М., 1997, 20 с.

7. Азаров В.Б. Агроэкологический мониторинг земель сельскохозяйственного назначения ЦЧЗ/Автореферат дисс…доктора с.-х. наук, Курск, 2004, 40 с.

8. Азаров В.Б. Биологические приемы при возделывании озимой пшеницы сортов белгородской селекции/В.Б. Азаров, Н.И. Клостер/АгроЭкоИнфо. 2019. № 1. С. 19-27.

9. Айдиев А.Ю., Лазарев В.И. Основные направления биологизации земледелия.- Сборник докладов научно-практической конференции «Инновационно-технологические основы развития земледелия».- Курск, 2006, с. 48-51.

10. Акименко А.С. Севооборот как информационная основа эффективного использования ресурсов в земледелии. Автореферат… доктора с.-х. наук. Курск. 2001. 38 с.

11. Акимов А.Ю. Продуктивность культур и плодородие чернозема выщелоченного в зернопропашном севообороте в зависимости от способа обработки почвы в условиях юга Нечерноземной зоны. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2004. 20 с.

12. Акулов П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов.- М. Колос, 1992, 223 с.

13. Акулов П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов. Диссертация… доктора с.-х. наук в форме научного доклада. М.: ВИУА. 1994. 73 с.

14. Акулов П.Г. Адаптивные технологии в ландшафтном земледелии/ П.Г. Акулов, В.Б. Азаров/ Учебно-методическое пособие, Белгород.- 2003.- 92 с.

15. Аллен Х.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы.- М. Агропромиздат, 1985, 208 с.

16. Антонюк Ю.А., Галенко М.Д., Головашич А.П. Механизация производства сои // Соя – универсальная культура. – Киев: Урожай, 1990. – С. 55-80.

17. Афанасьев И.В. Влияние удобрений на продуктивность озимой пшеницы в южной зоне Ростовской области. Автореферат… кандидата с.-х. наук. П. Персиановский. 2011. 22 с.

18. Ахметзянов М.Р. Влияние факторов биологизации на урожайность озимой пшеницы и ржи в условиях Предкамья республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. Т. 12. № 2 (44). С. 9-13.

19. Ахметзянов М.Р., Таланов И.П. Эффективность полевых севооборотов при различных уровнях интенсификации и биологизации

земледелия// Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 4 (55). С. 10-14.

20. Балакай Г.Т. Соя: экология, агротехника, переработка / Серия «Подворье» / Г.Т. Балакай, О.С. Безуглова. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – 160с.

21. Баранов А.Ф. Краткая история происхождения, распространения и изучения культуры // Соя. Биология и технология возделывания / Под ред. В.Ф. Баранова и В.М. Лукомца. – Краснодар, 2005. – С. 5-11.

22. Бардунова И.Т., Володин В.М. Развивать теорию, совершенствовать практику обработки почв // Земледелие. 1986. - №2.- С. 26-29.

23. Барсуков Л.Н., Забавская К.М. Изменение условий плодородия в различных прослойках пахотного слоя в зависимости от обработки// Почвоведение. 1953. № 12. С. 18-27.

24. Барсуков С.С. Влияние органических и минеральных удобрений на урожай кукурузы, возделываемой по зерновой технологии /С.С.Барсуков // Кукуруза и сорго,-1997-№10.-с.43.

25. Басибеков, Б. С. Влияние удобрений на урожай сои /Б. С. Басибеков, А. С. Кадук //Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 1980. - № 2.-С. 37-38.

26. Батехина Н.А. Поверхностная обработка в системе основной // Зерновое хозяйство. 1990.- № 8. - С. 12.

27. Белов Г.Д., Подолько А.П. Уплотнение почвы и урожайность зерновых. Минск.: Урожай.- 1986. 27 с.

28. Беседин Н.В. Ресурсосберегающая обработка почвы при возделывании зерновых культур в севооборотах Центрального Черноземья. Автореферат… доктора с.-х. наук. Курск. 2006. 42 с.

29. Бирюкова О.А. Интегрированная диагностика плодородия чернозема обыкновенного нижнего Дона. Автореферат… доктора с.-х. наук. П. Персиановский. 2011. 45 с.

30. Биктеев Р.К. Эффективность основной энергосберегающей обработки почвы при возделывании яровой пшеницы на черноземах южных в Поволжье. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Саратов. 2011. 21 с.

31. Бозиев А. Л. Азот в питании сои при возделывании ее в предгорной зоне Кабардино-Балкарии/ А. Л. Бозиев, М. Х. Тхагапсоев, А. Л. Жамбикова // Агрохим. вестн. — 2004. — № 1. - С. 26-27.

32. Букреев Н.Н.Эффективность приемов биологизации земледелия при возделывании ячменя и озимой пшеницы на темно-серых лесных почвах Центрального Черноземья. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2005. 19 с.

33. Бушнев Н.С., Юшко Ю.А. Влияние способов обработки непаровых предшественников на некоторые элементы плодородия почвы и урожайность озимой пшеницы. Пути повышения плодородия почв Ставрополья.- Ставрополь,-1984.- С.60-63.

34. Вавилов П.П. Бобовые культуры и проблема растительного белка / П.П. Вавилов, Г.С. Посыпанов. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 255 с.

35. Васильев В.А., Филиппов Н.В. Справочник по органическим удобрениям. М.: Росагропромиздат, 1988. - 255 с.

36. Ваулина Г.И. Эффективность минеральных удобрений и других средств химизации при возделывании зерновых культур на дерново-подзолистой почве Центрального района нечерноземной зоны. Автореферат… доктора с.-х. наук. М. 2007. 46 с.

37. Ващенко Т.Г. Биологические основы и научно-методические принципы селекции суданской травы и сои в лесостепи ЦЧР России: Автореферат дисс. … докт. с.-х. наук. Воронеж. 2004. 33 с.

38. Витер А.Ф., Новочихин А.М. Изменение плодородия обыкновенного чернозёма ЦЧЗ под влиянием приёмов основной обработки. Вестник с.-х. науки, 1994, №1, С. 77-84.

39. Ван Мансвельт Я.Д., Темирбекова С.К. Органическое сельское хозяйство: принципы, опыт и перспективы// Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 3. С. 478-486.

40. Вильямс В.Р. Земледелие с основами почвоведения. М., 1949. 310 с.

41. Вихорева Г.В., Каширских М.В. Севооборот и бессменность возделывания культур в Верхневолжье / Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы функционирования устойчивых агроценозов в системе адаптивно-ландшафтного земледелия». Белгород. 2020. С. 348-353.

42. Возняковская Ю.М., Попова Ж.П. Сидераты как регуляторы микробиологических процессов в ризосфере и их влияние на формирование урожая сельскохозяйственных растений // с.-х. биол. Сер. Биол. Раст. — 1999. №1. С 47-51.

43. Володин В.М., Масютенко Н.П. Регулирование гумусного состояния черноземных почв// Проблемы гумуса в земледелии и использование органических удобрений. Владимир. 1987. С. 67-69.

44. Воронкова Н. А. Особенности минерального питания сои в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Н. А. Воронкова // Тезисы докладов Всероссийской молодежной конф.: "Растение и почва" / Санкт-Петербург, 6—10 дек., 1999. - СПб, 1999. - С. 46-47.

45. Гамзиков Г. П. Продуктивность сои в зависимости от источников азотного питания / Г. П. Гамзиков, П. Р. Шотт, П. А. Литвинцев // Сиб. вестн, с.-х. науки. – 2007. - № 7. - с. 21-28.

46. Гилис М.Б., Данылюк В.Б. Влияние навоза и минеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы в условиях западных районов УССР // Агротехника и урожай. Саранск, 2000. -С. 17-22.

47. Гладышева О.В., Пестряков А.М. Эффективное воспроизводство плодородия почв в условиях Рязанской области.- Сборник докладов научно-

практической конференции «Инновационно-технологические основы развития земледелия».- Курск, 2006, с. 61-65.

48. Горбачева Н.Х. Противоэрозионная ресурсосберегающая обработка почвы в зернопаропропашном севообороте /Н.Х. Горбачева // Ресурсосберегающие системы обработки почвы/ Киев, 1990.- с. 181-186.

49. Грабак Н.Х. Влияние способов обработки и удобрений на биологические показатели плодородия чернозёмных почв // Окультуривание почв: Научные основы, опыт и направление. ВАСХНИЛ. М., 1991.-С. 87-97.

50. Гридчин В.Т. Новые технологии- первый шаг к биологическому земледелию.- Белгород. Крестьянское дело, 2012, 248 с.

51. Гридчин В.Т., Рябчевский Н.Е. Совершенствование агроприемов биологической системы земледелия.- Белгород. Крестьянское дело, 2013, 132 с.

52. Глуховченко А.Ф., Лицуков С.Д. Птичий помет как органическое удобрение при возделывании зерновой кукурузы в Белгородской области.- В кн: Биологизация адаптивно-ландшафтной системы земледелия. Белгород, 2012, с. 42-47.

53. Горчаков Я.В., Дурманова Д.Н. Мировое органическое земледелие XX1 века/ М.: Изд-во РУДН. 2002. 210 с.

54. Гречишкина Ю.И. Сохранение и воспроизводство плодородия черноземных почв для повышения продуктивности агроценозов центрального Предкавказья. Автореферат дисс…доктора с.-х. наук, М., 2020, 47 с.

55. Гужев П.В. Почвозащитные системы основной обработки почвы на склоновых землях БССР // Научн.-техн. Бюл. ВНИИЗ и ЗПЭ. Курск, 1991. - Вып. №1-2 (60-61). - С. 66-71.

56. Гурин А.Г., Солдатов И.Е., Лексикова В.В. Современное состояние экологического мониторинга в России/ В сборнике: Инновации в сельском хозяйстве и проблемы экологии. Орел. 2020. С. 221-227.

57. Гурин А.Г., Кожухов А.Д. Применение альтернативного органического удобрения на посевах кукурузы и его влияние на качество силосной массы/ В сборнике: Аграрная наука- основа инновационного развития растениеводства. Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов. Орел. 2020. С. 40-45.

58. Дегтярь О.В. Экологическая реставрация степных сообществ в агроландшафтах на черноземных почвах/Автореферат дисс…кандидата с.-х. наук, Курск, 2006, 22 с.

59. Дедов А.А., Несмеянов М.А., Дедов А.В. Влияние приемов биологизации земледелия и способов обработки почвы на содержание органического вещества в черноземе типичном и продуктивность севооборотов// Агрохимия. 2017. № 9. С. 25-32.

60. Детковская Л.П., Летяго С.В. Эффективность совместного применения органических и минеральных удобрений. Мн.: Бел НИИНТИ. - 1990. -52 с.

61. Дробышева Н. И. Применение удобрений и потенциал азотфиксации в посевах сои / Дробышева Н. И. //Проблемы стабилизации и развития сельскохозяйственного производства Сибири, Монголии и Казахстана в 21 веке: тезисы докладов Междунар. науч.-практ. конф. / Новосибирск, 20-23 июля,1999. Ч. 1. Земледелие, растениеводство, и селекция. - Новосибирск, 1999. - С. 50-51.

62. Добровольский Г.В. Состояние, прогноз и повышение плодородия черноземов/ Вестник РАСХН. 1992. № 5. С. 24-27.

63. Дозоров, А. В. Возделывание сои в Ульяновской области /А. В. Дозоров //Зерновые культуры. 1999. - № 2. - С. 30 - 31.

64. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации /Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20. «Российская газета» от 22.01.2020 г.

65. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)/ б.А. Доспехов.- 5-е изд. доп. И перераб.- М.: Агропромиздат, 1985.- 351 с.

66. Дубовик Е.В. Взаимосвязь гумусового и структурного состояния в эродированных черноземах склоновых агроландшафтов ЦЧР. Автореферат… доктора с.-х. наук. М. 2017. 48 с.

67. Дудкин И.В., Айдиев А.Ю. Экологизация земледелия и защита растений.- В кн.: Ландшафтное земледелие- основа высокоэффективного производства. Белгород, 2017, с. 101-111.

68. Дудкина Т.А. Действие севооборота на баланс гумуса в почве / Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы функционирования устойчивых агроценозов в системе адаптивно-ландшафтного земледелия». Белгород. 2020. С. 364-368.

69. Егоров В.В. Органическое вещество почвы и её плодородие // Вестник с.-х. науки. 1978. - №5. - С. 15-20.

70. Елфимов М.Н. Влияние основной обработки почвы, удобрений и культур плодосменного севооборота на агрофизические свойства чернозема выщелоченного в ЦЧЗ. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Рамонь. 2019. 25 с.

71. Емельянов П.А. Почвоулучшающая способность и продуктивность звеньев севооборота в условиях Центрального Черноземья. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2006. 19 с.

72. Енкина О.В. Симбиотическая азотфиксация / Соя. Биология и технология возделывания / Под ред. В.Ф. Баранова и В.М. Лукомца. – Краснодар, 2005. – С. 56-65.

73. Ерофеев С.А. Биологизация земледелия- основа эколого-ландшафтного земледелия// Евразийский союз учёных. 2018. № 8 (53). С. 8-11.

74. Еськов А.И. Вклад ВНИПТИОУ в теорию и практику решения проблемы эффективного использования органических удобрений и

биологических ресурсов в земледелии.- В кн,: Использование органических удобрений и биоресурсов в современном земледелии. М.- 2002, с. 9-25.

75. Еськов А.И., Лукин С.М. Рациональное использование ресурсов органических удобрений в земледелии России.- Сборник докладов научно-практической конференции «Инновационно-технологические основы развития земледелия».- Курск, 2006, с. 28-35.

76. Ефремова Ю.В. Агробиологические основы интенсификации технологии возделывания озимой пшеницы на черноземе выщелоченном. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Орел. 2017. 25 с.

77. Завалин А.А., Благовещенская Г.Г., Кожемяков А.П. Вклад бобовых культур в поступлении биологического азота и органического вещества в почвы России.- Сборник докладов научно-практической конференции «Инновационно-технологические основы развития земледелия».- Курск, 2006, с. 312-315.

78. Замятин С.А. Влияние структуры севооборота на плодородие дерново-подзолистой почвы в Марий-Эл.- Сборник докладов научно-практической конференции «Инновационно-технологические основы развития земледелия».- Курск, 2006, с. 315-317.

79. Заславский М.И., Каштанов А.Н. Почвозащитное земледелие. М.: Россельхозиздат, 1979. - 207 с.

80. Захаров П.Я., Гольман Н.А., Лобачева Е.Е. Эффективность биологизации севооборотов в агроландшафтах Нижнего Поволжья.- Сборник докладов научно-практической конференции «Инновационно-технологические основы развития земледелия».- Курск, 2006, с. 318-323.

81. Захаров В.В., Ломакин М.М. Минимальная обработка почвы в интенсивном земледелии ЦЧЗ. Белгород: Изд-во Белгородского СХИ, 1989. - 28 с.

82. Здоровцов И.П. Агроэкологические основы комплекса противоэрозионных мероприятий в районах интенсивного земледелия Русской равнины. Автореферат… доктора с.-х. наук. Курск. 1993. 67 с.

83. Здравков И.П., Бэц М.А. Динамика гумуса карбонатного Черноземья в связи с системами основной обработки почвы в севообороте // Плодородие и обработка почвы в севообороте. — Кишинёв. 1980. С. 89-95.

84. Зезюков Н.И. Использование соломы на удобрение для повышения плодородия почвы в свекловичных севооборотах// Регулирование плодородия черноземов в условиях лесостепи ЦЧЗ. М., 1989. С. 10-13.

85. Зеленин А.В. Эффективность способов и глубины обработки почвы, сидератов и минеральных удобрений при возделывании подсолнечника в условиях Центрального Черноземья. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2009. 19 с.

86. Зеленев А.В. Приемы биологизации как основа развития органического земледелия при выращивании ярового ячменя в Нижнем Поволжье/ Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы функционирования устойчивых агроценозов в системе адаптивно-ландшафтного земледелия». Белгород. 2020. С. 376-381.

87. Зеленский В.А. В пользу безотвальной обработки // Земледелие. — 1989.-№9.-с. 1-32.

88. Зинченко Е.В. Ресурсосберегающие способы основной обработки почвы под сою на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья. Автореферат дисс…канд. с.-х. наук. Волгоград. 2009. 18 с.

89. Зорин А. В., Оглы Фараджов С. В. Биологизация сельскохозяйственного производства как фактор сохранения плодородия почв и устойчивости аграрной сферы регионального АПК // Научный журнал КубГАУ. 2008. № 41 (7).

90. Зубков А.С. Эффективность минимальных способов основной обработки почвы в условиях Центрального Черноземья. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2011. 20 с.

91. Зюба С.Н., Смуров С.И. Влияние агротехнических приемов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы

функционирования устойчивых агроценозов в системе адаптивно-ландшафтного земледелия». Белгород. 2020. С. 162-168.

92. Иевлев Д.М., Шестакова Р.И. Многое зависит от способа основной обработки почвы// Сельские зори. 1995. № 9. С. 19-20.

93. Извеков А.С., Спирин А.П., Багдосаров Н.В., Ревякин К.Л. Перспективы внедрения почвозащитных технологий // Земледелие. 1988. - №2.-С. 36-38.

94. Исайкин И.И., Волков М.К. Эффективность различных технологий обработки почвы на Мордовской опытной станции. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы земледелия и экологии». Воронеж. 2007. С. 65-69.

95. Кадыров С.В. Значение сои / С.В. Кадыров // Соя и другие бобовые культуры в Центральном Черноземье. – Воронеж, 2001. – с. 3-5. – (Сб. науч. тр. / Воронежский ГАУ).

96. Кадыров С.В., Федотов В.А. Соя в Центральном Черноземье. – Воронеж: ВГАУ, 1999. – 151 с.

97. Казаков Г.И., Корчагин В.А. Адаптивные технологии при возделывании сои в Поволжском регионе России/ Вестник Самарского ГАУ. 2009. № 6. С. 22-27.

98. Калужских А.Г. Влияние агрогенных факторов и рельефа на содержание и динамику микробной биомассы в Черноземе типичном. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2010. 24 с.

99. Кант Г. Зеленое удобрение (пер. с нем. Б.Д. Кирюшина). М.: Колос, 1982.-128 с.

100. Карабутов А.П. Изменение свойств чернозема типичного при длительном применении способов обработки и удобрений в Центрально-Черноземном регионе. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2012. 20 с.

101. Караулова Л.Н. Динамика подвижных соединений азота в черноземах типичных пахотных склонах ЦЧЗ. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2005. 22 с.

102. Картамышев Н.И., Тарасов А.А. Мульчирующая обработка и воспроизводство плодородия чернозёмных почв (Центрально-Чернозёмной зоны) // Окультуривание почв: Науч. основы, опыт и направления, ВАСХНИЛ. -М.: 1991.-С. 59-62.

103. Картамышев Н.И. Научные основы обработки почвы / Н.И.Картамышев.-Курск: КГСХА,1996.-146 С.

104. Калинин А.Т. О способе обработки почвы в севообороте с применением плоскорезов/ А.Т. Калинин// Научные основы сельскохозяйственного производства/ А.Т. Калинин.- Воронеж, 1990.- с. 64-70.

105. Каргальцев В.И. Изменение содержания гумусовых веществ в черноземах Ставропольской возвышенности под действием удобрений // Плодородие почв Ставрополья и приемы его повышения // Сб. науч. тр. Ставропольского НИИСХ. Ставрополь. 1988. - С. 36-43.

106. Кашеваров Н. И. Влияние азотных удобрений на урожайность зерна сои на выщелоченных черноземах северной лесостепи Западной Сибири / Н. И. Кашеваров, А. А Полищук, А. В. Бейч, Н. Н. Кашеварова // Сиб. вестн. с.-х. науки. - 2005. - № 1. - С. 81-83.

107. Каштанов А.Н., Шишов Л.Л., Кочетов И.С. Эрозия и охрана почв России/ Антропогенная деградация почвенного покрова и меры по ее предупреждению. М.: Почвенный институт. 1998. Т. 2. С. 18-22.

108. Каштанов А.Н. Система земледелия на современном этапе развития сельского хозяйства России// Система ведения агропромышленного производства. М.: Агрипресс. 2000. С. 102-106.

109. Кислинский Н.К. Вынос и коэффициент использования растениями кукурузы ПРК при разных уровнях минерального питания и густоты посева /Н.К.Кислинский, И.А.Уткин//.- Агротехника зерновых культур в ЦЧЗ».-Сб. научн. тр./ Белгород,1990.-с.86-93.

110. Кильдюшкин В.М. Совершенствование системы основной обработки почвы в агроландшафтах западного Предкавказья. Автореферат… доктора с.-х. наук. Курск. 2005. 49 с.

111. Кислинский К.Н. Продуктивность разных по скороспелости гибридов кукурузы в зависимости от приемов возделывания в условиях Лесостепи ЦЧЗ.-Автореф дис….канд. с-х. наук.-Белгород,1999.-23с.

112. Кириллов Н.А., Волков А.Н. Новый способ обработки почвы при возделывании сои в Поволжье. Материалы Международной конференции. Самарский НИИСХ. 2008. С. 141-142.

113. Кирюшин В.И. Экологические основы проектирования сельскохозяйственных ландшафтов. СПб. Квадро. 2018. 567 с.

114. Кирюшин В.И. Научно-инновационное обеспечение приоритетов развития сельского хозяйства// Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 3. С. 5-10.

115. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия// Почвоведение. 2019. № 9. С. 1130-1139.

116. Клостер Н.И., Азаров В.Б. Эколого-агрохимические аспекты внедрения приемов биологизации земледелия при внедрении приемов биологизации при возделывании озимой пшеницы.- В кн.: Почвозащитное земледелие в России. Курск, 2015, с. 143-145.

117. Клостер Н.И. Экологическое состояние черноземов при биологизации земледелия / Косов А.В., Клостер Н.И., Азаров В.Б. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2020. - №10(164). - IDA [article ID]: 1642010005. - Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/10/pdf/05.pdf, 0.875 у.п.л. http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-164-005.

118. Кругликов А.Ю. Способы обработки почвы и удобрение под сою, возделываемую в зернопропашном севообороте Центрального Черноземья. Автореферат дисс…канд. с.-х. наук. Курск. 2012. 21 с.

119. Ковалев Н.Г., Иванов Д.А. Модели адаптивно-ландшафтных систем земледелия в условиях комплексной мелиорации гумидной зоны России// Сборник докладов Международной конференции «Модели и технологии оптимизации земледелия». Курск: ВНИИЗиЗПЭ. 2003. С. 40-43.

120. Когут Б.М., Булкина Л.Ю., Яковченко В.П. Содержание и составфракций гумусовых веществ чернозёма типичного при длительном удобрении // Плодородие почв при интенсивном земледелии. ВАССХНИЛ. М., 1990.-С. 50-57.

121. Коновалов Н.Д., Коновалов С.Н. Ресурсы биологизации земледелия и их использование/ Аграрная наука.- 2000, № 8, с. 9-12.

122. Косвянчук В.П. Мирошин В.М. Разноглубинная обработка окультуренной почвы // Земледелие. 1999. - №4 - С. 29.

123. Комаревцева И.Г. Использование соломы в качестве дополнительного органического удобрения// Эффективность использования органических и минеральных удобрений на Урале.- Ижевск. 1989. С. 42-47.

124. Косякин П.А. Влияние основной обработки почвы на расход воды и питательных веществ культурами севооборота ЦЧР. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Рамонь. 2013. 22 с.

125. Котлярова О.Г. Надо переходить на агроландшафтное земледелие//Земледелие. 1990. № 6. С. 21-22.

126. Котлярова О.Г. Ландшафтная система земледелия Белгородской области. Белгород. 1995. 292 с.

127. Котлярова Е.Г. Ландшафтное земледелие- основа воспроизводства плодородия высокопродуктивных ландшафтов и реализации научно-технического потенциала В кн.: Ландшафтное земледелие- основа высокоэффективного производства. Белгород, 2017, с. 15-24.

128. Кореньков Д.А. Васильев В.А. Справочник агрохимика. М.- Россельхозиздат. 1980, 286 с.

129. Котельникова М.Н. Агробиологическое обоснование способов основной обработки чернозема типичного и систем удобрения озимой пшеницы в северо-западной части ЦЧР. Автореферат дисс… кандидата с.-х. наук, Орёл, 2021, 23 с.

130. Кузина Е.В. Почвозащитные ресурсосберегающие способы при возделывании зерновых культур.- Сборник докладов научно-практической конференции «Инновационно-технологические основы развития земледелия».- Курск, 2006, с. 157-160.

131. Кузина Е.В., Немцев С.Н. Структурно-агрегатный состав и водопрочность почвы в зависимости от интенсивности обработки / Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы функционирования устойчивых агроценозов в системе адаптивно-ландшафтного земледелия». Белгород. 2020. С. 168-172.

132. Кузнецов А.В. Влияние степени агрогенного воздействия на агроэкологическое состояние чернозема типичного ЦЧР. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2012. 24 с.

133. Кулаковская Т.Н. Проблемы расширенного воспроизводства плодородия дерново-подзолистых почв в условиях возрастающей интенсификации сельского хозяйства// Вестник с.-х. наук. 1983. № 9. С. 12-18.

134. Куликова М.А. Изменение свойств чернозема выщелоченного при длительном применении удобрений в условиях Центрального Черноземья. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2008. 21 с.

135. Куликова А.Х. Динамика содержания гумуса в серых лесных почвах и нормативные затраты на его воспроизводство // Эффективность применения удобрений в почвах Сред. Заволжья. Ульяновск, 1990. - С. 28-34.

136. Лактионов Н.И. Интенсификация земледелия и проблемы гумуса почв // Научные труды Харьковского СХИ. Харьков: ХСХИ, 1985. - С. 314.

137. Лактионов П.А. Влияние агротехнологических приемов возделывания сои на плодородие почвы, урожайность и качество в условиях юго-запада ЦЧР. Автореферат дисс… кандидата с.-х. наук, Курск, 2010, 21 с.

138. Лещенко А.К. Соя (генетика, селекция и семеноводство) /А.К. Лещенко, В.И. Сичкарь, В.Г. Михайлов, В.Ф. Марьюшкин – Киев: Наукова думка, - 1987. – 255.

139. Лишки К. Отказавшись от плуга// Сахарная свекла. 1994. № 5. с. 19.

140. Лобков В.Т. Использование биологических ресурсов агроландшафтов и почвозащитный комплекс В кн.: Ландшафтное земледелие- основа высокоэффективного производства. Белгород, 2017, с. 30-35.

141. Логвинов И.В. Изменение содержания гумуса в зернопропашном севообороте в зависимости от различных приемов агротехники/ Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы функционирования устойчивых агроценозов в системе адаптивно-ландшафтного земледелия». Белгород. 2020. С. 397-403.

142. Лопырев М.И., Тарасова Н.В. Устройство агроландшафтнов для земледелия и в чем «сила ландшафтов» / Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы функционирования устойчивых агроценозов в системе адаптивно-ландшафтного земледелия». Белгород. 2020. С. 172-183.

143. Лошаков В.Г. Севооборот как биологический фактор воспроизводства плодородия почвы. В сборнике докладов научной конференции «Агрохимические проблемы биологической интенсификации земледелия». Владимир, 2005, с. 35-42.

144. Лукин С.В. Экологические проблемы и пути их решения в земледелии Белгородской области. Белгород. Крестьянское дело, 2004. 164 с.

145. Лукин С.В. Экологические основы земледелия. Белгород. Отчий край, 2006, 288 с.

146. Лукин С.В. Роль органических удобрений в земледелии Белгородской области. В кн.: Биологизация адаптивно-ландшафтной системы земледелия- основа повышения плодородия почвы. Белгород, 2012, с. 3-8.

147. Лукин С.В. Динамика агрохимических показателей плодородия пахотных почв юго-западной части Центрально-Черноземных областей России// Почвоведение. 2017. № 11. С. 1367-1376.

148. Лыков А.М. Гумус и плодородие почвы. М.: Московский рабочий, 1985.-С. 151-154.

149. Малышева Е.В. Агроэкологическая оценка приемов биологизации звена полевого севооборота в условиях Центрального Черноземья. Автореферат дисс…канд. с.-х. наук. Курск. 2007. 22 с.

150. Мальцев В. Ф., Шмаль В. В., Сорокин А. Е. [и др.] Совершенствование систем обработки почвы в условиях биологизации земледелия // Биологизация земледелия в Нечерноземной зоне России. Брянск, 2005. Вып. 1. С. 76–86.

151. Медведев В.В. Методологические основы оптимизации физических свойств почвы // Минимализация обработки почвы. М.: Колос, 1984. -С. 60-73.

152. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. М.: Агропромиздат. 1990. 159 с.

153. Мельник А.Ф. Научное обеспечение производства качественного зерна озимой пшеницы на основе регулирования агробиологических ресурсов в Центральном Черноземье. Автореферат… доктора с.-х. наук. Орёл. 2016. 37 с.

154. Методические указания по разработке программы расчетов по системе удобрения сельскохозяйственных культур на РС / Национальная академия наук Беларуси, Белорусский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии; сост. В.В. Лапа, В.Н. Босак, Н.Н. Ивахненко, Г.В. Василюк, М.В. Рак, Л.В. Очковская.-Минск,2003.- 47 с.

155. Мизенко А.С. Продуктивность посевов озимой пшеницы в звене севооборота с сидеральным паром в условиях приазовской зоны Ростовской области. Автореферат дисс…кандидата с.-х. наук, п. Персиановский, 2004, 22 с.

156. Милащенко Н.З. Плодородие почвы- центральный вопрос земледелия// Земледелие. 1999. № 5. С. 15-16.

157. Минеев В.Г. Органические удобрения в интенсивном земледелии. -М.: Колос, 1984.-303 с.

158. Митрохина О.А. Влияние физико-химических свойств и микроэлементного состава чернозема типичного на урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2009. 24 с.

159. Михайленко И.И. Экологическое земледелие- основа возделывания озимой пшеницы/ Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы функционирования устойчивых агроценозов в системе адаптивно-ландшафтного земледелия». Белгород. 2020. С. 619-623.

160. Моргун Ф.Т., Шикула Н.К. Почвозащитное бесплужное земледелие. М.: Колос, 1984. - 279 с.

161. Моргун Ф.Т., Шикула Н.К., Тарарико А.Г. Почвозащитное земледелие. Киев: Урожай, 1988. - 256 с.

162. Муха В.Д. Естественно-антропогенная эволюция почв (общие закономерности и зональные особенности) / В.Д. Муха. М.: КолосС, 2004.- 271 с.

163. Мухина С.В. Агрохимические и экологические аспекты применения удобрений на черноземах юго-востока ЦЧЗ. Автореферат… доктора с.-х. наук. Воронеж. 2006. 41 с.

164. Мухортов Я.Н. Обработка, как фактор повышения плодородия почвы / Пути повышения, плодородия почв и увеличение производства

продуктов земледелия. Научные труды Каменная степь — 1979.-Т. 16 — Вып. 1С. 39-46.

165. Навальнев В.В. Совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы и сахарной свеклы различной степени интенсивности в Центральном Черноземье. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2006. 25 с.

166. Насонова Д.И. Кукурузный бизнес шагает на север/ Д.И. Насонова// Агро-профи.- 2007.- №2.- с. 13-19.

167. Наумкин В.Н. Кукуруза на Брянщине. /В.Н.Наумкин.-Брянск: Брянский СХИ.-1991.-37с.

168. Никифоренко Л.И. Безотвальная обработка и гумусовое состояние дозированного чернозёма // Земледелие. — 1989. №3. - С. 27-29.

169. Новиков М.Н. Исследование вопросов эффективного использования различных видов и форм органических удобрений. Автореферат …доктора с.-х. наук. М., 1994. 42 с.

170. Овсянников Ю.А., Гридчин В.Т. Основы адаптивного земледелия. Белгород. Крестьянское дело, 2012, 336 с.

171. Олейников И.В. Эффективность мелкой обработки почвы при возделывании сахарной свеклы в Центральном Черноземье. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2006. 19 с.

172. Олифер В.А. Накопление органического вещества в полях севооборотов и изменение его при удобрении // Сибирский вестник с.-х. науки. -1988.-№5-С. 3-7.

173. Павловский В.Б., Василенко И.Д. Результаты изучения элементов энергосберегающих технологий возделывания культур зерносвекловичного севооборота// Ресурсосберегающие технологии обработки почвы. 1989. С. 147-154.

174. Панин А.Г. Разработка и эффективность освоения адаптивно-ландшафтной системы земледелия. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2005. 22 с.

175. Парахин Н.В., Лобков В.Т. и др. Биологическое земледелие в России. Орел: Изд-во ОГАУ, 2000. - 175 с.

176. Пахненко О.А., Космачевская Л.Н. Влияние биокомпостов на продуктивность растений и биологическую активность почвы.- Сборник докладов научно-практической конференции «Инновационно-технологические основы развития земледелия».- Курск, 2006, с.376-380.

177. Пестряков А.М. Урожайность кукурузы в зависимости от удобрений и агрофизического состояния почвы./А.М.Пестряков //Кукуруза исорго.-2002.-№1.-с.7-9.

178. Пестряков А.М. Условия эффективного воспроизводства плодородия деградированных почв Рязанской области. Сборник научных трудов Рязанского НИИСХ, Рязань, 2011, с. 89-92.

179. Плишко М.К., Битюкова Л.Б., Коломиец Н.В. Гумусное состояние и микробиологическая активность серой лесной почвы при различных системах её обработки // Почвоведение. 1992. - № l2. - С. 35-43.

180. Плотников С.Ю. Влияние культур севооборота и основной обработки почвы на формирование элементов эффективного плодородия чернозема выщелоченного ЦЧР. Автореферат дисс… кандидата с.-х. наук, Рамонь 2021, 28 с.

181. Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области/ под редакцией С.В. Лукина.- Белгород, 2007.- 556 с.

182. Подгорный В.К., Фатьянов В.А., Колесников Л.М. Почвозащитное земледелие с контурно-мелиоративной организацией территории в ЦЧЗ. Белгород. 1991. С. 3-38.

183. Попов В.П. Мировое растениеводство/ В.П. Попов.- М.Колос, 2002.-350с.

184. Полоус В.Ф. Разработка элементов адаптивной системы основной обработки почвы в зернопропашном севообороте на черноземе обыкновенном в зоне недостаточного увлажнения. Автореферат… доктора с.-х. наук. П. Персиановский. 2012. 49 с.

185. Придачина Л.Н. Агроэкологическая эффективность применения удобрений в почвозащитных севооборотах. Автореферат дисс… кандидата с.-х. наук, М., 2002, 26 с.

186. Природные ресурсы и окружающая среда Белгородской области /Под ред. С.В. Лукина.- Белгород.- 2007.- 556 с.

187. Прокудин В.В. Применение сидератов и биопрепаратов в картофелеводстве Центрального Черноземья. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Брянск. 2014. 19 с.

188. Постановление Правительства Белгородской области № 14-ПП от 26 января 2015 года «О внедрении биологической системы земледелия»

189. Подобедов А.В. Продукты переработки соевых бобов в мясной и молочной промышленности / А.В. Подобедов // Аграраная наука. – 1999. - № 1. – с. 17-19.

190. Понедельченко М.Н. Влияние агроклиматических условий на продуктивность культур зерносвкловичного севооборота в Центральном Черноземье. Автореферат… доктора с.-х. наук. Курск. 2004. 41 с.

191. Постников П.А. Сохранение плодородия почвы через биологизацию земледелия// АПК России. 2017. Том 24. № 5. С. 1128-1133.

192. Программа производства и переработки сои в Белгородской области на 2015-2020 гг. – Белгород, 2014. – 17 с.

193. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения в 3-х томах. Т. 1. Агрохимия.- М.: Сельхозлит, 1963.

194. Пупонин А.И. Обработка почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоне. М.: Колос, 1984. - 184 с.

195. Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Теоретические основы применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы под зерновые культуры. В кн.: «Информационно-технологическое обеспечение адаптивно-ландшафтных систем земледелия». Курск, 2012, с. 241-246.

196. Рассадин А.Я. Разноглубинная обработка и воспроизводство плодородия дерново-подзолистой почвы // Докл. ТСХА. 1999. - №270. - С. 279-284.

197. Растениеводство / Под ред. Г.С. Посыпанова. – Москва «КолосС», 2006. – С. 306-310.

198. Рахимова Ю.М. Влияние приемов основной обработки почвы на урожайность и качество сои в условиях лесостепи Поволжья. Автореферат дисс…канд. с.-х. наук. Пенза. 2014. 23 с.

199. Ржевский В.Г., Гридчин В.Т., Родионов В.Я., Лукьянов А.Н. Биотехнология в земледелии. Белгород, 1999 - 30 с.

200. Резвякова С.В. Повышение продуктивности озимой пшеницы на биологической основе / В сборнике: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАУЧНО-ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ АПК. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием. Под общей редакцией Миколайчика И.Н. . Курган, 2020. С. 572-575.

201. Резвякова С.В., Данилов С.Ю. Приемы повышения экологической устойчивости и урожайности озимой пшеницы / В сборнике: Экологизация сельскохозяйственного производства. Материалы Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов. Орел, 2021. С. 178-182.

202. Резвякова С.В. Научное обоснование повышения экологической устойчивости и урожайности озимой пшеницы / В сборнике: Эколого-экономические и технологические аспекты устойчивого развития Республики Беларусь и Российской Федерации. сборник статей III Международной научно-технической конференции "Минские научные чтения-2020" : в 3 томах. Белорусский государственный технологический университет, Представительство федерального агентства по делам СНГ, соотечественников, проживающих за рубежом, и по международному

гуманитарному сотрудничеству (Россотрудничество) в Республике Беларусь. Минск, 2021. С. 234-239.

203. Рудай И.Д. Агроэкономические проблемы повышения плодородия почв. М.: Россельхозиздат, 1985. - 255 с.

204. Рудай И.Д. Пути повышения эффективности использования земли// Земледелие. 1990. № 10. С. 40-43.

205. Родионов В.Я., Клостер Н.И. Удобрения в современном земледелии/ В.Я. Родионов.- Белгород, 2013.- 213 с.

206. Рубаненко Н.Н. Особенности формирования урожая и качества зерна у различных сортов сои в юго-западной части ЦЧР . Автореферат дисс…канд. с.-х. наук. Воронеж. 2010. 22 с.

207. Савченко Е.С. Выступление Губернатора Белгородской области, члена-корреспондента РАН Е.С. Савченко// Вестник Российской академии наук. 2019. Том 89. № 5. С. 525-526.

208. Саранин К.И., Старовойтов Н.А. Система обработки дерново-подзолистых почв в интенсивном земледелии // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. -М.: Агропромиздат, 1990. С. 20-32.

209. Сдобников С.С. Органические удобрения в земледелии // Химизация сельского хозяйства. 1991. - №8. - С. 26-27.

210. Семенов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС. 2015. 223 с.

211. Сибилев Э.В. Эффективность приемов биологизации земледелия в условиях зернотравяного севооборота на темно-серых почвах Центрального Черноземья. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2004. 19 с.

212. Сидельникова Н.А. Кукуруза: значение, распространение, морфология, биология и агроклиматические условия возделывания. /Н.А.Сидельникова.-Белгород: БелГСХА,1999.-59с.

213. Сидоров М.И. Плодородие и обработка почвы. Воронеж: Центр-Чернозем. Кн. Изд-во, 1981. - 96 с.

214. Системы биологизации земледелия Нечерноземной зоны России / под ред. В. Ф. Мальцева и М. К. Каюмова. Ч. 1. М. : ФГНУ Росинформагротех, 2002. 544 с.

215. Смирнова Л.Г. Эколого-ландшафтное обоснование воспроизводства плодородия в эрозионном рельефе юго-западной лесостепной провинции ЦЧЗ России. Автореферат… доктора с.-х. наук. М. 2007. 50 с.

216. Смуров С.И. Влияние агротехнических приемов на качество зерна озимой пшеницы. В сборнике: Актуальные проблемы функционирования устойчивых агроценозов. Белгородский ФАНЦ РАН. Белгород. 2020. С. 162-167.

217. Соколов М. С., Филипчук О. Д. Глобальная экологическая проблема и условия устойчивого развития растениеводства России в XXI веке // Агро XXI. 1999. № 9. URL: http://www.agroxxi.ru/docs/091999/091999002.htm (дата обращения: 27.07.2009).

218. Солнцев П.И. Агроэкологическая оценка элементов технологии возделывания озимой пшеницы в условиях юго-запада Центрально-Чернозёмной зоны. Автореферат дисс…канд. с.-х. наук. Воронеж. 2014. 18 с.

219. Соловиченко В.Д. Гумусное состояние чернозема типичного в зависимости от хозяйственного использования /Тютюнов С.И., В.Б. Азаров, В.Д. Соловиченко/ Материалы Международной научно-практической конференции «Научные и практические основы сохранения плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии», Белгород, БелНИИСХ, 2004. С. 102-106.

220. Сорокина И.В. Производство экологически безопасной продукции в зерносвекловичном севообороте. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Московская обл.. 2004. 22 с.

221. Спирин А.Л. Технология поверхностной обработки под озимые // Земледелие 2007. - №7. - С. 42-43.

222. Старченко Ю.А. Повышение урожайности кукурузы путем использования физиологически активных веществ. /Ю.А.Старченко, Е.В.Солонецкая, З.В. Быченко//.-Материалы межвузовской конференции/.-Белгород,1995.-С. 37-38.

223. Татаринцев Р.Ю. Эффективность возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах юго-западной части ЦЧЗ. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Белгород. 2006. 23 с.

224. Титова В.И., Варламова Л.Д., Трифонов А.Ю. Эффективность и последействия птичьего помета в качестве удобрения. В кн.: Удобрения и химические мелиоранты в агроэкосистемах. М., МГУ, 1998, с. 228-238.

225. Тишков Н.М. Реакция сои на почвенное плодородие и минеральные удобрения в севообороте // Соя. Биология и технология возделывания / Под ред. В.Ф. Баранова и В.М. Лукомца. – Краснодар, 2005. – С. 65-74.

226. Трапезников С.В. Эффективность агротехнологий разного уровня интенсивности в зернопаропропашном севообороте в зависимости от условий Центрального Черноземья. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Белгород. 2010. 22 с.

227. Трипольская Л.И. Влияние химического состава растений зеленого удобрения на гумусообразование в дерново-подзолистой почве// Почвоведение. 2014. № 4. С. 480.

228. Турьянский А.В. Соя на Белгородчине / А.В. Турьянский, В.П. Бахтин, Н.С. Шевченко // Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005-2010 гг. Сб. ст. корд. совещ. в г. Краснодаре (8-9 сентября 2004 г.). – Краснодар, 2004. – с. 213-217.

229. Турьянский А.В. и др. Технологический регламент возделывания основных сельскохозяйственных культур в Белгородской области/ А.В. Турьянский, 2012, Белгород, 687 с.

230. Турусов В.И. Научно-обоснованные севообороты- основа рационального использования почв и воспроизводства плодородия.- В кн.: Почвозащитное земледелие в России. Курск, 2015, с. 6-12.

231. Тюрин И.М. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от уровня минерального питания в южной зоне Ростовской области. Автореферат… кандидата с.-х. наук. П. Персиановский. 2010. 20 с.

232. Тютюнов С.И. Разработка элементов агротехнологий в Белгородском ФАНЦ РАН как основы современных систем земледелия // Инновационно-технологические основы развития адаптивного ландшафтного земледелия. – Курск: Курский ФАНЦ РАН, 2020.- С. 35-39.

233. Уваров А.В. Технологические приемы биологизации земледелия в ЦЧЗ. Автореферат дисс…канд. с.-х. наук. Саратов. 2013. 18 с.

234. Уваров Г.И. Агроэкологические проблемы плодородия почв Белгородской области.- Белгород. 2005. 203 с.

235. Фатьянов В.А. Кукуруза в зоне неустойчивого увлажнения Учебное пособие/В.А.Фатьянов, О.Г.Котлярова.- Белгород: БелГСХА,2003.- 95с.

236. Фирсов С.А. Оптимизация агроэкологического состояния дерново-подзолистых почв на основе регионального мониторинга. Автореферат… доктора с.-х. наук. М. 2011. 47 с.

237. Фомин И.С. Вопросы современного земледелия в Центральном Черноземье: материалы науч.-практ. конф. / Курск, 4—7 марта. 2002. — Курск, 2003. - С. 102-103.

238. Харгитай Л. и др. Изменение качества гумуса в связи с формами органического азота под влиянием длительного применение удобрений // Сборник докладов международного симпозиума «Humus». Брно, ЧССР, 1989. -С. 508-512.

239. Хомяков Д.М. Сохранение почв и воспроизводство их плодородия-условие устойчивого развития России/ Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы функционирования

устойчивых агроценозов в системе адаптивно-ландшафтного земледелия». Белгород. 2020. С. 456-461.

240. Хохлов В.Г. Минимальная обработка и плодородие почвы //Земледелие. 2010. - №4. - С. 29-31.

241. Храмцов И. Ф. Эффективность применения удобрений под сою на черноземных почвах лесостепи Западной Сибири / И. Ф. Храмцов, Н. А. Воронкова, Г. Я. Козлова // Агрохимия - 2001. - № 2. - С. 36-39.

242. Чадаев И.М. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от сидеральных и непаровых бобовых предшественников в лесостепной зоне ЦЧР. Автореферат дисс… кандидата с.-х. наук, Орёл., 2020, 19 с.

243. Чамурлиев Г.О. Режим орошения и способы основной обработки почвы при возделывании сои в Волго-Донском междуречье. Автореферат дисс…канд. с.-х. наук. Волгоград. 2016. 20 с.

244. Черкасов Г.Н. Научно-практические основы разработки и совершенствования адаптивно-ландшафтных систем земледелия// Сборник докладов Международной конференции «Модели и технологии оптимизации земледелия». Курск: ВНИИЗиЗПЭ. 2003. С. 29-34.

245. Черный А.Г. Влияние способов основной обработки почвы и применения удобрений на продуктивность севооборота с короткой ротацией в юго-западной части ЦЧР. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Белгород. 2005. 22 с.

246. Чесняк Г.Я. Гумусовое состояние черноземов// Русский чернозем. 100 лет после В.В. Докучаева.-М.: Наука. 1983. С. 15-22.

247. Чернышова Н.М. Биологическое земледелие на темно-серых лесных почвах Центрального Черноземья. Автореферат дисс…канд. с.-х. наук. Курск. 2006. 20 с.

248. Чичкин А.П. Агроэкологические основы воспроизводства почвенного плодородия на обыкновенных черноземах Среднего Заволжья. Автореферат дисс… доктора с.-х. наук, М., 1999, 42 с.

249. Чуян Н.А. Влияние приема биологизации на продуктивность зернопропашного севооборота/ Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы функционирования устойчивых агроценозов в системе адаптивно-ландшафтного земледелия». Белгород. 2020. С. 466-471.

250. Цыганков В.И. Совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы в северной зоне Краснодарского края. Автореферат… доктора с.-х. наук. П. Персиановский. 2011. 50 с.

251. Шамин Д.В. Влияние биопрепаратов на экологическое состояние темно-серых лесных почв и продуктивность ячменя в условиях Центрального Черноземья. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2008. 20 с.

252. Шаталина Л.П. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия, их настоящее и будущее / Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы функционирования устойчивых агроценозов в системе адаптивно-ландшафтного земледелия». Белгород. 2020. С. 201-207.

253. Шатилов И.С., Силин А.Д., Полев Н.А. Состояние и перспективы повышения плодородия почв Центрально-Черноземной экономической области РСФСР// Повышение эффективности земледелия и агропромышленного производства Белгородской области. М.: Агропромиздат. 1990. С. 33-44.

254. Шевелуха В.С., Ниловская Н.Т. Эпоха академика Д.Н. Прянишникова и проблемы современной системной биологии и биотехнологии в повышении эффективности использования удобрений и восстановления продовольственной безопасности России / Плодородие. 2011. № 3 (60). С. 5-7.

255. Шевченко С.Н., Корчагин В.А. Переход на минимальную обработку при возделывании сои. Материалы Международной конференции. Самарский НИИСХ. 2008. С. 124-126.

256. Шелайкин С.В. Промежуточные культуры как средство повышения продуктивности и насыщения севооборота зерновыми культурами. Автореферат… кандидата с.-х. наук. Курск. 2004. 19 с.

257. Шелганов И.И. Органические удобрения в севооборотах Центрального Черноземья. Автореферат дисс… доктора с.-х. наук, М., 1996, 42 с.

258. Шикула Н.К. Почвозащитная система земледелия. Харьков, 1987, 234 с.

259. Шикула Н.К. Почвозащитная бесплужная обработка полей. М.: Знание, 1990. - 64 с.

260. Шикула Н.К. Воспроизводство плодородия в почвозащитном земледелии / Эрозиоведение: теория, эксперименты, практика: Тез. докл. Всес. Науч. конф, Москва, 26-28 дек., 1991.-М. 1991. С. 171-172.

261. Шлеенкова В.А., Смыкова Н.П., Ногуманова С.Т. Удобрения и биологическая активность почвы под сельскохозяйственными культурами // Влияние удобрений на урожай с.-х. культур / Научные труды НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева. Каменная Степь. 1982. - С. 17-22.

262. Штайнер Р. Концепция органического сельскохозяйственного земледелия. М.: Колос. 1997. 322 с.

263. Щербаков А.П., Шевченко Г.А. К вопросу об оптимизации гумусного состояния черноземов // Проблемы гумуса в земледелии / Тез. докл. совещ. Новосибирск. 2-8 авг. 1986 г. Новосибирск, 1986. - С. 16-17.

264. Щербаков А.П. Васенев И.И. Агроэкологическое состояние почв ЦЧО. Курск. 1996. 326 с.

265. Юмашев Н.П. Приемы повышения эффективности удобрений на черноземных почвах Центрально-Черноземной зоны. Автореферат дисс…доктора с.-х. наук, М., 2011, 38 с.

266. Юмашев Х.С., Захарова И.А. Вопросы сохранения плодородия почв Зауралья/ Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы функционирования устойчивых

агроценозов в системе адаптивно-ландшафтного земледелия». Белгород. 2020. С. 484-489.

267. Askew M. F. Trials with metribuzin applied as a low dose programme // Proceeding British Crop Protection Conference. Weeds, 1999.

268. Bernhardt H. Verfahren einer qualitats gerechten Strohdungung Fiedwirstschhaft. 2017. N. 8.- s. 370-372.

269. Blake F. Handbook of Organic Husbandry. Wihtshire. Crowood Press, 2007. 221 p.

270. Bonny S., Le Pape Y. Lagriculture biologigue: Qenlgues elements de-tude de sa viabilite et reproductibilite // Bulletin Technigue .Information. 2004. - №386. P. 17.

271. Campbell C.A. Effect of manure and fertilizer on properties of a black chernozem in southern Saskachewan// Canada J. Soil Sc. 1986.- p. 601-614/

272. Collins H.P., Elliot L.F., Papendick R.I. Wheat straw decomposicion and changes in decomposiciotability during field exposure. Soil.Sc. Amerika J. 2000. N 4. P. 1013-1016.

273. Dexter, S.T. The evaluation of crop plants for winterhardiness / S.T. Dexter, 2010. - № 8. - P. 203-239.

274. Diez T. Einfluens reeduzierter Bodenbearbeitung auf Bodengutuge, Wasserhaushalt und Ertrag. Fieldwirchaft. 2019. N 8- s. 347-349.

275. Diercks R. Alternative im Landban. Eine Kritische Gesamtbilanz.1. Stuttgart.2003. 362 c.

276. Edgi D.B., Bruening W. Planting date and soybean yield: evolution of environmental effects with a group simulation model: SOYGRO // Agr. And Forest Meteorol. – 1992. - 62, №1 - 2. - C.19-29.-31

277. Epplin F. et al. Economics of conservation tillage system for Winter Wheat production in Oklahoma // J. Soil water conserv. 1993. - Vol. 38. - №3. - 294-297.

278. Flyig W. Dynamies of organic matter decomposition in soil/ Non-Simbiotic Nitrigen Fixation and org matter. Trop 12 Int. Congress Soil Sc, New Delhi, 1982. Simp. Pap 1. 1982. P. 115-124.

279. Grant R.E., Izauralde R.S., Chanasick D.S. Soil temperature under cinventionable and minimum tillage, simulation and experimental verification . Canada J. Soil. Sc. 2018.- p. 289-304.

280. Hargtai L. Soil organic matter and soil fertility/ Agrokem es talaj, 1985.- suppl. P. 24-27.

281. Harper S. Decomposition de la paille production de toxins au champ. Perspect agro. 2014.- p. 22-32.

282. Hamilton G. Successfful organic gardening. Verona. 1997. 288 p.

283. Jankinson O.S. Quantifieng the effect of soil organic matter on yield of arable crops// J. of the Sci of Food and Agriculture. 1988. Vol. 45,- N 2.

284. Hu Shui-xiu// Jiangxi nongye xuebao = Acta Agr. Jiangxi. - 2001. — 23, № 4. - С. 463 - 466.

285. Jassani K.P., Patel M.P., Patel H.S. Presence of soybean to dates of swing and seed nates on yield and quality. // Gujart. Agr. Univ. Res.J. – 1994 - 19, №2 - С.108-110.-32

286. Kowalinski S., Drozd J., Liczar M., Wptyw zroznicowanego na-wozenia organicznego i mineralnego na niektore elementy zysnosci gleby // Rocz. glebozn. PT glebozn. 1998. - 40. №1. - С. 101-110.

287. Li Ming, Gu Jie, Gao Hua, Qin Qin-jun. Xibei nonglin keji daxue xuebao. 2007. 35, №9, с. 67-72.

288. Mercik S., Stepien W. Dzialanie nawozow organicznych na glebie nienawozonej obornikiem przez 70 lat // Zesz. Nauk. Rol. / ARszczecinie, 1996. - №62-С. 357-365.

289. Neider R., Richter J. Wie teif soil man stroch einarbeiten DLG mint/. 2010. N 13 s. 710-713.

290. Parmelle R.W., Beare M.N., Cheng W. Earthworms and enchytreaids in conventional and no-tillage agroecosistems. Biol. Fertil. Soils. 2016. N 1.- p. 1-10.

291. Rochette P. Spatial and temporal variability of soil respiration in agriculture fields// Can.J. Soil Sci. 1991. V 71.- N 2. P. 189.

292. Physiological changes in soybean (Glycine max) Wuyin 9 in response to N and P nutrition / Gan Yunbo, Stulen Ineke// Ann. Appl. Biol. - 2002. — 140. № 3. - C. 319-329.

293. Rubin B., Benjamin A. Solar heating of the soil: Effect on control and on soilincorporated herbicides // Weed Sc. 2013. Vol. 31, №6. - P. 819-825.

294. Stevenson F.G. Humus Chemistry Genesis, Composition, reaction/ John Wiley S. Song, 1982. New York.- 443 p.

295. Tate R.G. Soil organic matter/ Biological and ecological effect/ / John Wiley S. Song, 1987. New York.- 291 pp.

296. Tyler D., Overton J. No-tillage advantages for soybean seed quality during drought stress // Agron J. - 1982. - 74, 2. - P. 344-347.

297. Verbine E.L. Modeling organic matter dynamics in different soil of Nitherlands/ Hassing Wilfegen/ Journal of Agriculture Sciens.- 1990.- N 38.- p. 221-238/

298. Wilkinson B. Soil types and durit drilling a professional assessment. Ontlook of agriculture/ 2011.N. 8- p. 233-235.

299. Wu J. Microbial biomass and organic matter relationships in arable soils// J. of the Sch food and Agriculture. 1988. Vol. 45.- N 2.

.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Объемы применения удобрений в земледелии Белгородской области

годы	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Минеральные удобрения в пересчете на 100 % действующего вещества, тыс. тонн	104,1	104,7	103,8	98,2	105,2	112,0	118,0	115,3	116,2
Органические удобрения всех видов, тыс. тонн	3497	4882	6337	9343	8519	7911	9112	9878	10996

Приложение Б

Утверждаю
Губернатор
Белгородской области

_____Е.С. Савченко
« »_____2011г.

Программа

«Внедрение биологической
системы земледелия на территории Белгородской области»

ПОДГОТОВЛЕНО УПРАВЛЕНИЕМ
ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ В
РАСТЕНИЕВОДСТВЕ ДЕПАРТАМЕНТА АПК

Белгород 2011 год

Паспорт
Программы «Внедрение биологической системы земледелия на территории Белгородской области»

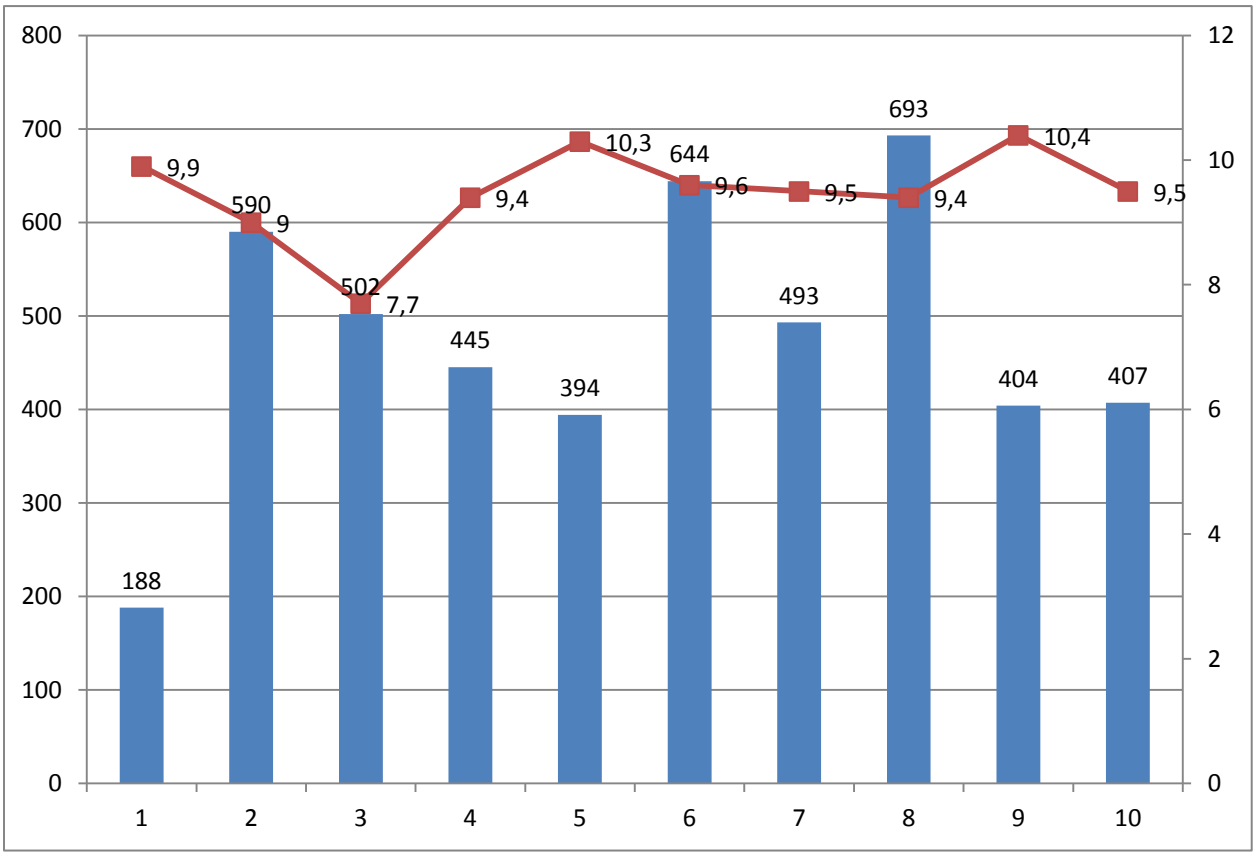
Наименование программы	«Внедрение биологической системы земледелия на территории Белгородской области» в дальнейшем Программа.
Основание для разработки программы	Поручение Губернатора Белгородской области Е.С. Савченко
Заказчик программы	Правительство Белгородской области
Основные разработчики программы	Департамент агропромышленного комплекса Белгородской области, департамент кадровой политики Белгородской области, ФГУ ЦАС «Белгородский», ГНУ БелНИИСХ, ФГУ ВПО БГСХА
Цель программы	Обеспечение устойчивого сельскохозяйственного производства в условиях глобальных изменений климата, поддержка плодородия почвы, снижение негативного влияния экономических и природных рисков за счет внедрения биологической системы земледелия и перехода сельхозтоваропроизводителей всех форм собственности на дифференцированные севообороты, а также увеличение площадей многолетних трав, внедрение сидеральных и промежуточных культур и перехода на технологию прямого сева всех сельскохозяйственных культур.
Основные задачи программы	Для достижения намеченной цели необходимо решение следующих задач: -создание экономически эффективного и конкурентоспособного сельскохозяйственного производства с учетом использования агроландшафтов, формирование благоприятной среды обитания; -разработка и освоение севооборотов, учитывающих специализацию хозяйств, плодородия почв, рельеф хозяйства, рынки сбыта продукции; -обеспечение производства семенного материала многолетних трав, сидеральных и медоносных культур в ассортименте и объемах, необходимых для реализации программы; -обеспечение применения биологических препаратов, стимулирующих важнейшие биологические процессы в период развития

	растений; -создание благоприятных условий для развития пчеловодства; -обеспечение подготовки и переподготовки кадров; -создание дополнительных рабочих мест.
Участники программы	- органы исполнительной власти области; - ФГУ ЦАС «Белгородский»,ФГУ ВПО БГСХА, ГНУ БелНИИСХ, управление «Россельхознадзора», филиал ФГУ Россельхозцентр», «Роспотребнадзор» -органы местного самоуправления муниципальных образований области; -сельскохозяйственные и промышленные предприятия (юридические лица всех организационно-правовых форм), физические лица.
Основные мероприятия программы	- создание проектов бассейнового природопользования; -определение объемов посевов многолетних трав, сидеральных и медоносных культур на территории области в процессе реализации Программы; -обеспечение производства семенного материала многолетних трав, сидеральных и медоносных культур для обеспечения реализации Программы на территории области; -обеспечение производства семян высших репродукций в агрохолдинге ООО «Приосколье-Агро»; -разработка и внедрение мероприятий по защите растений в рамках реализации Программы; -разработка регламентов по внесению органических удобрений и известковых материалов в условиях реализации Программы.
Сроки и этапы реализации программы	2011-2018 годы
Исполнители программы	- органы исполнительной власти области; - ФГУ ЦАС «Белгородский»,ФГУ ВПО БГСХА, ГНУ БелНИИСХ, управление «Россельхознадзора», филиал ФГУ Россельхозцентр», «Роспотребнадзор»; -органы местного самоуправления муниципальных образований области;

	-сельхозтоваропроизводители.
Объемы и источники финансирования	Объем финансирования реализации программы на 2011-2018 годы составляет 3660,1 млн. рублей, в том числе: средства федерального бюджета 19,9 млн. руб. средства областного бюджета 1420,1 млн. руб. собственные средства сельхозтоваропроизводителей и заемные средства 2220,1 млн. руб.
Целевые индикаторы и показатели Программы	Площадь посева многолетних трав 260 тыс. га Площадь посева сидеральных культур 350 тыс. га Площадь посева медоносных культур 70 тыс. га Площадь посадки лесных культур всего 100 тыс. га, в том числе медоносов 30 тыс. га Производство семян многолетних трав 10165 тонн Производство семян сидеральных культур 5896тонн Производство семян медоносных культур 2496 тонн Производство посадочного материала 332,5 млн. шт. Сохранение существующих и создание новых рабочих мест в количестве 5200.
Ожидаемые результаты реализации Программы	Прекращение эрозионных процессов, деградации почв, переход на биологическую систему земледелия, позволяющую получать высококачественную экологическую продукцию, ежегодное образование гумуса в объеме 6985 тыс.тонн, и накопление биологического азота в объеме 216621 тонн и внесение NPK с органическими удобрениями в количестве 191 тыс. тонн. В целом стоимость дополнительной продукции и ожидаемая экономия при реализации программы составит более 8,8 млрд.рублей в год. В конечном итоге реализация Программы приведет к повышению плодородия почв, получению высококачественной экологически чистой продукции сельского хозяйства.
Система управления и контроля	Ответственными за реализацию программы являются департамент агропромышленного комплекса Белгородской области, органы местного самоуправления муниципальных районов, сельскохозяйственные предприятия.

Приложение В

Метеорологический график за годы проведения исследований



Годы проведения исследований с 2011 года

Приложение Г

Метеорологические данные 2011 года

Месяц	Средняя t^o	Норма	Отклоне-ние, +,-	Сумма осадков, мм	Норма	В % к норме
январь	-6,5	-8,5	+2,0	0	36,0	0
февраль	+11,9	-6,4	+18,3	14,0	32,0	43,8
март	-1,0	-2,5	+1,5	0	34,0	0
апрель	+8,5	+7,5	+1,0	27,0	41,0	65,9
май	+18,0	+14,6	+3,4	0	47,0	0
июнь	+20,4	+17,9	+2,5	0	63,0	0
июль	+23,0	+19,9	+3,1	70,3	69,0	101,9
август	+21,5	+18,7	+2,8	0	56,0	0
сентябрь	+15,4	+12,9	+2,5	0	40,0	0
октябрь	+8,2	+6,4	+1,8	27,5	46,0	59,8
ноябрь	-1,0	+0,3	-1,3	0	46,0	0
декабрь	+0,7	-4,7	+5,4	49,4	43,0	114,9
за год	+9,9	+6,3	+3,6	188,2	553,0	34,0

Приложение Д

Метеорологические данные 2012 года

Месяц	Средняя t^o	Норма	Отклоне-ние, +,-	Сумма осадков, мм	Норма	В % к норме
январь	-5,6	-8,5	+2,9	39,6	36,0	110,0
февраль	-10,6	-6,4	-4,2	20,6	32,0	64,4
март	-1,6	-2,5	+0,9	11,3	34,0	33,2
апрель	+13,8	+7,5	+6,3	27,5	41,0	67,1
май	+20,7	+14,6	+6,1	29,5	47,0	62,8
июнь	+21,5	+17,9	+3,6	49,2	63,0	78,1
июль	+23,4	+19,9	+3,5	77,9	69,0	112,9
август	+22,0	+18,7	+3,3	110,5	56,0	197,3
сентябрь	+16,5	+12,9	+3,6	22,5	40,0	56,3
октябрь	+10,0	+6,4	+3,6	156,2	46,0	339,6
ноябрь	+4,0	+0,3	+3,7	0	46,0	0
декабрь	-5,9	-4,7	-1,2	45,9	43,0	106,7
за год	+9,0	+6,3	+2,7	590,7	553,0	106,8

Приложение Е

Метеорологические данные 2013 года

Месяц	Средняя t^o	Норма	Отклоне-ние, +,-	Сумма осадков, мм	Норма	В % к норме
январь	-4,1	-8,5	+4,4	53,6	36,0	148,9
февраль	-1,5	-6,4	+4,9	27,7	32,0	86,6
март	-2,0	-2,5	+0,5	80,7	34,0	237,4
апрель	+11,5	+7,5	+4,0	4,6	41,0	11,2
май	0,0	+14,6	-14,6	0	47,0	0
июнь	+23,0	+17,9	+5,1	67,0	63,0	106,3
июль	+22,3	+19,9	+2,4	59,5	69,0	86,2
август	+21,4	+18,7	+2,7	19,0	56,0	33,9
сентябрь	+11,7	+12,9	-1,2	128,3	40,0	320,8
октябрь	+7,5	+6,4	+1,1	55,3	46,0	120,2
ноябрь	+4,9	+0,3	+4,6	0	46,0	0
декабрь	-1,8	-4,7	+2,9	7,2	43,0	16,7
за год	+7,7	+6,3	+1,4	502,9	553,0	90,9

Приложение Ж

Метеорологические данные 2014 года

Месяц	Средняя t^o	Норма	Отклоне-ние, +,-	Сумма осадков, мм	Норма	В % к норме
январь	-7,4	-8,5	+1,1	35,3	36,0	98,1
февраль	-1,8	-6,4	+4,6	9,3	32,0	29,1
март	+5,7	-2,5	+8,2	3,5	34,0	10,3
апрель	+10,3	+7,5	+2,8	30,0	41,0	73,2
май	+20,3	+14,6	+5,7	82,2	47,0	174,9
июнь	+19,6	+17,9	+1,7	113,5	63,0	180,2
июль	+23,6	+19,9	+3,7	8,5	69,0	12,3
август	+22,9	+18,7	+4,2	63,5	56,0	113,4
сентябрь	+15,1	+12,9	+2,2	26,0	40,0	65,0
октябрь	+7,0	+6,4	+0,6	22,0	46,0	47,8
ноябрь	-0,1	+0,3	-0,4	4,2	46,0	9,1
декабрь	-2,7	-4,7	+2,0	47,5	43,0	110,5
за год	+9,4	+6,3	+3,0	445,5	553,0	80,6

Приложение 3

Метеорологические данные 2015 года

Месяц	Средняя t^o	Норма	Отклоне-ние, +,-	Сумма осадков, мм	Норма	В % к норме
январь	-3,4	-8,5	+5,1	17,0	36,0	47,2
февраль	-2,7	-6,4	+3,7	53,0	32,0	165,6
март	+3,4	-2,5	+5,9	26,2	34,0	77,1
апрель	+9,4	+7,5	+1,9	53,6	41,0	130,7
май	+17,7	+14,6	+3,1	38,0	47,0	80,9
июнь	+22,4	+17,9	+4,5	59,0	63,0	93,7
июль	+22,6	+19,9	+2,7	79,5	69,0	115,2
август	+23,2	+18,7	+4,5	2,0	56,0	3,6
сентябрь	+20,0	+12,9	+7,1	5,0	40,0	12,5
октябрь	+6,6	+6,4	+0,2	7,5	46,0	16,3
ноябрь	+3,6	+0,3	+3,3	0	46,0	0
декабрь	+1,3	-4,7	+6,0	53,5	43,0	124,4
за год	+10,3	+6,3	+4,0	394,3	553,0	71,3

Приложение И

Метеорологические данные 2016 года

Месяц	Средняя t^o	Норма	Отклонение, +,-	Сумма осадков, мм	Норма	В % к норме
январь	-8,3	-8,5	+0,3	92,0	36,0	255,6
февраль	+1,0	-6,4	-7,4	28,0	32,0	87,5
март	+3,6	-2,5	+6,1	53,5	34,0	157,4
апрель	+13,1	+7,5	+5,6	34,5	41,0	84,1
май	+17,2	+14,6	+2,6	103,5	47,0	220,2
июнь	+22,7	+17,9	+4,8	37,3	63,0	59,2
июль	+25,5	+19,9	+5,6	97,3	69,0	141,0
август	+23,7	+18,7	+5,0	85,0	56,0	151,8
сентябрь	+15,9	+12,9	+3,0	8,0	40,0	20,0
октябрь	+7,2	+6,4	+0,8	47,2	46,0	102,6
ноябрь	-1,4	+0,3	-1,1	0	46,0	0
декабрь	-4,6	-4,7	+0,1	58,4	43,0	135,8
за год	+9,6	+6,3	+3,3	644,7	553,0	116,6

Приложение К

Метеорологические данные 2017 года

Месяц	Средняя t^o	Норма	Отклоне-ние, +,-	Сумма осадков, мм	Норма	В % к норме
январь	-6,2	-8,5	+2,4	46,0	36,0	127,8
февраль	-3,6	-6,4	+2,8	24,1	32,0	75,3
март	+4,2	-2,5	+6,7	16,5	34,0	48,5
апрель	+8,1	+7,5	+0,6	25,0	41,0	61,0
май	+13,7	+14,6	-0,9	32,2	47,0	68,5
июнь	+18,6	+17,9	+0,7	22,0	63,0	34,9
июль	+23,0	+19,9	+3,1	53,7	69,0	77,8
август	+24,7	+18,7	+6,0	25,0	56,0	44,6
сентябрь	+18,1	+12,9	+5,2	8,5	40,0	21,3
октябрь	+8,3	+6,4	+1,9	91,6	46,0	199,1
ноябрь	+2,1	+0,3	+1,8	48,6	46,0	105,7
декабрь	+2,1	-4,7	+7,2	99,9	43,0	232,3
за год	+9,5	+6,3	+3,1	493,1	553,0	89,2

Приложение Л

Метеорологические данные 2018 года

Месяц	Средняя t^o	Норма	Отклоне-ние, +,-	Сумма осадков, мм	Норма	В % к норме
январь	-3,2	-8,5	+5,3	41,5	36,0	115,3
февраль	-3,6	-6,4	+2,8	29,3	32,0	91,6
март	-4,2	-2,5	-1,7	104,2	34,0	306,5
апрель	+10,9	+7,5	+3,4	49,4	41,0	120,5
май	+20,1	+14,6	+5,5	44,4	47,0	94,5
июнь	+20,5	+17,9	+2,6	45,0	63,0	71,4
июль	+23,2	+19,9	+3,3	247,4	69,0	358,6
август	+24,0	+18,7	+5,3	0	56,0	0
сентябрь	+18,1	+12,9	+5,2	26,0	40,0	65,0
октябрь	+11,1	+6,4	+4,7	18,1	46,0	39,3
ноябрь	-0,6	+0,3	-0,9	8,0	46,0	17,4
декабрь	-3,3	-4,7	+1,4	80,3	43,0	186,7
за год	+9,4	+6,3	+3,1	693,6	553,0	125,4

Приложение М

Метеорологические данные 2019 года

Месяц	Средняя t^o	Норма	Отклоне-ние, +,-	Сумма осадков, мм	Норма	В % к норме
январь	-5,3	-8,5	+3,2	40,3	36,0	111,9
февраль	-1,1	-6,4	+5,3	6,7	32,0	20,9
март	+3,6	-2,5	+6,1	21,4	34,0	62,9
апрель	+11,3	+7,5	+3,8	45,9	41,0	112,0
май	+17,8	+14,6	+3,2	53,4	47,0	113,6
июнь	+24,5	+17,9	+6,6	12,5	63,0	19,8
июль	+21,1	+19,9	+1,2	67,5	69,0	97,8
август	+21,3	+18,7	+2,6	2,6	56,0	4,6
сентябрь	+16,2	+12,9	+3,3	30,1	40,0	75,3
октябрь	+10,4	+6,4	+4,0	79,8	46,0	173,5
ноябрь	+2,4	+0,3	+2,1	0	46,0	0
декабрь	+2,4	-4,7	+7,1	44,5	43,0	103,5
за год	+10,4	+6,3	+4,0	404,7	553,0	73,2

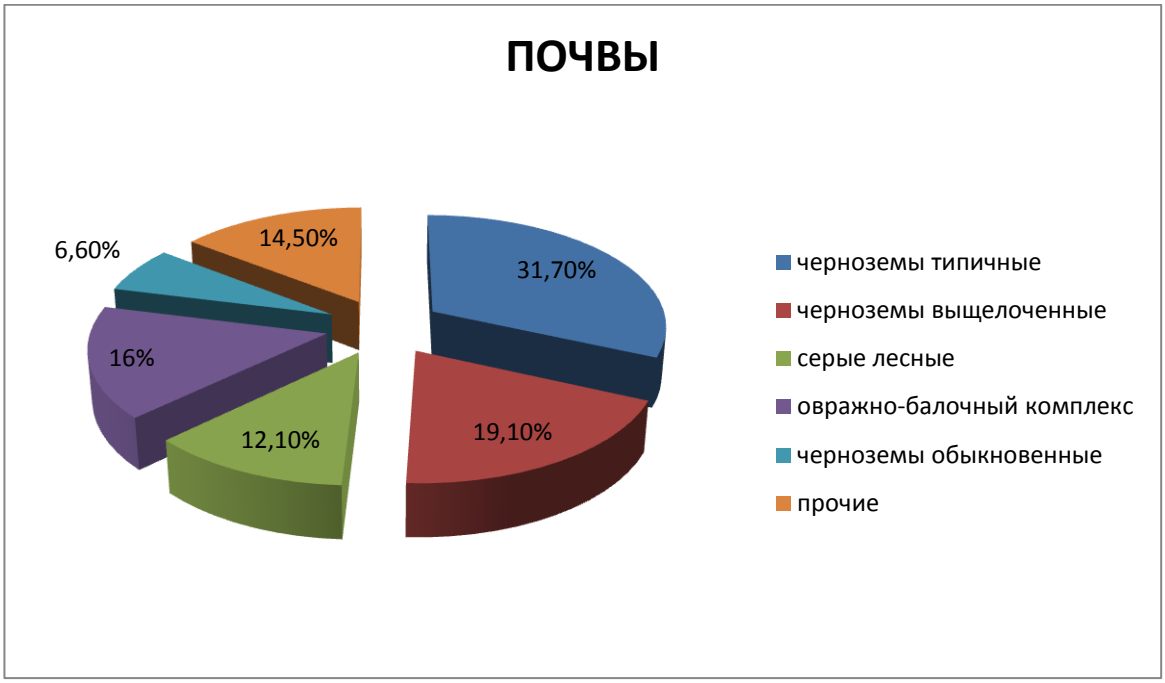
Приложение Н

Метеорологические данные 2020 года

Месяц	Средняя t^o	Норма	Отклоне-ние, +,-	Сумма осадков, мм	Норма	В % к норме
январь	-0,1	-8,5	+8,4	13,8	36,0	38,3
февраль	+4,4	-6,4	+8,0	36,3	32,0	113,4
март	+5,6	-2,5	+8,1	16,0	34,0	47,1
апрель	+7,1	+7,5	-0,4	17,1	41,0	41,7
май	+12,5	+14,6	-2,1	101,2	47,0	215,3
июнь	+20,4	+17,9	+2,5	62,2	63,0	98,7
июль	+20,7	+19,9	+0,8	86,0	69,0	124,6
август	+18,9	+18,7	+0,2	15,5	56,0	27,7
сентябрь	+16,0	+12,9	+3,1	0	40,0	0
октябрь	+11,4	+6,4	+5,0	32,5	46,0	70,7
ноябрь	+1,1	+0,3	+0,8	0	46,0	0
декабрь	-3,6	-4,7	+1,1	27,0	43,0	62,8
за год	+9,5	+6,3	+3,2	407,6	553,0	73,7

Приложение О

Структура почвенного покрова Белгородской области



Приложение П

Административные районы Белгородской области, в которых проводили исследования



Приложение Р

Структура посевных площадей в земледелии Белгородской области,

2011-2020 гг., тыс. га

культура	2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020	
	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%	т.га	%
озимая пшеница	287	19	272	18	317	21	296	20	360	24	303	20	373	25	399	27	389	26	435	29
кукуруза на зерно	98	7	125	8	163	11	176	12	161	11	166	11	144	10	110	8	112	8	122	9
соя	80	6	93	7	127	9	170	12	181	12	210	14	211	14	231	16	268	18	263	18
сахарная свекла	108	8	103	7	75	5	68	5	73	5	77	5	73	5	60	4	58	4	49	3
чистый пар	130	9	114	8	78	5	70	5	58	4	65	5	66	5	68	5	64	5	65	5
многол. Травы	77	6	80	6	81	6	86	6	92	6	99	7	99	7	91	6	62	6	81	5
всего	1499	100	1503	100	1510	100	1511	100	1508	100	1505	100	1501	100	1487	100	1491	100	1491	100
кукуруза+ пшеница+ соя	465	31	490	33	607	40	642	43	702	47	679	45	728	49	740	50	769	52	820	55

Приложение С

Характеристика сорта сои Белгородская 48

Создан в Белгородском аграрном университете имени В.Я. Горина. Сорт северного экотипа. Внесен в Государственный реестр селекционных достижений в 1992 г., допущен к использованию по 5-му региону РФ. Сорт среднеспелый. Вегетационный период 98-112 дней. Высота растений 56-70 см, высота прикрепления нижних бобов 10-18 см. Тип роста растений полудетерминантный. Опушение растений светлое (белое), цветки фиолетовые, бобы светлые. Семена овальные желтые, рубчик светлокоричневый, иногда желтый. Масса 1000 семян 136-180 г. Сорт зарекомендовал себя как самый пластичный из всех созданных и адаптированных в ЦЧР сортов. Содержание в зерне белка 36,8-43,2%; жира – 18,6-19,8% Урожайность зерна в опытах сортоиспытания средняя 1,9 т/га, максимальная 3,4 т/га. В 2015 году на госсортоучастке Белгородской области урожайность сорта Белгородская 48 составила 2,73 т/га. Рекомендуемая норма высева: - при рядовом посеве – 600-700 тыс. (100-120 кг) кондиционных семян на гектар; - при широкорядном посеве – 500-600 тыс. (80-100 кг) кондиционных семян на гектар. Технологические особенности: - обладает высокой способностью в разреженных посевах за счет увеличения индивидуальной продуктивности растений компенсировать недостающий стеблестой; - холодостойкий, выносит кратковременные заморозки до -6°С, т.е. может высеваться в ранние сроки. Благодаря своим технологическим особенностям, этот сорт рекомендуем начинающим соепроизводящим хозяйствам использовать для отработки технологии. Патент № 4490, зарегистрированный в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений 13.01.2009 г. на территории Российской Федерации.

Приложение Т

Характеристика сорта пшеницы Майская юбилейная

Майская Юбилейная - сорт растения Пшеница мягкая озимая. Характеристики сорта: Родословная: Белгородская 11 х Белгородская 14. Включен в Госреестр по Центрально-Черноземному (5) региону. Рекомендован для возделывания в Белгородской области. Разновидность эритроспермум. Куст промежуточный. Растение среднерослое. Восковой налет на верхнем междоузлии средний - сильный, на влагалище флагового листа средний, на колосе слабый - средний. Колос веретеновидный, средней плотности - плотный, белый, средней длины. Ости на конце колоса средней длины. Опушение верхушечного сегмента оси колоса с выпуклой стороны среднее - сильное. Плечо закругленное - прямое, узкое - средней ширины. Зубец умеренно изогнутый, средней длины. Нижняя колосковая чешуя на внутренней стороне имеет слабое опушение. Зерновка окрашенная. Масса 1000 зерен 38-49 г. Средняя урожайность в регионе - 41,8 ц/га. В Белгородской области прибавка к стандарту Одесская 267 составила 5,1 ц/га при урожайности 51,3 ц/га. Максимальная урожайность 76,1 ц/га получена в Курской области в 2013 г. Среднеранний. Вегетационный период 272-296 дней. Созревает на 1-2 дня раньше стандарта Одесская 267. Зимостойкость средняя. В год проявления признака уступает сортам Льговская 4, Инна, Безенчукская 380 на 0,6-1,0 балла. Высота растений 76-97 см. Устойчивость к полеганию на уровне сортов Льговская 4, Инна. Засухоустойчивость, близкая к сорту Безенчукская 380. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница. Умеренно восприимчив к бурой ржавчине; восприимчив к мучнистой росе. В полевых условиях септориозом поражался слабо как и стандарт Одесская 267. Свойства сорта Майская Юбилейная: Рекомендуемый регион: Центрально-черноземный Направление использования: ценная(ый) по качеству Срок созревания: среднеранний.

Приложение У

Баланс элементов питания 2012 год

культура	Площадь, га	Урожайность, т/га	Валовы й сбор, т	Содержание в урожае, %			Вынос с урожаем, тонн			Потери азота,тонн		азотафикация	Внесено с мин.удобрениями ,т			Коэффициент перевода на побочную продукцию, ц/га	Выход побочной продукции, тонн
				N	P	K	N	P	K	от вымывания	из минер.удобрений		N	P	K		
Озимая пшеница	7500	3,2	24000	3,4	1,2	2,5	816	288	600	15	66	-	660	195	195	1,0	24000
Сахарная свекла	2000	40,0	80000	0,57	0,18	0,7	456	144	560	4	30	-	300	260	260	0,1	8000
Кукуруза на зерно	6500	4,7	30550	2,4	0,7	3,3	733	214	1008	13	104	-	1040	423	423	1,2	36600
соя	2500	1,3	3250	7,5	2,5	4,0	175	59	94	5	14	72	139	47	47	1,0	3250
подсолнечник	6500	2,5	16250	6,0	2,6	7,0	975	422	1137	13	56		558	204	204	1,5	24375
Горчица (поживно)	8000	20,0	160000	-	-		-	-	-	-	-						160000
всего							3155	1127	3399								

Содержание элементов питания в побочной продукции,%			Поступление с побочной продукции, тонн			Приходная часть, тонн			Расходная часть, тонн			Баланс,+-тонн			Баланс +,- кг/га		
N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
0,5	0,2	0,9	120	48	216	780	243	411	897	288	600	-117	-45	-189	-16	-6	-25
0,35	0,1	0,5	28	8	216	328	268	300	490	144	560	-162	+124	-260	-81	+62	-130
0,75	0,3	0,75	275	110	40	1315	533	698	850	214	1008	+465	+319	-310	+72	+49	-48
1,2	0,25	0,6	39	8	275	178	55	67	194	59	94	-16	-4	-27	-6	-2	-11
1,56	0,76	5,25	380	185	20	968	389	1484	1044	422	1137	-76	-33	+347	-12	-5	+53
0,5	0,1	0,3	800	160	1280	800	160	480	-	-	-	+800	+160	+480	+100	+20	+60
					480							+894	+521	+41	**+40**	**+23**	**+2**

Приложение Ф

Баланс элементов питания,2013 год

культура	Площадь,га	Урожайность,т/га	Валовый сбор, тонн	Содержание в урожае,%			Вынос с урожаем,тонн			Внесено с минеральными удобрениями,т			Потери азота, тонн		Симбиотическая азотофикация, тонн	Коэффициент перевода на побочную продукцию ц/га	Выход побочной продукции,тонн
				N	P	K	N	P	K	N	P	K	От вымывания	Из минер. удобрений			
Озимая пшеница	7663	4,0	30652	3,4	1,2	2,5	1042	368	766	674	199	199	15	66		1,0	30652
Кукуруза на зерно	11177	6,0	67062	2,4	0,7	3,3	1609	469	2213	1788	715	715	22	179		1,2	80474
Подсолнечник	6200	2,5	15500	6,0	2,6	7,0	930	403	1085	453	217	217	12	46		1,5	23250
соя	125	2,0	250	7,5	2,5	4,0	19	6	10	4	-	-			4	1,0	250
Горчица (поживно)	7500	20		-	-	-				-	-						80000
всего																	

Содержание элементов питания в побочной продукции,%			Поступление с побочной продукцией, тонн			Приходная часть, тонн			Расходная часть, тонн			Баланс, +,- тонн			Баланс +, - кг/га		
N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
0,5	0,2	0,9	153	61	276	827	260	475	1123	368	766	-296	-108	-291	-39	-14	-38
0,75	0,3	0,75	604	241	604	2392	956	1319	1810	469	2213	+582	+487	-894	+52	+44	-80
1,56	0,76	5,25	363	177	1221	816	394	1438	988	403	1085	-172	-9	+353	-28	-1	-57
1,2	0,25	0,6	3	1	2	7	1	2	19	6	10	-12	-5	-8	-10	-4	-6
0,5	0,1	0,3	400	80	240	400	80	240	-	-	-	+400	+80	+240	+100	+20	+60
												+502	+445	-600	+22	+20	-27

Приложение Х

Баланс элементов питания,2014 год

культура	Площадь,га	Урожайность,т/га	Валовый сбор, тонн	Содержание в урожае,%			Вынос с урожаем,тонн			Внесено с минеральными удобрениями,т			Потери азота, тонн		Симбиотическая азотофикация, тонн	Коэффициент перевода на побочную продукцию ц/га	Выход побочной продукции,тонн
				N	P	K	N	P	K	N	P	K	От вымывания	Из минер. удобрений			
Озимая пшеница	4023	4,0	16092	3,4	1,2	2,5	547	193	402	451	105	105	8	35	-	1,0	16092
Кукуруза на зерно	12269	6,0	73614	2,4	0,7	3,3	1767	515	2429	1472	564	393	25	224	-	1,2	88337
Подсолнечник	4070	2,5	10175	6,0	2,6	7,0	610	264	712	41	187	130	8	29	-	1,5	15262
Соя	2170	2,0	4340	7,5	2,5	4,0	326	109	174	65	-	-	5	6	60	1,0	4340
Горчица (поживно)	4000	20,0		-	-	-				-	-	-	-	-	-		80000
всего	22500																

Содержание элементов питания в побочной продукции,%			Поступление с побочной продукцией, тонн			Приходная часть, тонн			Расходная часть, тонн			Баланс, +,- тонн			Баланс +, - кг/га		
N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
0,5	0,2	0,9	81	32	145	532	137	250	590	193	402	-58	-56	-152	-3	-3	-7
0,75	0,3	0,75	662	265	662	2134	829	1055	2016	515	2429	+138	+314	-1374	+6	+14	-61
1,56	0,76	5,25	238	116	801	279	303	931	647	264	712	-368	+39	+219	-16	+2	+10
1,2	0,25	0,6	52	11	26	187	11	26	337	109	174	-150	-98	-148	-7	-5	-7
0,5	0,1	0,3	400	80	240	400	80	240	-	-	-	+400	+80	+240	+100	+20	+60
												-38	+279	-1215	-2	+12	-54

Приложение Ц

Баланс элементов питания, 2015 год

культура	Площадь,га	Урожайность,т/га	Валовый сбор, тонн	Содержание в урожае,%			Вынос с урожаем,тонн			Внесено с минеральными удобрениями,т			Потери азота, тонн		Симбиотическая азотофикация, тонн	Коэффициент перевода на побочную продукцию ц/га	Выход побочной продукции,тонн
				N	P	K	N	P	K	N	P	K	От вымывания	Из минер. удобрений			
Озимая пшеница	3798	4,0	15192	3,4	1,2	2,5	516	182	380	425	99	99	8	42	-	1,0	15192
Кукуруза на зерно	11303	6,0	67818	2,4	0,7	3,3	1628	475	2238	1130	565	1130	24	113	-	1,2	81382
Подсолнечник	3637	2,5	9092	6,0	2,6	7,0	545	236	636	131	167	116	8	13	-	1,5	13638
Соя	3794	2,0	7588	7,5	2,5	4,0	569	190	304	114	-	-	8	11	136	1,0	7588
Горчица (по пшен.)	3700	20		-	-	-				-	-	-	-	-	-		74000
Горчица (по подсолн.)	3600	15															54000
Итого	**22500**									2899	1156	1156	45	289	14		

Содержание элементов питания в побочной продукции,%			Поступление с побочной продукцией, тонн			Приходная часть, тонн			Расходная часть, тонн			Баланс, +,- тонн			Баланс +, - кг/га		
N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
0,5	0,2	0,9	76	31	137	531	130	236	566	182	380	-35	-52	-144	-9	-14	-38
0,75	0,3	0,75	610	244	610	1603	809	1740	1628	475	2238	-25	+335	-498	-2	+29	-44
1,56	0,76	5,25	213	104	716	249	271	832	617	236	636	-368	+35	+196	-101	+10	+54
1,2	0,25	0,6	91	19	45	341	19	45	588	190	304	-247	-171	-259	-65	-45	-68
0,5	0,1	0,3	370	74	222	370	74	222				+370	+74	+222	+100	+20	+60
0,5	0,1	0,3	270	54	162	270	54	162				+270	+54	+162	+75	+15	+45
															-2	+15	+9

Приложение Ч

Общество с ограниченной ответственностью
«Семхоз Ракитянский»
(ООО «Семхоз Ракитянский»)

ИНН 3116005187 р/с 40702810707150100238 в Белгородском ОСБ РФ 8592 г.Белгород
РФ, Белгородская область, Ракитянский район, п.Пролетарский, Борисовское шоссе, 1
Тел/факс (47 22) 37-69-00

СПРАВКА
о внедрении

Настоящим подтверждаем, что результаты проведенных научно-производственной лабораторией по земледелию ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ под руководством кандидата сельскохозяйственных наук, доцента Клостер Натальи Ивановны исследований являются актуальными, представляют практический интерес и были использованы при разработки технологий возделывания сои, озимой пшеницы и кукурузы на зерно в хозяйстве на площади 2300 гектаров с экономическим эффектом 14 миллионов рублей ежегодно.

Генеральный директор
ООО «семхоз Ракитянский» **В.В. Леонов**