

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

На правах рукописи

Ореховская Александра Александровна

АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО И ПРОДУКТИВНОСТЬ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УДОБРЕНИЙ, СПОСОБОВ
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ВИДОВ СЕВООБОРОТОВ В УСЛОВИЯХ ЮГО-
ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЧР

Специальность 06.01.04 – агрохимия

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор кафедры земледелия,
агрохимии и экологии А.Г. Ступаков

Белгород – 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	9
1. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ, СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И СЕВООБОРОТОВ НА АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	9
1.1. Биологические особенности озимой пшеницы	9
1.2. Место озимой пшеницы в севообороте	11
1.3. Роль способов основной обработки и удобрений в регулировании азотного режима почв	16
1.4. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы	26
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	36
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	36
2.1. Почвенно-климатические условия проведения исследований	36
2.2. Методика исследования	39
3. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ, СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И СЕВООБОРОТОВ НА АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО	41
3.1. Содержание общего азота	41
3.2. Содержание нитратного азота	46
3.3. Нитрификационная способность	55
3.4. Содержание гидролизуемого азота	64
4. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ, СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И СЕВООБОРОТОВ НА ГУМУСОВОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО	75
4.1 Содержание гумуса	75
4.2. Запасы гумуса	81
4.3. Соотношение C:N	83
5. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ, СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И СЕВООБОРОТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	87
5.1 Урожайность зерна	87
5.2 Качество зерна	90
6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ	94
6.1 Экономическая эффективность	94
6.2 Энергетическая эффективность	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	102
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	106
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	106
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	107

ПРИЛОЖЕНИЯ	132
Приложение А. Содержание общего азота в черноземе типичном в 2012 году, %	133
Приложение Б. Содержание общего азота в черноземе типичном в 2013 году, %	134
Приложение В. Содержание общего азота в черноземе типичном в 2014 году, %	135
Приложение Г. Содержание гидролизуемого азота в черноземе типичном в 2012 году, мг/кг	136
Приложение Д. Содержание гидролизуемого азота в черноземе типичном в 2013 году, мг/кг	137
Приложение Е. Содержание гидролизуемого азота в черноземе типичном в 2014 году, мг/кг	138
Приложение Ё. Нитрификационная способность чернозема типичного в 2012 году, мг/кг	139
Приложение Ж. Нитрификационная способность чернозема типичного в 2013 году, мг/кг	140
Приложение З. Нитрификационная способность чернозема типичного в 2014 году, мг/кг	141
Приложение И. Содержание нитратного азота в черноземе типичном в 2012 году, мг/кг	142
Приложение Й. Содержание нитратного азота в черноземе типичном в 2013 году, мг/кг	143
Приложение К. Содержание нитратного азота в черноземе типичном в 2014 году, мг/кг	144
Приложение Л. Содержание гумуса в черноземе типичном в 2012 году, %	145
Приложение М. Содержание гумуса в черноземе типичном в 2013 году, %	146
Приложение Н. Содержание гумуса в черноземе типичном в 2014 году, %	147
Приложение О. Урожайность озимой пшеницы в 2012 году, т/га	148
Приложение П. Урожайность озимой пшеницы в 2013 году, т/га	149
Приложение Р. Урожайность озимой пшеницы в 2014 году, т/га	150

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Основное свойство почвы – это ее плодородие, которое определяется содержанием органического вещества и макроэлементов. (Кореньков Д.А., 1999). Ведущая роль в формировании урожая сельскохозяйственных культур принадлежит азоту. По мнению ряда ученых в почвах Центрально-Черноземного региона содержание азота находится на минимальном уровне. Доказано, что систематическое внесение азотных удобрений эффективно и приводит к повышению содержания минеральных форм азота в пахотном слое. (Лаврова И.А., Филимонов Д.А., 1976, Минеев В.Г., 2003).

В связи с этим возникла необходимость в разработке альтернативных энерго- и ресурсосберегающих агротехнических приемов. Внедрение этих приемов позволило бы не только улучшить плодородие почвы, а также повысить урожайность и качество зерна озимой пшеницы.

Степень разработанности темы. Исследования по изучению влияния применения удобрений, способов основной обработки почвы и видов севооборотов на азотный режим чернозема типичного были проведены многими исследователями (Минеев В.Г., 1990, Соловиченко В.Д., 2005, Минакова О.А., Александрова Л.В., 2008, Гуреев И.И., 2009). Однако, считаем, что еще недостаточно изучено влияние содержание различных форм азота на урожайность и качество озимой пшеницы, взаимосвязь вышеперечисленных факторов за длительный период. Данная научно-исследовательская работа посвящена этой проблеме.

Цель работы – обоснование эффективного применения минеральных и органических удобрений, способов основной обработки почвы и севооборотов для обеспечения оптимального азотного режима чернозема типичного, повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы в условиях юго-западной части Центрально-Чернозёмного региона.

Задачи исследования:

1. Изучить комплексное влияние минеральных и органических удобрений, способов основной обработки почвы и севооборотов на азотный режим чернозема типичного;
2. Оценить эффект от длительного применения минеральных и органических удобрений, способов основной обработки почвы на гумусное состояние чернозема типичного;
3. Определить влияние предшественников, уровней удобренностей на урожайность и качество зерна озимой пшеницы;
4. Дать экономическую и биоэнергетическую оценку эффективности изучаемых агроприемов;
5. На основании полученных данных сделать выводы и рекомендовать производству оптимальные приемы улучшения азотного режима черноземов, позволяющие получать наибольшую продуктивность культур.

Научная новизна. Впервые в Белгородской области за последние десятилетия на черноземе типичном проведено комплексное изучение азотного режима почвы; определено влияние способов основной обработки почвы, органических и минеральных удобрений при длительном их использовании на содержание и динамику азота в почве, дана математическая оценка этому явлению; определено влияние предшественников, минеральных удобрений, их сочетаний с органическими на урожайность и качество зерна озимой пшеницы; определена коррелятивная зависимость эффекта удобрений от содержания различных форм азота в почве и установлена пригодность данных о содержании нитратного и гидролизуемого азота в почве для регулирования применения азотных удобрений на черноземе типичном.

Определена роль минеральных удобрений, применяемых отдельно и в сочетании с навозом в повышении продуктивности и качества озимой пшеницы. Получены сведения о содержании в черноземе типичном различных форм азота, его изменениях под влиянием удобрений, способов основной обработки почвы.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты исследований позволяют рекомендовать хозяйствам с различным уровнем экономических и организационно-технологических возможностей дифференцированный подход к выбору приемов выращивания озимой пшеницы, обеспечивающих урожайность зерна 5,0 т/га и высокий уровень рентабельности производства.

Они могут быть использованы при проектировании ресурсосберегающих и экологически обоснованных технологий ее возделывания.

Методология и методы диссертационного исследования. Исследования проводились в 2011-2014 гг. в стационарном полевом опыте, заложенном в 1987 году в ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» на базе лаборатории плодородия почв и мониторинга, расположенного в юго-западной части Центрально-Черноземного региона. Исследования проводились согласно схеме полевого опыта и общепринятых лабораторных методов агрохимического анализа почв. Содержание общего азота, %, по Кельдалю (ГОСТ 26107); содержание гидролизуемого азота, мг/кг, по Корнфилду в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26107); нитрификационная способность, мг/кг, методом Кравкова; содержание нитратного азота в почве, мг/кг, ионометрическим методом в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26951-86); содержание гумуса, %, по Тюрину (ГОСТ 26213-91); запасы гумуса, т/га, расчетным способом; соотношение С:N расчетным способом; плотность почвы, г/см³, методом режущего цилиндра по Качинскому после уборки урожая озимой пшеницы; влажность почвы, %, до глубины 100 см по слоям, термостатно-весовым методом; запасы продуктивной влаги, мм, по слоям 0-20 и 0-100 см расчётным методом; анализ растений проводили согласно утвержденным методикам. Определение азота (ГОСТ 13496.4 – 93) по всем вариантам опыта; Математическая и статистическая обработка результатов проведена с помощью дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Азотный режим почвы определяется степенью удобренности, видами севооборота и способами основной обработки почвы.
2. Зернотравянопропашной севооборот, минеральные удобрения в комплексе с навозом способствует накоплению гумуса.
3. Повышение урожайности и качества зерна озимой пшеницы обеспечивается применением минимальной обработки почвы с внесением минеральных удобрений в сочетании с последействием навоза.
4. Экономическая и биоэнергетическая эффективности возделывания озимой пшеницы зависит от вида севооборота, способа обработки почвы и удобрений.

Личный вклад автора. Все полевые работы и аналитические исследования были проделаны при непосредственном участии автора. Анализ и статистическая обработка экспериментальных данных, а также написание текста диссертации с выводами и предложениями производству, выполнены лично автором.

Степень достоверности работы. Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается статистическими критериями, полученными в результате математической обработки сравнительно большого массива данных методом четырехфакторного дисперсионного анализа на принятом в биологии уровне вероятности.

Апробация материалов исследований. Результаты диссертационной работы были представлены на Международных научно-производственных конференциях (Москва, 2013, 2017; Воронеж, 2013, 2016; Майский, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, Курск, 2016). Также результаты исследований рассматривались в рамках Московских международных летних экологических школ (Москва, 2013, 2014). Результаты работы получили награды на конкурсах: Diplom in recognition of an outstanding scholastic record, and in appreciation of contribution to the agricultural sciences of IPNI (Диплом Международного института питания растений в знак признания выдающейся научной деятельности и за вклад в сельскохозяйственные

науки) – Norcross, 2014 г., диплом и серебряная медаль Российской агропромышленной выставки «Золотая Осень-2016» – Москва, 2016 г.

Публикации результатов исследований. По итогам работы было опубликовано 20 статей из них 3 – в изданиях рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, 1 – в издании, индексируемом в Scopus / Web of sciences .

Структура и объём работы. Диссертационная работа написана на 152 страницах компьютерного текста. Состоит из 6 глав, выводов и рекомендаций производству, а также списка литературы, который включает 236 источников, из них 6 иностранных. Работа содержит 13 таблиц, 40 рисунков и 18 приложений.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность доктору сельскохозяйственных наук, профессору кафедры земледелия, агрохимии и экологии ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ А.Г. Ступакову, директору ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», доктору сельскохозяйственных наук С.И. Тютюнову, заведующему лабораторией плодородия почв и мониторинга, доктору с.-х. наук В.Д. Соловиченко, сотрудникам лаборатории плодородия почв и мониторинга «Белгородского Федерального аграрного научного центра Российской академии наук», коллективу кафедры агрохимии, земледелия и экологии «Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина» за ценные консультации и рекомендации.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ВЛИЯНИЕ СЕВООБОРОТОВ, УДОБРЕНИЙ И СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО И НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Биологические особенности озимой пшеницы

Одной из важнейших, наиболее ценных и высокоурожайных зерновых культур является озимая пшеница. Питательная ценность ее зерна заключается в высоком содержании белка (16%) и углеводов (80%). Применение ее очень широко, так зерно используют в хлебопечении, макаронной, кондитерской промышленности. Кроме того, отдельные элементы урожая и отходы производства идут на корм скоту.

Пшеница (род *Triticum*) насчитывает 22 вида, относящиеся к семейству Мятликовые (Poaceae). Наибольшие площади в посевах, как в нашей стране, так и за рубежом занимают два вида: мягкая и твердая.

Существует множество различных сортов, отличающихся между собой как по морфологическим признакам, так и по биологическим и производственным особенностям.

Требования к теплу. Пшеница в каждом этапе роста и развития предъявляет различные требования к тепловому режиму. Для прорастания семян необходима температура 1-2 °C, но после требуется более высокая температура для обеспечения лучшего прорастания и появления всходов. Так для появления всходов через 7-9 дней после посева требуется температура 14-16 °C. Сумма активных температур при этом должна составлять 116-139 °C. Фаза кущения начинается через 13-15 дней после полных всходов при температуре 12-15 °C, она длится 30-45 дней в зависимости от температуры, влажности и срока посева.

Общая сумма положительных температур от посева до полной спелости составляет 1850-2200 °С. Продолжительность вегетационного периода (включая зиму) колеблется от 275 до 350 дней.

Требования к влаге. Озимая пшеница потребляет больше влаги, чем яровая, поэтому для лучшего роста ей в большей степени необходимы осадки в осенне-зимний период. Это связано, с более продолжительным вегетационным периодом. За весь период вегетации потребление влаги идет неравномерно и зависит от наличия влаги в почве а также отличительных особенностей сорта.

Так для получения полноценных всходов требуется не менее 10 мм продуктивной влаги в верхнем слое почвы. Далее потребность во влаге повышается, что связано с ростом и развитием растений. Так наибольшее количество влаги растение потребляет в фазы весеннее отрастание – колошение (до 70% общей потребности в воде), а наименьшее – в период от цветения до восковой спелости зерна (до 20%).

Требования к почве. Озимая пшеница очень требовательная культура к содержанию макро- и микроэлементов в почвах. Лучше озимая пшеница растет на плодородных почвах с высоким содержанием гумуса, и хорошими агрофизическими свойствами. Она дает высокие урожаи на слабооподзоленных, среднесуглинистых и серых лесных почвах с применением высоких доз удобрений.

Известкование, применение органических и минеральных удобрений на кислых почвах с низким содержанием органического вещества – непременные условия при возделывании озимой пшеницы.

Требования к элементам питания. Недостаточное содержание элементов минерального питания – азота, фосфора, калия приводит к снижению интенсивности роста озимой пшеницы и в дальнейшем к низкой урожайности.

Основной элемент питания озимой пшеницы – азот, в частности, он обеспечивает прирост вегетативной массы, увеличивает содержание протеина и клейковины в зерне. Изменения по содержанию азота в почве в разные периоды

вегетации озимой пшеницы отрицательно влияют на ее урожайность и качество зерна.

Азот необходим озимой пшенице в течение всего периода роста и развития растения. Наибольшее потребление азота приходится на фазу выхода в трубку – колошения – 50-55%. Недостаток азота в отдельные фазы нельзя компенсировать внесением его в последующие фазы.

Фосфор обеспечивает усиленное развитие корневой системы, при высоком уровне содержания она лучше ветвится и глубже проникает в почву, также улучшаются засухоустойчивые и морозостойкие свойства растений. Наибольшее потребление фосфора приходится на фазы выхода в трубку, колошения и цветения.

Калий регулирует процесс фотосинтеза, углеводно-белковый обмен. Также способствует более высокой устойчивости растений к полеганию, их зимостойкости, уменьшает поражение растений заболеваниями.

Поступление калия в растения начинается с фазы всходов и продолжается до цветения. Наибольшее потребление калия приходится на фазы выхода в трубку, колошения и цветения (Г.С. Посыпанов и др., 2006).

1.2. Место озимой пшеницы в севообороте

Пшеница – основная зерновая культура земного шара. Она – самая древняя и самая важная продовольственная культура. Главное её качество – высокая питательная ценность хлеба, хлебобулочных, макаронных и крупяных изделий, получаемых из пшеничной муки. Зерно пшеницы содержит необходимые для человека белки, жиры, углеводы, витамины, ферменты, минеральные вещества.

В России пшеница – основная продовольственная культура, которая имеет широкое распространение. Одним из факторов, сдерживающих получение высоких урожаев озимой пшеницы является недостаточный уровень содержания макроэлементов в почве (Асыка Н.Р. и др., 1988).

Озимая пшеница относится к числу наиболее требовательных к предшественникам культур. Наилучшим предшественником считается чёрный пар (Архипкин В.Г., Вьюрков В.В., 1992; Асыка Н.Р., 1975; Герасимов Н.М., 1970). Многими авторами отмечено, что среди непаровых предшественников лучшими считаются бобовые травы – люцерна, эспарцет, горох (Губанов Я.В., Иванов Н.Н., 1988; Доманов М.Н., 1999).

Самый лучший ее предшественник – чистые пары, повышающие плодородие почвы в севообороте (Иванов Н.Н. и др., 1975; Музычкин Е.Т., 1978; Ершов С.А. и др., 1980; Головко И.М., Немешкалов В.В., 1982; Листопадов И.Н., Шапошникова И.М., 1984; Губанов Я.В., Иванов Н.Н., 1988; Лазарев В.И., 1997). Однако чистые пары не везде экономически выгодны.

И.М. Небольсин (1973, 1974) в лесостепных районах ЦЧЗ с осадками более 500 мм считает, что для первостепенное значение должны иметь занятые пары. Они обеспечивают наивысшую эффективность использования пашни.

В условиях северо-востока ЦЧЗ наиболее ценным предшественником среди зерновых и зернобобовых является горох (Прудков Ф.М., 1970; Сидоров М.И., 1973; Федоров В.А., 1974, 1975; Шапошников Ю.Ф., 1975).

Н.М. Герасимов (1970) утверждал, что в Центрально-Черноземном регионе хорошими предшественниками являются клевер и раннеспелые сорта гороха при высокой культуре земледелия. Однако, в засушливые годы лучше использовать черный пар.

Высокие урожаи зерна озимой пшеницы в условиях Белгородской области были получены по парам, однолетним и многолетним травам, гороху и кукурузе на зеленый корм. Содержание белка и клейковины было выше в зерне пшеницы, возделываемой по черному пару (Асыка Н.Р., 1975).

По мнению Г.Н. Кабелко (1969), Н.Н. Иванова с соавторами (1975) после черного пара по величине урожая озимых их предшественники располагаются в такой последовательности: озимые на зеленый корм – клевер или эспарцет (1-го года пользования) – кукуруза на зеленый корм – овсяно-бобовые смеси на зеленый корм – многолетние бобовые травы двух лет пользования – вико-овес на

сено и горох на зерно – кукуруза на силос – зерновые колосовые (озимые, ячмень).

Однако А.П. Коваленко (1987) на основе 20-летних исследований утверждает, что стерневые предшественники лучше не использовать для озимой пшеницы.

Исследованиями М.И. Сидорова (1966, 1973) определено, что многолетние травы являются более предпочтительными предшественниками для возделывания озимой пшеницы. Также лучшим предшественником являются чёрный пар, менее благоприятными – люцерна, горох и на последнем месте кукуруза на силос.

Севооборот – это основной приём экологического и биологического земледелия. Он обеспечивает смягчение негативных последствий интенсификации земледелия в отличие от других факторов, которые ухудшают свойства почвы, приводят к возникновению экологических проблем. Научная организация севооборота, обоснованное чередование культур в нем положительно воздействует на плодородие почвы, продуктивность сельскохозяйственных культур, качество продукции, обеспечивает противоэрзийную защиту почв, снижает негативное влияние засух, улучшает фитосанитарное состояние посевов. Севооборот – это экономичное и, в то же время, эффективное средство регулирования засорённости посевов.

Результаты исследований, проведенных в Мичуринском ГАУ (Федоров В.А., 1975), показывают, что правильно сочетание культур в севообороте обеспечивает снижение общей засорённости культур сплошного сева в 3-5, а пропашных – в 2 раза. Отмечено, что в севообороте подавляются в большей степени корнеотпрысковые сорные растения. Это подтверждается исследованиями НИИСХ Юго-Востока, в которых отмечено, что интегрированные меры борьбы снижали засорённость многолетними сорняками до 74 % (Халиуллин К.З., 1986).

В исследованиях И.В. Дудкина установлено, что для обеспечения благоприятного гербологического состояния посевов озимой пшеницы необходимо ее возделывание по черному пару в зернопаропропашном

севообороте по сравнению с другими севооборотами. Так в зернотравянопропашном севообороте наблюдалась более высокая численность сорных растений в посевах этой культуры. Кроме того, в нем повышается видовое разнообразие сорных растений в посевах по сравнению с другими севооборотами. Сидеральные пары уступают черному пару по показателям засорённости посевов озимой пшеницы. Эта закономерность сохраняется как при изучении количественных показателей, так и по массе сорных растений.

Эффективность чёрного пара в посевах сахарной свёклы по влиянию на фитосанитарное состояние посевов была ниже. Посевы этой культуры в севообороте с сидеральным паром по количеству сорняков в предуборочный период не уступали вариантам с чёрным паром. Также исследованиями установлено, что ячмень лучше возделывать в зернотравянопропашном севообороте, где предшественником озимой пшеницы являются зернобобовые культуры. Таким образом, проведенные исследования показали большую регулирующую роль севооборота в обеспечении благоприятного фитосанитарного состояния полей и то, что севооборот должен занимать одно из главных мест в системах управления сорным компонентом агрофитоценозов.

В Нижнем Поволжье озимую пшеницу в основном размещают по чистым и занятым парам, зернобобовым и многолетним травам. Наиболее лучшими предшественниками являются черный и сидеральный пары. Они обеспечивают высокие запасы продуктивной влаги в почве ко времени посева озимой пшеницы. Так, в сухостепной зоне каштановых почв накапливается в среднем 90-130 мм влаги в метровом слое почвы по парам. Кроме того, пары обеспечивают достаточное количество питательных веществ, за счет активизации деятельности микроорганизмов. Пары значительно улучшают фитосанитарное состояние. В них происходит периодическое прорастание и уничтожение сорняков, уничтожение почвообитающих вредителей и возбудителей болезней озимой пшеницы. В засушливые годы пары не заменимы.

Озимая пшеница по парам является страхующей культурой в годы засухи, так как использует осадки двух лет – года парования и года вегетации.

Зернобобовые культуры (горох, нут) обеспечивают улучшение азотного режима почвы за счет усвоения симбиотического азота. Горох улучшает фосфорный режим почвы за счет перевода труднодоступных фосфатов почвы в доступные. Он рано поспевает и освобождает поле, в следствии чего появляется возможность провести более качественную обработку почвы. Болезни и вредители гороха не опасны для озимой пшеницы, так как он является разъединяющей культурой в севообороте (Сокаев К.Е., Бестаев В.В., 2013; Шабаев А.И. и др., 2007).

В условиях сухостепной зоны Нижнего Поволжья занятый сидеральный пар с озимой рожью является наиболее эффективным предшественником озимой пшеницы, повышающим ее продуктивность. Возделывание озимой пшеницы по этому предшественнику способствует повышению сохранности растений этой культуры к уборке, продуктивной кустистости, массы зерна с растения, главного колоса, 1000 зерен. (Зеленев А.В., 2016)

В своих исследованиях О.И. Акимова утверждает, что предшественник оказал значительное влияние на формирование элементов продуктивности озимой пшеницы в летне-осенний период. Установлено также, что кулисный и чистый пар обеспечили высокую полевую всхожесть, при запасах продуктивной влаги в посевном слое перед посевом 17,3 и 20,3 мм. При этом наблюдалось меньшее поражение вредными организмами, и как следствие более высокая сохранность растений озимой пшеницы за осенний период. Эффективность чистых паров была выше в годы с недостаточным увлажнением. Структура урожая растений по разным предшественникам значительно зависела от запасов продуктивной влаги перед уходом в зиму и элементов минерального питания в почве.

На каштановых почвах Приморской подпровинции Дагестана максимальные урожай зеленой массы в пожнивном посеве после уборки озимой пшеницы (28,61 т/га) с содержанием 5,1 т/га кормовых единиц 0,48 т/га переваримого протеина, дает горохо-кукурузная смесь. Но в экономическом отношении целесообразнее предоставление возможности формироваться в этот период естественному фитоценозу.

Исследованиями В.В. Стародубцева установлено, что в полевом опыте урожайность озимой пшеницы, размещённой по занятому сидеральному пару в сравнении с парозанимающим яровым рапсом на зелёный корм (в среднем повышается на 0,65 т/га (22,5 %).

1.3. Роль способов основной обработки и удобрений в регулировании азотного режима почв

По изучению эффективности способов основной обработки почвы на плодородии почв и их влиянии на урожайность сельскохозяйственных культур проведено много исследований. Однако, результаты исследований, полученные в разных регионах зачастую противоречивы, что в первую очередь связано с разными почвенными и погодными условиями места проведения опытов. Это в свою очередь, приводит к необходимости более детального изучения влияния способов основной обработки почвы на плодородие почвы.

По мнению большинства ученых наблюдается снижение содержания минерального азота в почве под влиянием безотвальных обработок (Витер А.Ф., 1985; Котлярова О.Г., Сальников М.И., 1985; Витер А.Ф., Кутовая Н.Я., 1986; Холмов Х.Т., 1986; Котоврасов И.П., 1989; Сидоров М.И., 1989; Шушарина Л.Т., Шушарин А.Н., 1993; Власенко А.Н., Сапрыкин В.С., 1994; Минеев В.Г., 2004; Бондаренко М.В., 2005). Это происходит при активной деятельности микроорганизмов при разложении растительных остатков, что в свою очередь приводит к интенсивному продвижению азота в нижние слои почвы, а также снижению аэрации почвы.

Содержание нитратного азота под озимой пшеницей по плоскорезной обработке по всем слоям почвы меньше, чем по вспашке. В дальнейшем его содержание выравнивается в пахотном слое. Но в подпахотном слое, наоборот, в содержании нитратного азота отмечено значительное снижение в сравнении со вспашкой (Котлярова О.Г., 1995).

По мнению ряда авторов проведение бесплужной обработки наблюдается азотная недостаточность в первые годы, которая связана со снижением дегумификационных процессов в почве, что требует компенсации внесением повышенных доз азота. В следующие годы содержание азота выравнивается за счет легкогидролизуемых соединений. (Моргун Ф.Т., Шикула Н.К., Таарико А.Г., 1983)

По мнению Ю.П. Манько и др. (1989) и Г.В. Симченкова (1991), при уменьшении глубины обрабатываемого слоя почвы происходит снижение биологической активности пахотного слоя.

Многими исследованиями установлено, что безотвальная обработка черного пара способствует получению более высоких урожаев озимой пшеницы, что объясняется лучшей увлажненностью, агрофизическими свойствами, накоплением элементов питания (Сенливый и др., 1985; Картамышев, Бардунова, 1986; Выблов, Выблова, 1990; Рябов, 1990; Архипкин, Вьюрков, 1992; Ульченко, 1992).

Изучению динамики азота в почве посвящено множество исследований, которыми установлено, что азот в почве легко переходит из одной формы в другую благодаря деятельности микроорганизмов, что делает его менее доступным для растений. Это связано с тем, что в почве основные запасы азота входят в состав органических соединений, и только под паром азот удобрений остается долгое время в минеральной форме. В прошлом столетии было установлено, что в почве происходят не только физические или химические процессы, но и различные биологические трансформации. Основным источником доступных форм азота являются растительные остатки, а не гумус, как считалось ранее.

Минеральный азот в почвах находится в основном как нитратные, нитритные и аммонийные соединения. Однако, от содержания общего азота в почве они занимают незначительную часть (1-2 %), они подвижны и подвержены изменениям. В связи с этим, при исследовании азотного режима почвы следует

учитывать не только содержание его минеральных форм, но и способность почвы трансформировать минеральный азот из органического вещества.

Подвижность азота удобрений выше в черноземных почвах, что обусловлено высокой микробиологической активностью, в результате чего до 90-95% его содержания переходит в микробную биомассу. Однако, процесс минерализации, идущий одновременно обеспечивают растения на протяжении всего периода вегетации доступными формами азота. Таким образом, систематическое и длительное применение азотных удобрений играет важную роль в балансе азота в почве, а также азотном питании культур, что обусловлено непрерывной деятельностью микроорганизмов в почве.

В многолетних опытах было установлено, что урожайность сельскохозяйственных культур на черноземе обыкновенном зависит от длительного использования азотных удобрений. Так, при использовании аммиачной селитры в чистом виде прибавка в сборе зерновых единиц в сумме за три года последействия варьировала от 10 до 24 % по отношению к контролю. При применении полного минерального удобрения прибавка была меньше и составила 4 и 11 % соответственно. Определение содержания нитратного азота в почве не характеризовало достаточно способность почвы в обеспечении растений доступными формами.

Для более объективной оценки почвенного потенциала были определены величина выноса азота и нитрификационная способность почвы. В большей степени на баланс азота повлияли дозы внесенных удобрений, чем исходное содержание азота в почве. Изменение нитрификационной способности почвы было вызвано как дозой удобрения, так и наличием удобренного фона. Прирост к контролю после длительного внесения азота в чистом виде и в составе полного минерального удобрения составил 46-63% и 47-81% соответственно (Шустикова Е.П., Шаповалова Н.Н., 2014).

На динамику минерального азота в почве влияет содержание органического вещества и его качественный состав (Александрова Л.Н., 1988). Процесс трансформации соединений азота в почве постоянный, поэтому необходимо

определение не только доступных для растений минеральных форм, но также изучение содержания легкогидролизуемого азота, которые активно минерализуются и служат резервом для усвоения растениями этого элемента (Мальцев В.Т., 2000; Силкина Н.П., 1987).

По подвижности азотных соединений судят об их доступности растениям (Митрохина О.А., 2010, Пискунов А.С., 1994).

Баланс азота в почвах России – отрицательный (Мишустин Е.Н., 1985). Для нормального питания растений и для сохранения почвенного плодородия необходимо внесение повышенных доз азотных удобрений. (Рымарь С.В., 2007; Тютюнов С.И. и др., 2012). Поэтому создание оптимальных условий для питания растений азотом обеспечит не только высокие урожаи, но и устойчивое функционирование агроэкосистемы. (Рабочев И.С., Вуколов Н.Г., 1983, Уваров Г.И., Соловиченко В.Д., 2009; Халиуллин К.З., 1986)

Д.Н. Прянишников указывал на то, что процессы прироста и убыли азота в почвах всегда происходят параллельно с изменениями в них количества органического вещества и конечными продуктами, положительно влияющими на урожайность, являются аммиак и нитраты. Общеизвестно, что питание растение осуществляется за счет минерального азота и, казалось бы, достаточно определить сумму аммонийного и нитратного азота, чтобы судить о потребности растений в этом элементе. Однако природа использования растениями поглощенного аммония и нитратного азота неодинакова (Возбуцкая А.Е., 1968).

Увеличение доз органических удобрений в пропашных севооборотах не компенсирует отрицательного баланса азота в почве. Таким образом, исключительно органическая система удобрения не эффективна не агрохимически и экологически. (Протасова Н.А., Щербаков А.П., 2003).

Содержание подвижных форм азота в пахотном слое, в основном зависит от внесения минеральных удобрений. Применение которых, в свою очередь, увеличивает плодородие почв и повышает урожайность сельскохозяйственных культур. (Щербаков А.П., Васенев И.И., 1996).

В исследованиях многих ученых установлено, что при внесении азотных удобрений количество нитратного азота увеличивается в 1,5-2 раза, но лишь в начале вегетации культур. В дальнейшем по мере потребления азота пшеницей его содержание снижается до уровня в неудобренном варианте (Мальцев В.Т., 2000; Тукалова Е.И. и др., 1982).

Так опыты, проводимые на дерново-подзолистых почвах Предуралья, показывают, что накопление нитратного азота определяется дозами внесенного азотного удобрения. В то время как, содержание обменно-поглощенного аммония во все годы исследований превосходило азот нитратов, и в меньшей степени было подвержено колебаниям от доз азотного удобрения (Пискунов А.С., 1994).

Однако существует и другая точка мнения. Так В.Т. Мальцев (2000) утверждает, что доля аммонийного азота заметно возрастает при повышении увлажнения, внесении аммонийных и амидных азотных удобрений. Кроме того, в процессе минерализации органических соединений в паровом поле может накапливаться значительное количество аммония.

По данным В.Б. Азарова (2004) и А.А. Хмельницкого (2002) следует, что при внесении удобрений в дозах 8 т/га навоза и минеральных при среднегодовой дозе $N_{62}P_{62}K_{62}$ при минимальной обработке почвы, как и при вспашке, формируется благоприятный азотный режим типичного чернозема.

По данным Ю.И. Ермохина внесение 30 кг/га азота по мелиорированному фосфогипсом фону способствовало повышению выноса азота почвы растениями донника, накоплению в почве мобилизованного азота и коэффициента использования азота. Также при внесении азотных удобрений, продуктивность солонцов на мелиорированном фоне увеличилась на 74 %.

Исследованиями ученых также установлено (Ляшко М.У. и др., 2011), при разложении растительных остатков происходит мобилизация азотистых соединений. Кроме того, внесение в почву азотных удобрений повышало содержание в почве легкогидролизуемого азота и способствовало его эффективному использованию. Содержание в почве фосфора и калия по фазам развития яровой пшеницы изменялось в значительно меньших пределах. Видимо,

при разложении растительных остатков происходит иммобилизация фосфорных и калийных веществ, а их минерализация протекает медленно в течение вегетации яровой пшеницы и сразу используется возделываемой культурой.

Опытами Л.П Галеевой было установлено, что при переходе удобренной пашни в залежь в течение 10 лет, в ней достоверно возрастало содержание валового азота и соотношение С:N. При этом обеспеченность почвы нитратным азотом и его запасы в слое почвы 0-60 см в вариантах опыта изменялись подобно таковым в пашне, но были значительно выше, чем в ней и в 2 раза превышали биологический оптимум, необходимый для получения биологически возможного урожая зерновых культур.

Содержание азота в почве, зависящее от содержания гумуса, является количественным показателем потенциального плодородия и характерным свойством того или иного типа почв (Кореньков Д.А., 1999). Многочисленными исследованиями последних десятилетий определена ведущая роль азота в ряду равнозначных факторов получения устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур на всех типах почв России.

По мнению Минеева В.Г. (2003), Сапожникова Н.А. (1973), Арнаутовой Н.И., Жорикова Е.А. (1971), Войтовича Н.В., Костина Я.В., Чумаченко И.Н., Сушеницы Б.А. (2002) и ряда других ученых в почвах Нечерноземной зоны азот всегда находится в минимуме, а азотные удобрения наиболее эффективны. Характерно, что в условиях Нечерноземной зоны окультуривание, тесно связанное с систематическим применением удобрений, существенно увеличивает содержание общего азота, но в меньшей степени способствует накоплению в пахотном слое легкогидролизуемого азота (Лаврова И.А., Филимонов Д.А., 1976).

Исследованиями ряда ученых (Фадъкин Г.Н., Костин Я.В., 2012) было определено, что динамика содержания минерального азота имеет одинаковую тенденцию по отношению к содержанию общего азота. Через 10 ротаций содержание минерального азота увеличивалось при применении практически всех форм азотных удобрений. Физиологически щелочная и физиологически кислая

формы азотных удобрений ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и NH_4Cl) наоборот, снижали данный показатель.

Исследованиями В.В. Яковлева и П.А. Щербакова, определено, что при использовании традиционной системы земледелия максимальное содержание азота наблюдалось в пару. Содержание нитратного азота в почве под посевами яровой пшеницы снижалось и к моменту уборки выравнивалось во всех вариантах опыта. Это обусловлено микробиологической активностью почвы, наибольший уровень которой в посевах пшеницы отмечен при химической и комбинированной технологиях парования. Урожайность яровой пшеницы после пара в основном зависела от запасов нитратного азота в почве перед посевом.

Е.В. Агафонов с соавторами установил, что в среднем за три года в целом за вегетацию подсолнечника содержание минерального азота на контролльном варианте по фону минимальная обработка почвы составляло 83,2, а по вспашке – 74,1 кг/га. Количество минерального азота на вариантах с перепревшим подстилочным пометом повышалось до 115,4 и 119,1 кг/га. Наибольшее влияние на этот показатель оказывало применение помёта в дозе 20 т/га. Определено, что при заделке индюшиного помёта осенью с помощью дискования оптимальная доза составляет 10-15 т/га, а по вспашке – 10 т/га. Прибавка урожайности семян подсолнечника по фону минимальная обработка составила 0,44-0,61 т/га, по фону вспашка – 0,66 т/га.

Г.И. Уваровым и А.П. Карабутовым было определено, что при сочетании минеральной и органической систем удобрения увеличивается содержание общего азота в почве. Содержание данной формы азота не зависело от способов основной обработки почвы. Также, удобрения более эффективны, чем обработка при определении соотношения углерода к азоту в гумусе. Обогащенность гумуса азотом наблюдается при совместном применении минеральных и органических удобрений. Также при увеличении дозы удобрений происходит повышение содержание азота. Содержание легкогидролизуемого азота в большей степени определялось дозой внесенных удобрений, чем применяемыми способами основной обработки почвы. Максимальное его содержание в почве отмечено при

совместном внесении двойной дозы навоза и минеральных удобрений. Применение органоминеральной системы удобрений способствовало усилению процесса нитрификации в пахотном слое почвы в 2 раза и в 4,5 раза в подпахотном. Способы основной обработки не оказали влияния на содержание нитратного азота после компостирования. Совместное применение органических и минеральных удобрений положительно влияло на содержание доступного азота растениям, так эффективность в пахотном слое возросла в 1,5-2,5 раза, а в метровом слое – в 3,2 раза. Основные запасы минерального азота в фазу кущения находились в слоях почвы 0-30 и 50-100 см. Высокие коэффициенты корреляционно-регрессионного анализа свидетельствуют о прочной взаимосвязи между содержанием минерального азота, гумусом и продуктивностью сельскохозяйственных культур.

В многолетних полевых опытах было установлено, что при внесении тройной дозы NPK содержание гумуса и азота в почве увеличивалось, но так и не достигло начального уровня. Азот является основным катализатором процессов гумификации органических удобрений, в связи с этим использование минеральных удобрений способствует повышению содержания гумуса и минимизирует его потери. При этом минеральный азот удобрений переходит в органическую форму и закрепляется в почве. Таким образом, урожай сельскохозяйственных культур формируется при внесении повышенных доз удобрений и профицитным азотным балансом в почве, особенно при высокой насыщенности гумуса азотом. (Александрова Л.Н., 1980; Никитишен В.И., 2003).

Исследованиями Пермского НИИСХ РАСХН, установлено, что при длительном (более 30 лет) систематическом применении минеральных удобрений происходит подкисление почвы, увеличиваются запасы общего азота в почве в 1,5 раза и подвижного фосфора – в 2,6 раза. Гранулометрический состав почвы не претерпел существенных изменений при использовании повышенной дозы минеральных удобрений, наблюдалось только увеличение количества крупной пыли по сравнению с контролем. Изменение в содержании остальных фракций не наблюдалось. Выявлено повышение мобильности гумусовых соединений.

Применение повышенных доз азотно-фосфорно-калийных удобрений увеличивало содержание гуматных кислот в составе гумуса, при этом не влияя на основные свойства почв. Основные запасы азота в почве находятся в негидролизуемых формах – 53-61%, и трудногидролизуемых – 26-30%. Также отмечено повышение содержания гидролизуемого азота при длительном применении удобрений, однако это повлияло на фракционный состав азотных соединений. (Завьялова Н.Е., Косолапова А.И., Сторожева А.Н., 2014).

В.Т. Лобков считал, что способы основной обработки почвы в большей степени влияли на процессы трансформации азотных соединений в темно-серых лесных почвах. Снижение антропогенной нагрузки на агробиоценоз способствовало повышению микробиологической активности, в частности к усилению процессов азотфиксации и ослаблению денитрификации. Наибольшая деятельность азотфиксирующих микроорганизмов наблюдалась под многолетними травами и в залежи, а наименьшая – под черным паром. Внесение навоза под многолетние травы обеспечивало повышение потенциальной аммонифицирующей активности почвы в посевах озимой пшеницы. Такая же тенденция наблюдалась и при определении содержании нитратного азота после компостирования. Однако внесение соломы снижало нитрификационную способность. Содержание общего, аммонийного и нитратного азота в исследованной почве имело положительную корреляционную связь с аналогичными показателями потенциальной активности азотфиксации, аммонификации и нитрификации.

Внесение органический удобрений и использований сидератов положительно влияло на симбиотическую активность микроорганизмов, а также на трансформацию азотных соединений в почве. Так внесение навоза увеличивало потенциальную азотфиксацию более чем на 50%, зеленой массы – на 40%, а их совместного внесения – на 60%. В ходе исследований была установлена сильная линейная регрессия между содержанием общего азота и потенциальной азотфиксации, аммонийного азота и аммонифицирующей способностью почвы.

Однако между содержанием нитратного азота и нитрификационной способностью почвы не наблюдалось сильной кореляционно-регрессионной связи.

В исследованиях Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН было установлено, что запасы почвенного азота в органогенном слое почвы 0-20 см относительно стабильны по стадиям трансформации торфяных почв. Азотный режим почв определяется не длительностью сельскохозяйственного использования торфяных почв (на каждом объекте представлены почвы от агроторфяных до минеральных остаточно-торфяных с низким содержанием органического вещества или постторфяных), а степенью их трансформации, которая зависит от первоначальной мощности торфяной залежи (Лученок Л.Н. и др., 2014).

В опытах многих ученых, отмечено, что основные запасы общего азота и гумуса сосредоточены в пахотном слое, причем их содержание уменьшается от черноземов к темно-каштановым почвам. (Акулов П.Г., Азаров Б.Ф., Соловиченко В.Д., 1988; Ахтырцев Б.П., Соловиченко В.Д., 1984; Барановский А.И., Данилевский В.П., 2009; Гамзиков Г.П., Кулагина М.Н., 1992).

По результатам многих исследований установлено, что при изучении почвы по горизонтам запасы органического вещества и общего азота вниз по профилю почвы заметно уменьшаются. Минеральные формы азота, в частности нитратные и аммонийные соединения более подвижны, и колебания их содержания наблюдаются во всем периоде вегетации. За годы исследований было отмечено значительное снижение содержания аммонийного азота в пахотном слое как в черноземах, так в серых лесных оподзоленных почвах. Это связано со снижением доз органических и минеральных удобрений, а также с большим выносом питательных элементов с урожаем сельскохозяйственных культур. (Сокаев К.Е., Бестаев В.В., 2013; Сокаев К.Е. и др., 2017).

По данным Е.А. Демина и Д.И. Еремина определено, что кукурузе в течении периода вегетации необходимо неодинаковое количество нитратного азота из разных горизонтов почвы. Так в первый период развития кукурузы поглощает азот преимущественно из пахотного слоя. С развитием корневой системы мощность

горизонта питания кукурузы увеличивается до 40 см. Содержание нитратного азота в пахотном увеличивается при внесении повышенных доз минеральных удобрений. К моменту цветения кукурузы нитратный азот перемещается вниз по профилю. Максимальное количество азота в кукурузе определяется в фазу 5-6-го листа. Содержание белка в зерне кукурузы не коррелировало с увеличением дозы минеральных удобрений.

1.4. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы

Озимая пшеница более отзывчива на условия увлажнения и температурный режим, создающиеся осенью, чем на глубину обработки. Как правило, после занятого пара и непаровых предшественников она дает более высокие урожаи по безотвальным (поверхностным) обработкам в сравнении со вспашкой. Это объясняется быстрой подготовкой почвы к посеву, что лучше сохраняет влагу (Асыка Н.Р., 1989; Борин А.А., Мельцаев И.Г., 1995; Витер А.Ф., Кутовая Н.Я., 1986; Логачев Ю.Б., Картамышев Н.И., 1989; Моргун Ф.Т. и др., 1983; Сабитов М.М., 2009; Уваров Г.И., Соловиченко В.Д., 2009).

Кроме того, Л.Т. Шушарина, А.Н. Шушарин (1993) отмечают, что способы основной обработки почвы не существенно влияют на урожайность озимой пшеницы после пара, однако в годы с недостаточным увлажнением более эффективны мелкие безотвальные обработки. А во влажные годы, наоборот, происходило снижение урожайности зерна. (Власенко А.Н., Сапрыкин В.С., 1994).

Таким образом, по результатам многочисленных исследований установлено, что безотвальные обработки имеют преимущество перед вспашкой только в условиях недостаточного увлажнения, а в годы с достаточным количеством осадков различий эффективности способов основной обработки почвы не наблюдалось. (Гринев В.М., 1986; Кошкин П.Д., 1997; Поршнев Г.А., Дробязгина Е.А., 1984).

Существует и противоположная точка зрения. Так многолетними исследованиями установлено, безотвальная обработка снижает почвенное плодородие, и как следствие наблюдается снижение продуктивности сельскохозяйственных культур. (Канцалиев В.Т., 1992; Керимов Я.Г., 2008; Сдобников С.С., 1980; Сидоров М.И., 1989; Холмов Х.Т., 1986).

Исследованиями В.А. Федорова и В.А. Воронцова (1995) установлено, что безотвальная обработка привела к увеличению засоренности посевов, а также к снижению запасов влаги весной, что в свою очередь отрицательно повлияло на урожайность сельскохозяйственных культур.

По результатам проведенных исследований по оптимизации минимальной обработки почвы под озимую пшеницу после зерновых предшественников в условиях орошения юго-востока Казахстана установлено, что минимальная основная обработка почвы улучшает агрофизические свойства почвы, в частности создает оптимальный режим аэрации. Также снижение антропогенной нагрузки на почву обусловливало создание благоприятного водного режима почвы и способствовало снижению процессов дегумификации органического вещества почвы, что обеспечивало лучший питательный режим. Кроме того, минимизация обработки почвы обеспечивала более эффективное использование осадков и лучшую сохранность запасов почвенной влаги, а также способствовали получению высоких урожаев зерна озимой пшеницы. (Киреев А.К., Тыныбаев Н.К., Жусупбеков Е.К., 2016)

По результатам исследованиям В.М. Гармашова можно сделать выводы, что в почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧР в хозяйствах с высокой культурой земледелия при использовании современных специальных посевных комплексов возможно применение минимализации в обработке почвы вплоть до нулевой, в первую очередь, под озимые зерновые культуры. В хозяйствах со средней материально технической базой эффективнее применять при посеве озимых культур после непаровых предшественников мелкую или поверхностную обработку почвы. Но во всех случаях выбор обработки почвы под озимую

пшеницу после непаровых предшественников должен проводиться творчески, с учетом сроков уборки предшественника, состояния почвы и погодных условий.

Наиболее эффективными приемами обработки почвы в звене севооборота «пожнивная культура – озимая пшеница» в условиях орошения, обеспечивающими снижение засоренности посевов и повышение урожайности зерна озимой пшеницы, являются минимальная обработка на 10-12 см под предшественник и отвальной вспашка на 20-22 см под основную культуру. (Гасанов Г.Н. и др., 2012)

В исследованиях, проводимых в Самарской области установлено, что урожайность озимой пшеницы была выше по вспашке в чёрном пару, но после других предшественников зависимость от глубины основной обработки поля не была отмечена. Применение ресурсосберегающей технологии обработки почвы по сравнению с разноглубинной вспашкой повышало урожайность озимой пшеницы и снижало себестоимость (Бакаева Н.П., Салтыкова О.Л., 2007).

По данным исследований, было установлено, что в Предуралье лучшие результаты показало осенне мелкое рыхление на 12-14 см с предварительным измельчением растительных остатков дисковыми орудиями. Однако, проведение поздней весенней обработки пара в период физической спелости почвы приводит к значительному снижению продуктивности сельскохозяйственных культур. Количество культиваторных обработок пара должно быть не менее 4-5. (Савчук С.В., 2010)

В исследованиях НПЦ земледелия и растениеводства Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан установлено, что наилучшие агрофизические свойства светло-каштановой почвы под озимой пшеницей наблюдается при проведении минимальной обработки почвы. Также минимизация обработки почвы обеспечивала лучший водный режим. Кроме того, она способствовала накоплению растительных остатков в верхнем пахотном слое, что обеспечивало лучшую сохранность почвенной влаги в течение всей вегетации озимой пшеницы. Это в свою очередь, способствовало эффективному усвоению осадков, и накопление запасов почвенной влаги, что повышало урожайность и

качество зерна озимой пшеницы по сравнению со вспашкой на 20-22 см. (Кененбаев С.Б., Киреев А.К., Хидиров А.Э, Асанбеков А.А., 2007).

Гребнекулисная обработка благодаря локальному распределению стерни и обороту пласта вносит определенные различия в плодородие пахотного слоя. При этом стерня, собранная в плотную кулису, оставляет открытым 80% поверхности поля. В ранневесенний период открытая поверхность пашни быстрее прогревается, процессы мобилизации азота проходят по типу отвальной зяби. Растительные остатки на поверхности поля (после боронования) не снижают процессы нитратонакопления, так как основная их часть локально размещена в пахотном слое (Авдеев М.Д., Евтушков М.Г., 1987; Канцалиев В.Т., 1996; Картамышев Н.И., Бардунова И.Т., Афонченко Н.В., Беседин Н.В., 1989; Asmus F., Gorlitz H., 1985).

При гребнекулисной обработке основную роль в повышении урожайности озимой пшеницы является сочетание различных факторов: хороший воздушный режим, много тепла и влаги в пахотном слое, благоприятный питательный режим, что и повышает эффективность ее применения на черноземах. Применение стимуляторов роста отдельно, и в сочетании с минеральными удобрениями способствовало усилению роста и развития растений озимой пшеницы, что в свою очередь обеспечило существенное повышение ее продуктивности и увеличение сборов высококачественного зерна.

Качество зерна озимой пшеницы были близкими по значению в независимости от применяемых способов основной обработки почвы. Содержание протеина и клейковины в зерне увеличивалось по вспашке, как на контроле, так и на варианте с удобрениями. Они в большей степени зависели от погодных условий места проведения исследований в течении всего периода вегетации, и в меньшей – от способов основной обработки почвы. (Шабаев А.И. и др., 2007; Шушарина Л.Т., Шушарин А.Н., 1993).

Интенсивное развитие сельскохозяйственного производства требует особых мер, в частности применения высоких доз минеральных удобрений, иначе происходит снижение плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур (Ладонин В.Ф., Гордеев А.М., Гордеев Ю.А., 2005; Назарюк В.М., Калимуллина Ф.Р., 2010).

В последние годы внесение удобрений не способно обеспечить потребности растений в питательных элементах удобрения применяют, что отрицательно сказывается на потенциальном урожае культур. (Никитишен В.И., 2002). Таким образом, первоочередной задачей агрохимика становится расчет оптимальной дозы внесения минеральных удобрений, (Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.К., 2002), использования приемов повышения их эффективности (Лукин С.В., 1999; Назарюк В.М., 2007).

Рациональное использование удобрение – это основной фактор для ведения устойчивого зернового хозяйства. Необходимо отметить, что наибольшее положительное действие проявляется их применения проявляется только в условиях высокой культуры земледелия. Это подтверждается многолетними исследованиями на эту тему. (Асыка Н.Р., Балабанова Н.В., 1988; Котлярова О.Г., 1995; Федотов В.А., Карасев Г.Н., 1987).

Снижение применения химических средств защиты, как следствие биологизации земледелия за последние годы привело к созданию отрицательного баланса питательных веществ, гумуса. Снижается плодородие почвы, что в свою очередь приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Таким образом, использование удобрений является основным условием получения высоких и качественных урожаев, что подтверждается многими научными исследованиями. (Асыка Н.Р., Балабанова Н.В., 1988; Богомазов Н.П., Нетребенко Н.Н., Пендюрин Е.А., 1996; Доманов М.Н., 1999; Кильдюшкин В.М. и др., 2015; Полунин С.Ф., 1988; Тютюнов С.И. и др., 2012).

Как отмечает И.И. Синягин (1980), эффективное применение удобрений зависит от следующих условий. Во-первых, это учет особенностей почв как в масштабах зон или районов, так и в каждом поле конкретных хозяйств. Во-

вторых, использование научно-обоснованных доз и рациональной технологии внесения удобрений (сроки, способы внесения и т. п.). В-третьих, правильное сочетание применения удобрений с другими агротехническими приемами: севооборотами, обработкой почвы, сроками, способами посева и ухода за растениями и др.

Доказано, что озимая пшеница предъявляет больше требований чем другие культуры к питательному режиму. На образование одного центнера зерна с соответствующим количеством соломы и половы требуется 3-3,5 кг азота, 1-1,3 кг фосфора и 2-3 кг калия из почвы. (Найдин П.Г., 1963). В Белгородской области были получены аналогичные результаты. (Доманов М.Н., 1999).

Высокие урожаи озимой пшеницы были получены при внесении органических удобрений в дозе 30 т/га, запашка зеленого удобрения, а также при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ и использовании биоорганического удобрения Нагро в фазу кущения в дозе 1л/га. Использование отвальной обработки почвы привело к снижению урожайности озимой пшеницы на 1,2 ц/га при сравнении с чизельной, а при проведении поверхностной обработки – на 3,4 ц/га. Увеличение дозы минеральных удобрений при интенсивной технологии выращивания озимой пшеницы позволило получить урожай в 62,9 ц/га.

Выращивание озимой пшеницы в биологизированном севообороте, при внесении навоза в дозе 60 т/га и запашке зеленої массы клевера 287 ц/га, а также при проведении обработки посевов биоорганическим удобрением Нагро позволило получить 58,6 ц/га зерна озимой пшеницы, что на 14,0 ц/га выше, чем на контроле. При использовании плоскорезной обработки почвы, урожайность зерна составила 56,4 ц/га, что несущественно отличается от урожайности по отвальной обработки. (Котельникова М.Н., Лазарев В.И., 2015).

Исследованиями многих авторов, также установлено, что при интенсификации технологий возделывания сельскохозяйственных культур среди изучаемых приёмов агротехники главное внимание должно уделяться системе удобрения. Для существенного повышения урожайности озимой пшеницы и

сахарной свёклы при возделывании их в одном звене севооборота необходимо под озимую пшеницу использовать минеральные удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{30}$ в подкормку, а под сахарную свёклу $N_{180}P_{180}K_{180} + 80$ т/га навоза. Усилить положительную роль удобрений возможно за счет размещения культур в зернопаропропашном севообороте и мелкой обработкой почвы под озимую пшеницу, вспашкой под сахарную свёклу (Карабутов А.П., 2013; Уваров Г.И., Соловиченко В.Д., 2009; Никитин В.В. и др., 2014).

В условиях недостаточного увлажнения Ростовской области размещение посевов озимой пшеницы по предшественнику пар обеспечивает улучшение условий влагообеспеченности и минерального питания растений, способствует формированию высокого урожая с отличными показателями качества зерна (Бельтюков Л.П. и др., 2017).

При проведении исследований по изучению последействия удобрений и мелиорантов на урожайность озимой пшеницы было установлено, что эффективность удобрений была выше при дополнительном внесении под предшественник – картофель применяли хлорид калия или когда также вносили совместно гипс или бентонит. При применении в системе удобрения $N_{90}P_{90}K_{90}$ вместо хлористого калия использовали обработанный гидротермальным способом дакитовый туф (ОДТ), или при этой же насыщенности NPK биоудобрение, или $N_{90}P_{90}K_{90} +$ навоз 30т/га, эффективность удобрений была выше.

Последействие применения удобрений было эффективным при получении качественных урожаев. Содержание NPK было выше в варианте с ОДТ, и также, при использовании биоудобрения. Таким образом, применение ОДТ и биоудобрения, а также навоза обеспечивало повышение содержания подвижного фосфора и обменного калия в почве. Однако при этом, наблюдается антагонизм калия, образование малорастворимых солей, что обусловлено применением гипса. (Ерицян С.К., Фарсиян Н.В., 2016).

Многолетними исследованиями Азербайджанского научно-исследовательского института защиты растений и технических культур установлено, что при применении цеолита совместно с удобрениями на

орошаемых землях Азербайджана урожайность зерна достигает 37,2 ц/га. Анализ химического состава зерна и соломы озимой пшеницы показал, что азот и фосфор больше накапливается в зерне, а калий – в соломе. С повышением доз минеральных удобрений на фоне навоза и цеолита содержание белка в зерне возрастало. Самые высокие коэффициенты использования питательных элементов из удобрений отмечались на варианте навоз 10 т/га + цеолит 5 т/га + N₉₀P₉₀K₆₀ (Асланов Г.А., 2016).

В результате исследований с микроэлементами, установлена высокая эффективность применения микроудобрений (Zn, Cu, Mn) на лугово-черноземной почве под озимую пшеницу, разработаны нормативные агрохимические показатели для определения доз макроудобрений под данную культуру. (Бобренко И.А., Красницкий В.М., Гоман Н.В., Попова В.И., 2011).

Исследованиями В.И. Поповой и Н.В. Гоман (2013) установлено что, использование цинковых удобрений в основное внесение более эффективно при азотно-калийном удобрении, чем при азотно-фосфорно-калийном, так как энергетические затраты не окупаются прибавкой урожайности. Внесение цинка на фоне N₆₀K₆₀ обеспечило повышение эффективности использования минеральных удобрений. Таким образом, эффективность макроудобрений регулируется внесением микроэлементов. При этом, снижаются затраты на получение 1 т зерна за счет удобрений.

Для получения высоких и качественных урожаев зерна пшеницы необходимо ориентироваться на выращивание сортов, обладающих комплексом ценных агротехнологических свойств, в частности сортов твердой пшеницы. Однако, большое значение кроме возможностей генотипа сорта имеет технология возделывания, которая позволит наиболее полно использовать возможности, культуры. (Герасимов Н.М., 1970).

Результаты трёхлетних исследований в Ульяновской ГСХА показали, что минимальная обработка почвы не оказывает существенного влияния на продуктивность озимой пшеницы по сравнению с отвальной, но при этом происходит уменьшение затрат на ее возделывание. Наибольшая прибавка

урожайности отмечена при использовании азотных удобрений с дозами от 90 до 120 кг д.в. на га, но экономически выгодным оказалась доза удобрения N₆₀, при подпочвенно-разбросном способе посева, где уровень рентабельности составил 121 %. (Орлов А.Н., Тихонов Н.Н., 2013).

В исследованиях Кубанского ГАУ было установлено, что для получения высоких урожаев озимой пшеницы, дозу удобрений следует рассчитывать по содержанию нитратного азота в полуметровом слое почвы. Оптимальная доза внесения азотных удобрений после озимой пшеницы – 110 кг/га, после эспарцета – 120 кг/га. Удобрения вносятся дважды: под основную обработку и при посеве сеялкой СЗ-3,6. Весеннюю прикорневую подкормку озимой пшеницы после эспарцета необходимо проводить аммиачной селитрой в дозе N₅₀ при наличии в почве менее 65 кг/га нитратного азота. При более высоком содержании подкормка будет не эффективной. (Хатламаджиян А.Л., Климанцевская Н.Ф., 2011).

Основной задачей при выращивании озимой пшеницы является не только получение высокого урожая, но и сбор высококачественного зерна. Определяющим фактором в данном случае является использование минеральных удобрений, в частности азотных. (Пшеничный А.Е., 1978; Павловский В.Б., Василенко И.Д., Пчеленко Е.И., Ващук В.Ф., 1989).

Исследованиями Н.П. Бакаевой и О.Л. Салтыковой (2007) установлено, что уровень содержания нитратного азота в 0-30 см слое почвы является достаточным для получения высокого урожая высокобелкового зерна. Сравнительно высокое содержание нитратного азота отмечалось в посевах озимой и яровой пшеницы размещенных в севообороте с чистым паром и по вспашке с применением удобрений. Накопление белка является довольно вариабельным признаком, зависящим от многих факторов. Наилучшее по качеству зерно озимой и яровой пшеницы было получено после чистого пара, при применении вспашки в качестве основной обработки почвы, и внесении минеральных удобрения.

Результаты исследований ряда ученых показали, что погодные условия способствуют в значительной степени изменению процессов накопления белка в зерне (Богомазов Н.П., Нетребенко Н.Н., Пендюрин Е.А., 1996; Герасимов Н.М., 1970; Губанов Я.В., Иванов Н.Н., 1988; Орлов А.Н., Тихонов Н.Н., 2013; Поршнев Г.А., Дробязгина Е.А, 1984).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Почвенно-климатические условия проведения исследований

Исследования проводились в 2011-2014 гг. в стационарном полевом опыте, заложенном в 1987 году на базе лаборатории плодородия почв и мониторинга в ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», расположенного в юго-западной части Центрально-Черноземного региона.

Программа исследований включает полевые и лабораторные опыты.

Территория места проведения опытов характеризуется некоторыми особенностями климата. Он умеренно-континентальный, с теплым, порой засушливым, летом и сравнительно холодной зимой.

Переход температуры через 0 $^{\circ}\text{C}$ происходит в третьей декаде марта и второй декаде ноября, через 5 $^{\circ}\text{C}$ – в первых числах апреля и в конце октября, а через 10 $^{\circ}\text{C}$ – в конце апреля и сентября. Продолжительность периода с температурой выше 0 $^{\circ}\text{C}$ составляет 225-240 дней, выше 5 $^{\circ}\text{C}$ – 190 дней, выше 10 $^{\circ}\text{C}$ – 150-158 дней. Самый теплый месяц – июль, самый холодный – январь. Первые осенние заморозки в воздухе, в среднем, наблюдаются в конце сентября и начале октября.

Четыре месяца в году (с декабря по март) среднемесячные значения температуры воздуха отрицательные. В ноябре среднемесячная температура имеет слабоположительные значения. Безморозный период продолжается в среднем 155-160 дней.

Среднегодовая температура воздуха в западном агроклиматическом районе Белгородской области составляет 5,9-6,3 $^{\circ}\text{C}$, сумма положительных температур выше 10 $^{\circ}\text{C}$ составляет 2510-2620 $^{\circ}\text{C}$. Годовая сумма осадков 490-540 мм, в том числе за период с положительной температурой выше 10 $^{\circ}\text{C}$ составляет 260 – 290

мм. Средний гидротермический коэффициент 1,0- 1,2. Запасы продуктивной влаги в слое 0-100 см к началу вегетации 150-170 м, число суховейных дней – 27-32.

Среднегодовое количество осадков составляет 510 мм, с колебаниями от 490 до 540 мм. Для района характерно недостаточно и неустойчивое увлажнение, особенно в период вегетации растений.

Осадки по временам года распределяются неравномерно: зимой выпадает 19 %; весной – 22, летом – 36, осенью – 23 % от общего их количества. Летние осадки выпадают, главным образом, в виде ливней, порой очень высокой интенсивности, что способствует развитию плоскостной и линейной эрозии.

В период вегетации часто наблюдаются засухи и суховеи, которые наносят значительный ущерб посевам сельскохозяйственных культур, а в зимнее время нередко отсутствует снежный покров, происходит частое чередование низких температур с оттепелями.

Большой практический интерес представляет анализ повторяемости дней с низкой (30 % и менее) и высокой (80 % и более) относительной влажностью. В дни с низкой относительной влажностью погода характеризуется засушливо-суховейными признаками, и при недостатке влаги в почве сельскохозяйственные культуры находятся в угнетённом состоянии.

Погодные условия в годы исследований по данным метеорологического поста х. Гонки ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» складывались по-разному.

Данные о метеорологических условиях в период проведения исследований представлены в таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1 – Метеорологические условия за годы исследований
(метеопост х. Гонки)

Год	Месяц	Температура, °C			Осадки, мм		
		средне-месячная	средне-много-летняя	отклонение, +/-	сумма	средне-много-летние	отклонение, +/-
2011	Сентябрь	15,1	12,9	2,2	26,0	40,0	-14,0
	Октябрь	7,0	6,4	0,6	22,0	46,0	-24,0
	Ноябрь	-0,1	0,3	-0,4	0,0	46,0	-46,0
	Декабрь	-2,7	-4,7	2,0	47,5	43,0	4,5
2012	Январь	-3,4	-8,5	5,1	17,0	36,0	-19,0
	Февраль	-2,7	-6,4	3,7	53,0	32,0	21,0
	Март	3,4	-2,5	5,9	26,2	34,0	-7,8
	Апрель	9,4	7,5	1,9	53,6	41,0	12,6
	Май	17,7	14,6	3,1	38,0	47,0	-9,0
	Июнь	22,4	17,9	4,5	59,0	63,0	-4,0
	Июль	22,6	19,9	2,7	79,5	69,0	10,5
	Август	23,2	18,7	4,5	2,0	56,0	-54,0
	Сентябрь	15,6	12,9	2,7	17,9	40,0	-22,1
	Октябрь	9,9	6,4	3,5	91,9	46,0	45,9
	Ноябрь	2,8	0,3	2,5	19,4	46,0	-26,6
	Декабрь	-6,4	-4,7	-1,7	41,5	43,0	-1,5
2013	Январь	-4,1	-8,5	4,4	53,6	36,0	17,6
	Февраль	-2,1	-6,4	4,3	27,7	32,0	-4,3
	Март	-2,0	-2,5	0,5	80,7	34,0	46,7
	Апрель	11,5	7,5	4,0	4,6	41,0	-36,4
	Май	20,0	14,6	5,4	0,0	47,0	-47,0
	Июнь	23,0	17,9	5,1	67,0	63,0	4,0
	Июль	22,3	19,9	2,4	59,5	69,0	-9,5
	Август	21,4	18,7	2,7	19,0	56,0	-37,0
	Сентябрь	11,7	12,9	-1,2	128,3	40,0	88,3
	Октябрь	5,3	6,4	-1,1	0,0	46,0	-46,0
	Ноябрь	1,6	0,3	1,3	0,0	46,0	-46,0
	Декабрь	-3,5	-4,7	1,2	0,0	43,0	-43,0
2014	Январь	-7,4	-8,5	1,1	35,3	36,0	-0,7
	Февраль	-1,8	-6,4	4,6	9,3	32,0	-22,7
	Март	5,7	-2,5	8,2	3,5	34,0	-30,5
	Апрель	10,3	7,5	2,8	30,0	41,0	-11,0
	Май	20,3	14,6	5,7	82,2	47,0	35,2
	Июнь	19,6	17,9	1,7	113,5	63,0	50,5
	Июль	23,6	19,9	3,7	8,5	69,0	-60,5
	Август	22,9	18,7	4,2	63,5	56,0	7,5

Почва опытного участка – чернозем типичный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке с содержанием в пахотном слое гумуса 5,1-5,6 %, подвижного фосфора 4,8-5,7 мг/100 г почвы, обменного калия 9,2-12,1 мг/100 г почвы, рН солевой вытяжки 5,8-6,4.

2.2. Методика исследований

Исследования были направлены на изучение азотного режима чернозема типичного и продуктивности озимой пшеницы под влиянием способов основной обработки почв, различных доз внесения органических и минеральных удобрений и видов севооборотов.

В опыте использовался метод расщепленных делянок. Размещение делянок систематическое в один ярус. Опыт трехфакторный, его повторность в пространстве трехкратная, во времени – пятикратная. Посевная площадь делянки 120 м², учётная – 100 м².

Чередование культур в севооборотах:

– Зернотравяноопропашной

1. Эспарцет 1 года пользования;
2. Эспарцет 2 года пользования;
3. Озимая пшеница;
4. Сахарная свекла;
5. Ячмень + эспарцет.

– Зернопропашной

1. Горох;
2. Озимая пшеница;
3. Сахарная свекла;
4. Ячмень;
5. Кукуруза на зерно.

Под озимую пшеницу проводили обработку почвы культиватором КПЭ-3,8 на глубину 12-14 см.

В опыте изучались три способа основной обработки почвы под предшественника:

- вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 20-22 см, которой предшествует два дисковых лущения на глубину 6-8 и 8-10 см;
- безотвальная обработка плугом типа «Параплау» на глубину 20-22 см;
- минимальная обработка дисковой бороной БДТ-7 на глубину 10-12 см.

Минеральные удобрения под озимую пшеницу вносились два раза: в основное внесение одинарная доза NPK составила 60 кг/га и весной в подкормку – 30 кг/га азота. При двойной дозе содержание РК составило 120 кг/га и N – 180 кг/га.

Органические удобрения вносились один раз в ротацию севооборота под сахарную свеклу в одной дозе 40 т/га и двойной 80 т/га.

Минеральные удобрения вносились ежегодно под каждую культуру в одной и двойной дозах. Одна доза удобрений была рассчитана на простое воспроизведение почвенного плодородия и двойная на расширенное Схема внесения удобрений в опыте приведена в таблице 2.2.1.

Учетную площадь делянки убирали прямым комбайнированием. Для уборки использовали комбайн «Сампо». Урожай с делянки затаривали в мешки, взвешивали на весах и пересчитывали на 14 % влажность и 100 % чистоту.

Таблица 2.2.1 – Схема внесения удобрений в опыте

Дозы удобрений		Насыщенность севооборота	
Навоз	Минеральные удобрения	Навоз	Минеральные удобрения
Зернотравяно-пропашной севооборот			
0	0	0	0
	$N_{180}P_{120}K_{120}$		$N_{84}P_{124}K_{124}$
80	0	16	0
	$N_{180}P_{120}K_{120}$		$N_{84}P_{124}K_{124}$
Зернопропашной севооборот			
0	0	0	0
	$N_{180}P_{120}K_{120}$		$N_{120}P_{124}K_{124}$
80	0	16	0
	$N_{180}P_{120}K_{120}$		$N_{120}P_{124}K_{124}$

В опыте были проведены следующие учеты и наблюдения:

Почва – были отобраны почвенные образцы на глубину до 0,5 по слоям 0-10, 10-20, 20-30, 30-50 см по вариантам опыта в двух несмежных повторениях:

1. Содержание общего азота, %, по Кельдалю (ГОСТ 26107);
2. Содержание гидролизуемого азота, мг/кг, по Корнфилду в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26107);
3. Нитрификационная способность, мг/кг, методом Кравкова;
4. Содержание нитратного азота в почве, мг/кг, ионометрическим методом в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26951-86);
5. Содержание гумуса, %, по Тюрину (ГОСТ 26213-91);
6. Запасы гумуса, т/га, расчетным способом;
7. Соотношение C:N расчетным способом;
8. Плотность почвы, г/см³, методом режущего цилиндра по Качинскому после уборки урожая озимой пшеницы;
9. Влажность почвы, %, до глубины 100 см по слоям 0-10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-70, 70-100 см в два срока: весной и перед уборкой культур, термостатно-весовым методом;

10. Запасы продуктивной влаги, мм, по слоям 0-20 и 0-100 см расчётным методом;

Растения:

1. Урожайность методом сплошной уборки с помощью комбайна «Сампо».

Урожай с делянки затаривали в мешки, взвешивали на весах и пересчитывали на 14 % влажность и 100 % чистоту.

2. Качественные показатели зерна озимой пшеницы:

- содержание сырого протеина, %;
- содержание клейковины, %.

3. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ И ДОЗ УДОБРЕНИЙ НА АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО

3.1. Содержание общего азота

Расширенное воспроизведение плодородия почв, а также увеличение урожайности сельскохозяйственных культур неразрывно связаны с питательным режимом почв (Дедов А.В., Богучевский Д.А., 2014).

Регулирование питательного режима с созданием профицитного баланса обеспечивает достаточное количество элементов питания для растений. Основную часть элементов питания растения получают из почвы. Однако, для расширенного воспроизведения плодородия почвы необходимо внесение удобрений как органических, так и минеральных. (Акулов П.Г., Азаров В.Б., 1995).

Нами выявлено, что внесение минеральных удобрений по вспашке способствовало заметному увеличению содержания общего азота в слоях почвы 10-20 и 30-50 см, изменение составило 0,047, и 0,015 % соответственно (рис. 3.1.1.). Последействие внесения навоза отдельно, как и в сочетании с минеральными удобрениями положительно повлияло на повышение содержания общего азота в черноземе типичном, преимущественно в слоях почвы 0-10 и 10-20 см.

При применении безотвальной обработки почвы содержание общего азота повышалось при внесении минеральных и навоза по отдельности, так и при их сочетании, что характерно для слоя 0-10 см: 0,025, 0,093 и 0,133 % (рис. 3.1.1.). Такая же тенденция к его увеличению сохранилась в слое почвы 10-20 см: 0,057, 0,085 и 0,126 %.

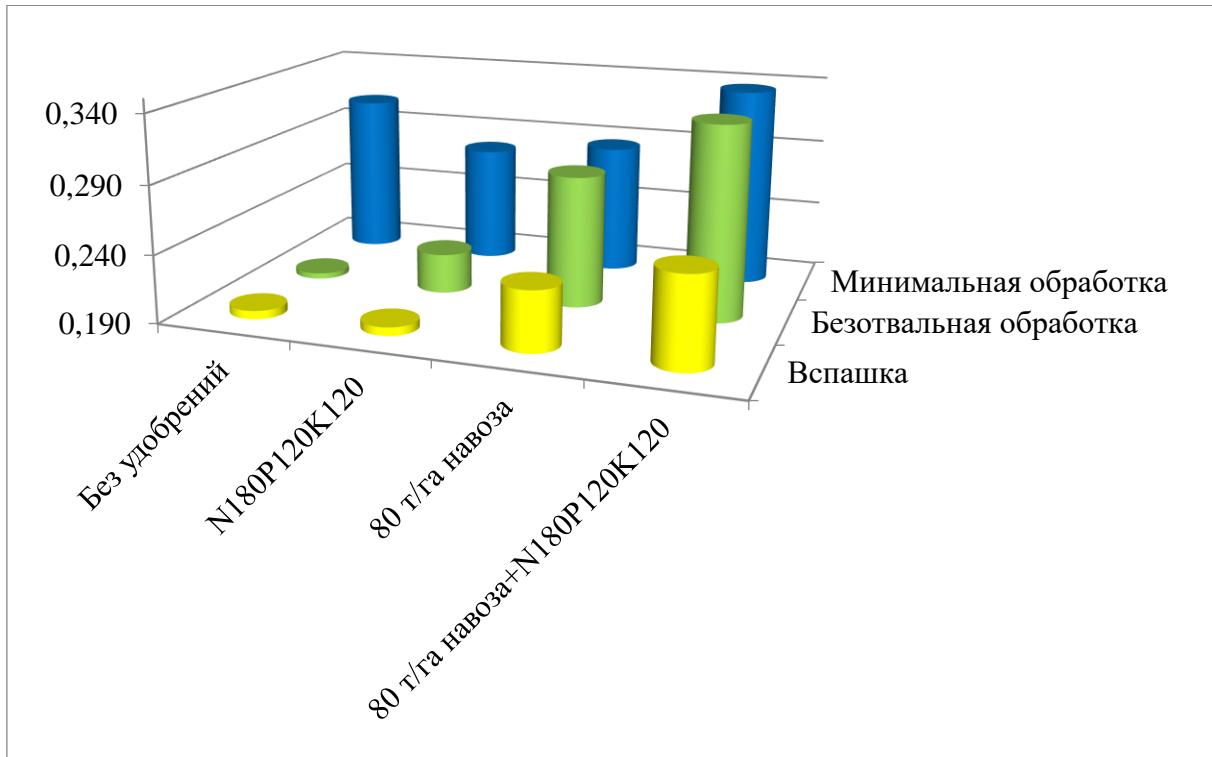


Рис. 3.1.1. Содержание общего азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 0-10 см, % (2012-2014 гг.)

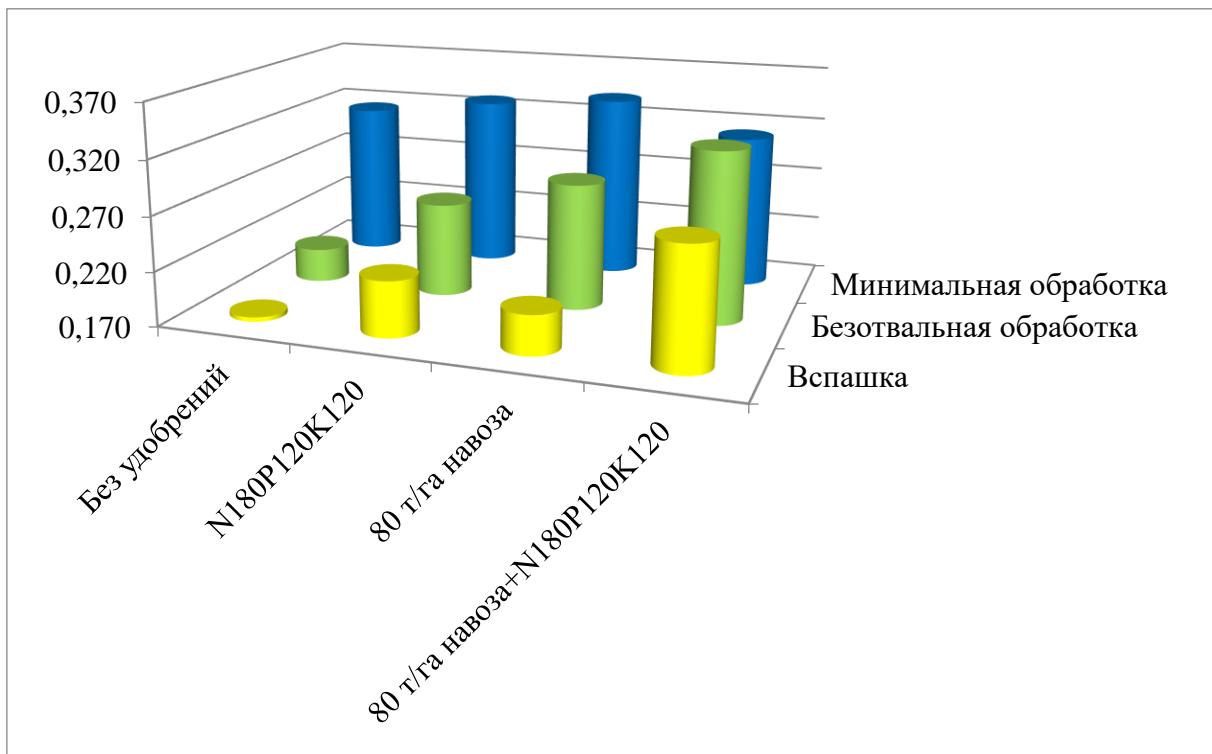


Рис. 3.1.2. Содержание общего азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 10-20 см, % (2012-2014 гг.)

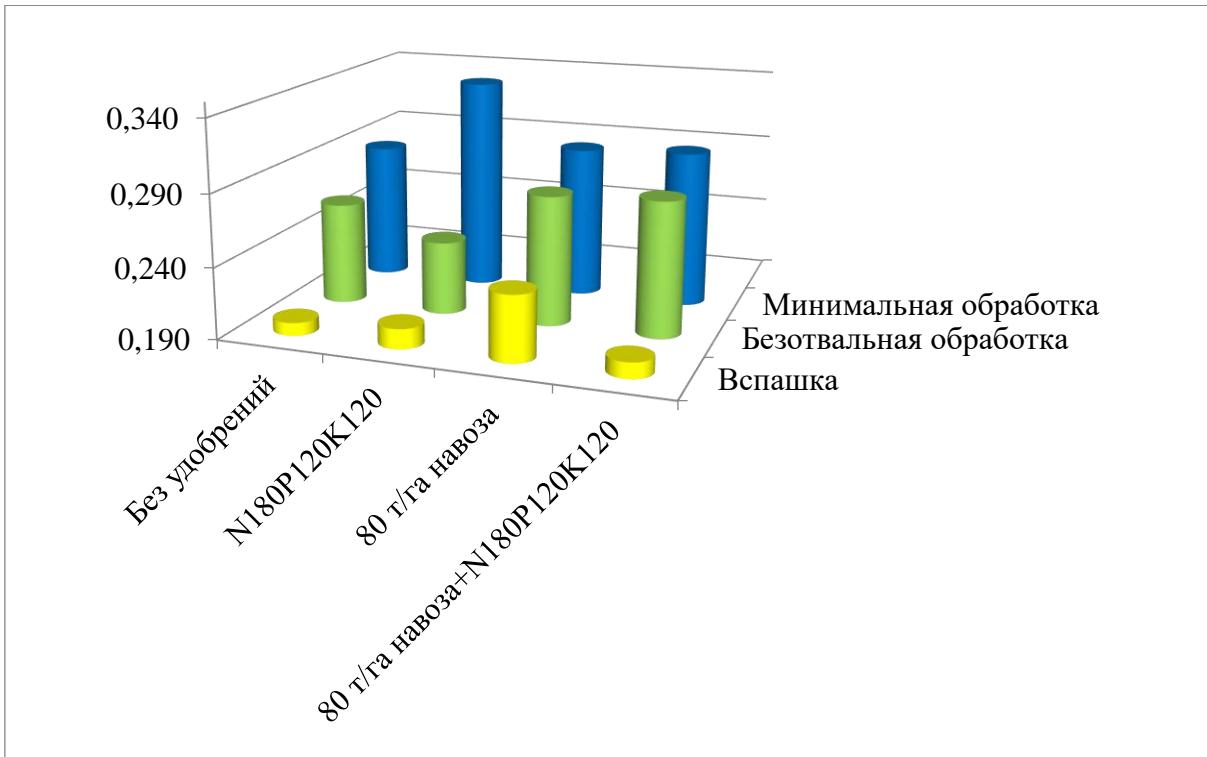


Рис. 3.1.3. Содержание общего азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 20-30 см, % (2012-2014 гг.)

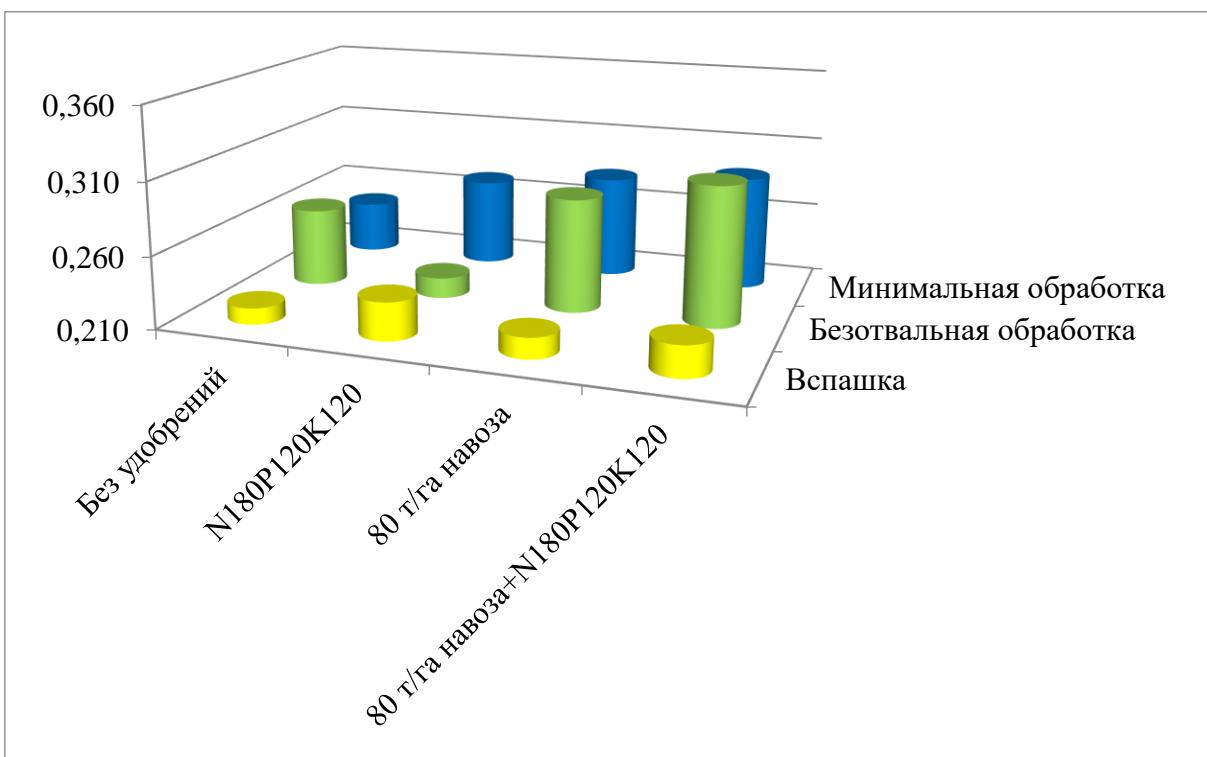


Рис. 3.1.4. Содержание общего азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 30-50 см, % (2012-2014 гг.)

При проведении минимальной обработки наблюдалось увеличение его содержания в слое 20-30 и 30-50 см при внесении минеральных удобрений. Применение навоза эффективно только при сочетании с минеральными удобрениями.

В зернопропашном севообороте содержание общего азота выше, чем в зернотравянопропашном. Внесение удобрений также повышало его содержание по всей глубине изучаемой почвы, что наиболее характерно для безотвальной обработки почвы. Выше содержание общего азота было при применении минимальной обработке почвы, а ниже – по вспашке (рис. 3.1.3. и рис. 3.1.4.).

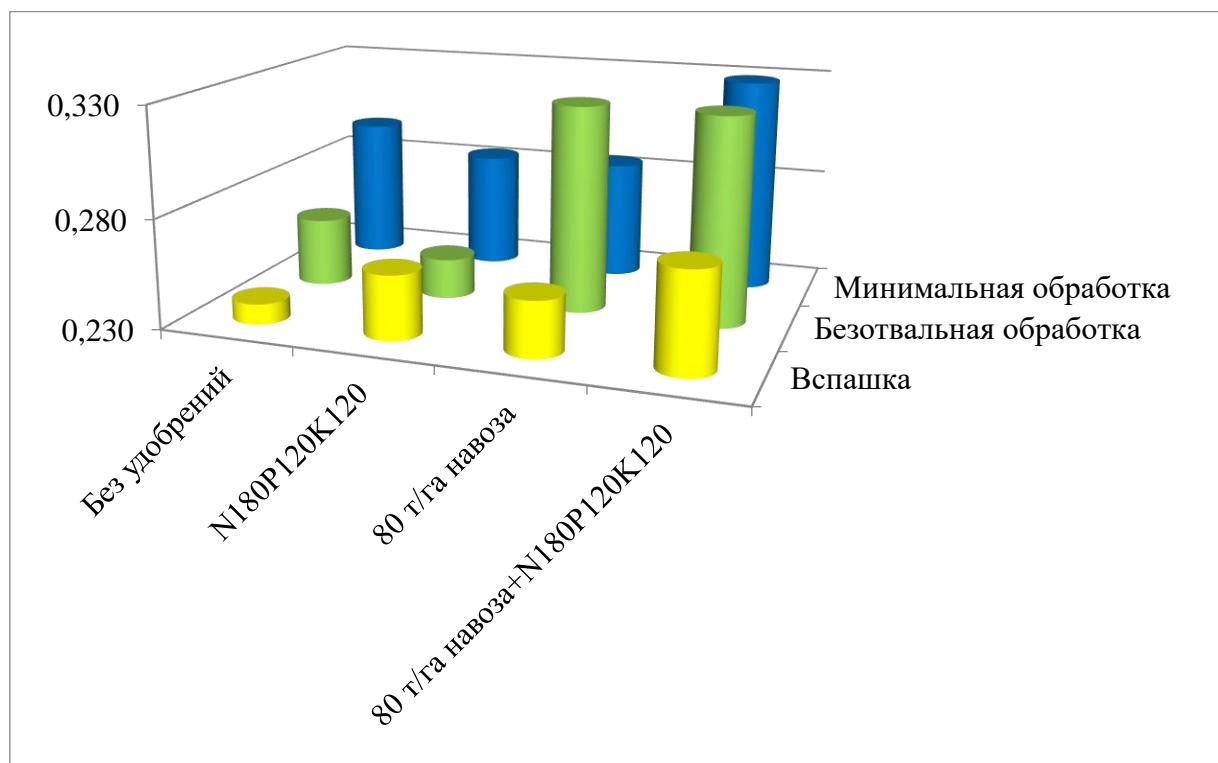


Рис. 3.1.5. Содержание общего азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 0-10 см, % (2012-2014 гг.)

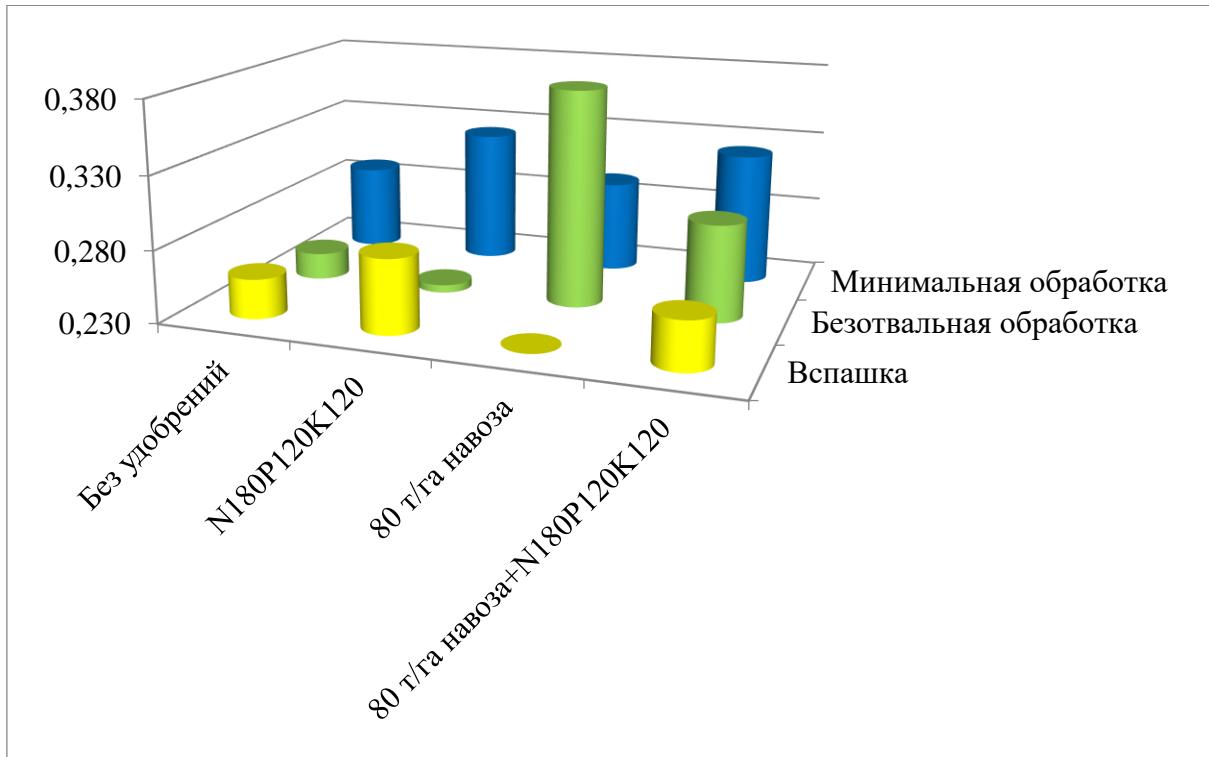


Рис. 3.1.6. Содержание общего азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 10-20 см, % (2012-2014 гг.)

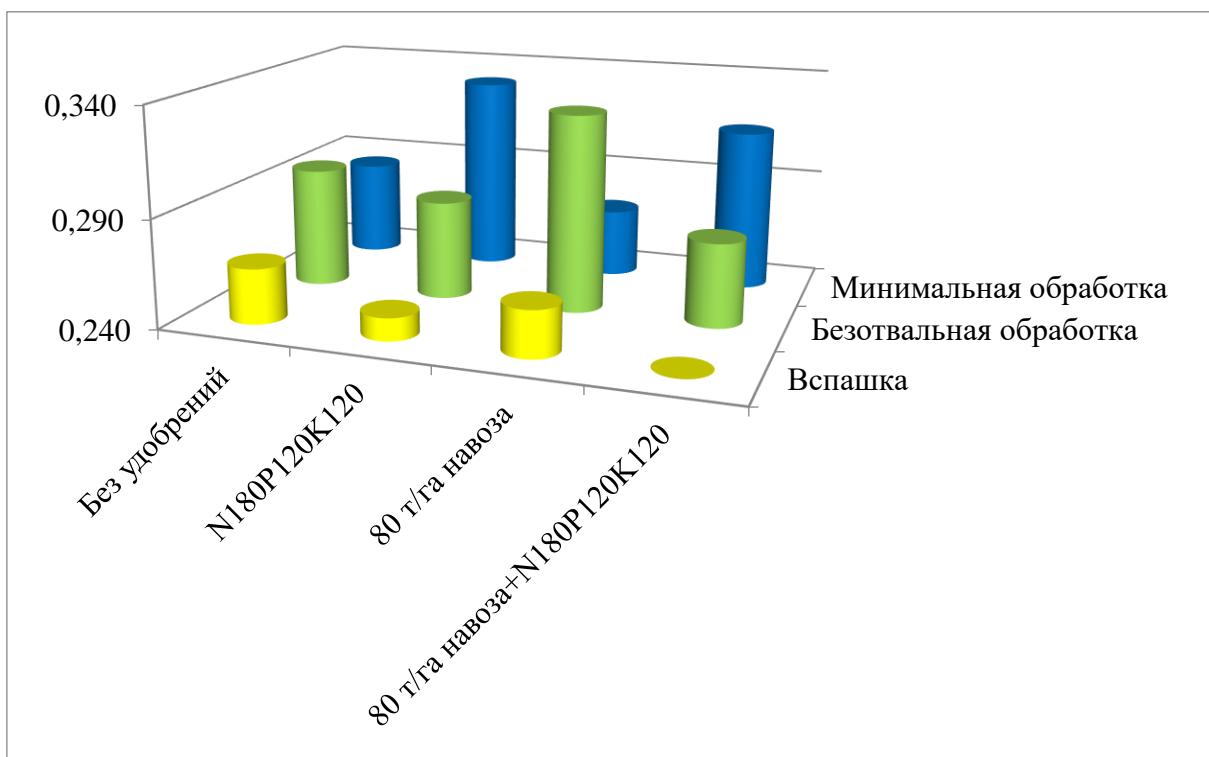


Рис. 3.1.7. Содержание общего азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 20-30 см, % (2012-2014 гг.)

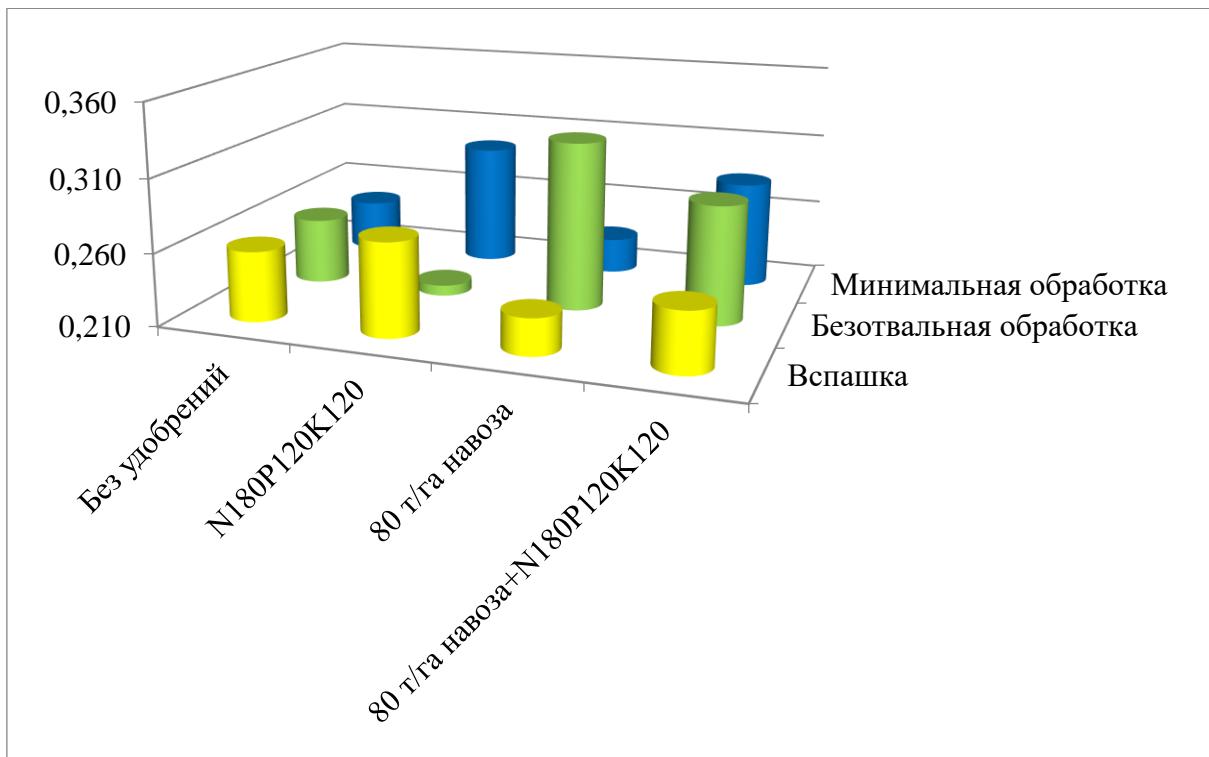


Рис. 3.1.8. Содержание общего азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 30-50 см, % (2012-2014 гг.)

Таким образом, содержание общего азота было выше в зернопропашном севообороте, что связано с высокой микробиологической активностью в зернотравянопропашном севообороте и с большим выносом его с урожайностью. Также выявлено большее влияние при внесении, в большой степени, навоза, чем минеральных удобрений. При сравнении основных способов обработки почвы, предпочтение отдается минимальной обработке, что немаловажно для сохранения почвенного плодородия и снижения агрогенной нагрузки на почву.

4.2. Содержание нитратного азота

Нитратный азот является подвижным соединением, который не закрепляется в поглощающем комплексе почвы и вертикально мигрирует по профилю. В связи с этим, динамику его содержания в почве следует изучать не только в пахотном слое, но в разрезе всего почвенного горизонта, включая

материнскую породу. При этом, миграция нитратного азота происходит одновременно с активной дегумификацией в верхних горизонтах, а также с выносом минерального азота урожаем сельскохозяйственных культур (Уваров Г.И., Соловиченко В.Д., 2009).

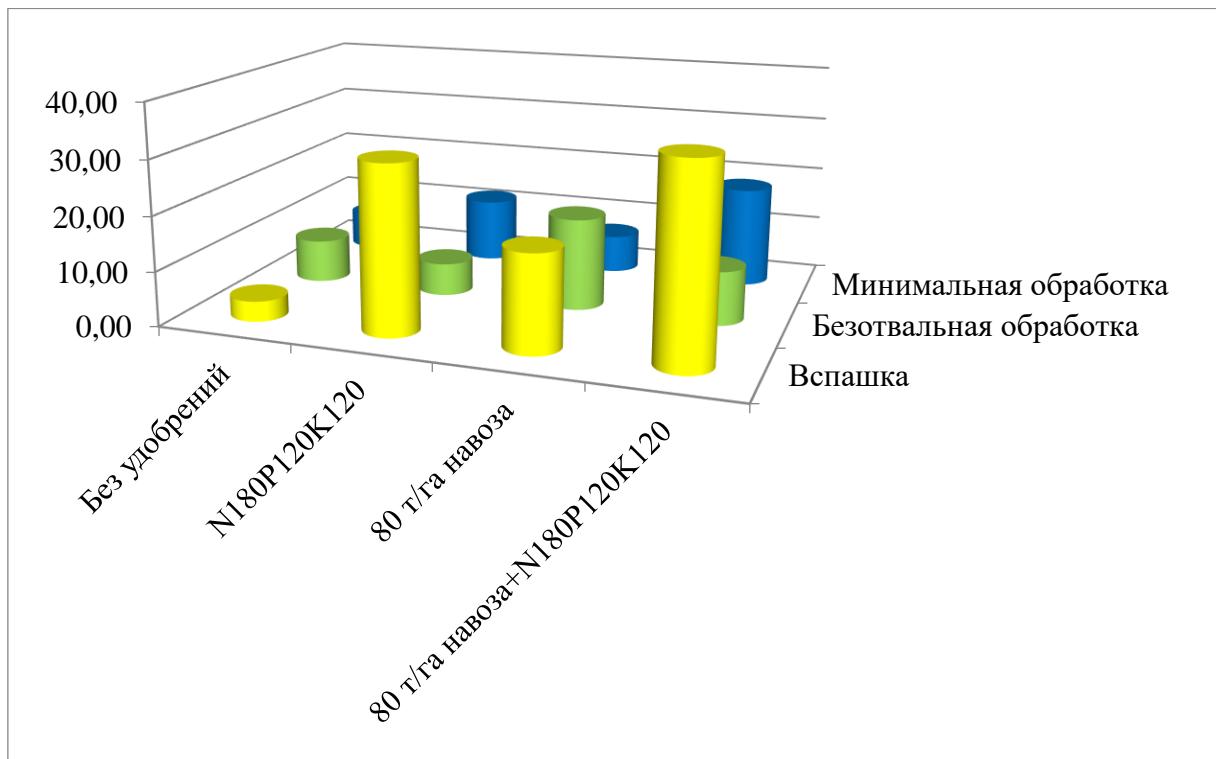


Рис. 3.2.1. Содержание нитратного азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 0-10 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

Содержание нитратного азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 0-10 см возрастало при внесении удобрений. При проведении вспашки на увеличение содержания нитратного азота в почве большее влияние оказывало внесение минеральных удобрений, как отдельно, так и в сочетании с последействием навозом, когда отклонение составило 30,1 и 31,9 мг/кг соответственно (рис. 3.2.1.).

На безотвальной обработке, наоборот, проявилось последействие внесения навоза, где прибавка от него составила +8,9 мг/кг, в то время как при внесении

минеральных удобрений наблюдалось незначительное снижение содержания азота нитратов (-1,9 мг/кг).

При использовании минимальной обработки почвы повышение содержания нитратного азота в черноземе типичном также наблюдалось при внесении минеральных удобрений.

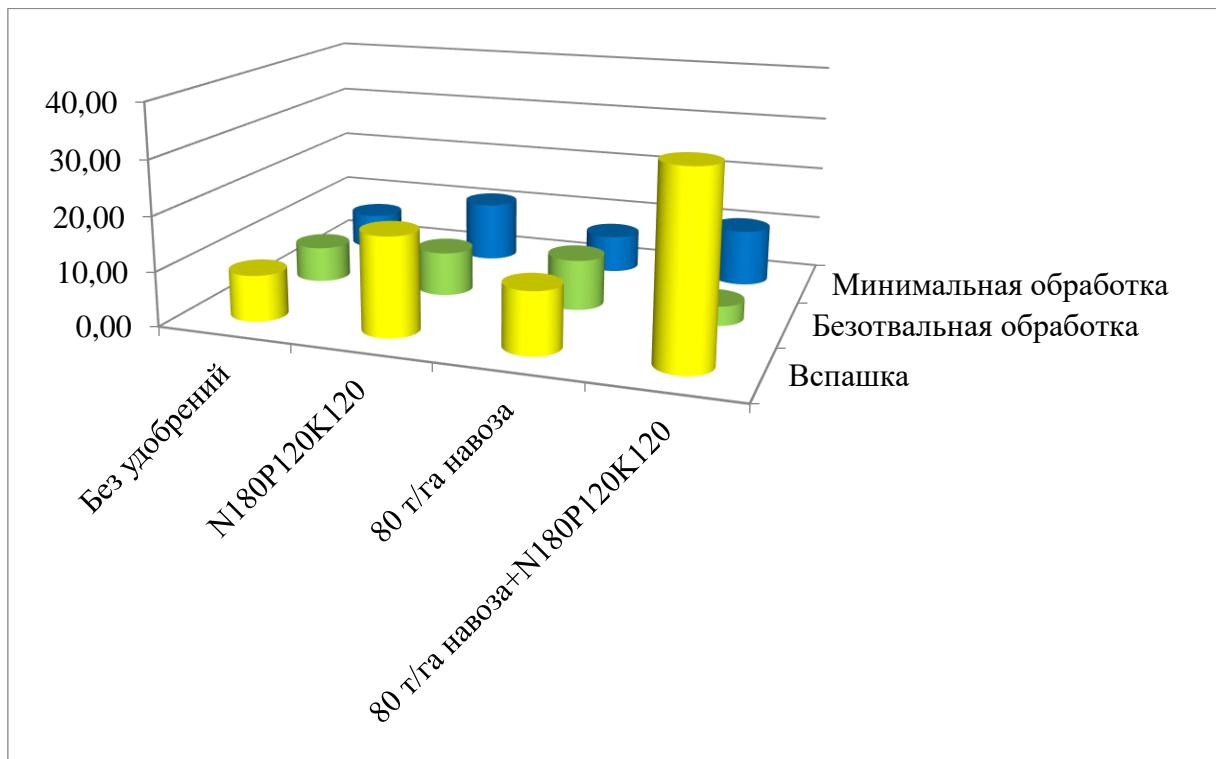


Рис. 3.2.2. Содержание нитратного азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 10-20 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

В слое 10-20 см произошло выравнивание содержания нитратного азота в почве по обработкам почвы. При использовании вспашки эффективность минеральных удобрений была выше при сравнении с последействием навоза, однако при сочетании их произошло взаимное усиление действия и содержание нитратного азота увеличилось на 25,8 мг/кг почвы. С безотвальной обработкой совместное внесение навоза и минеральных удобрений наоборот вызвало некоторое снижение содержания нитратного азота на 2,9 мг/кг (рис. 3.2.2.).

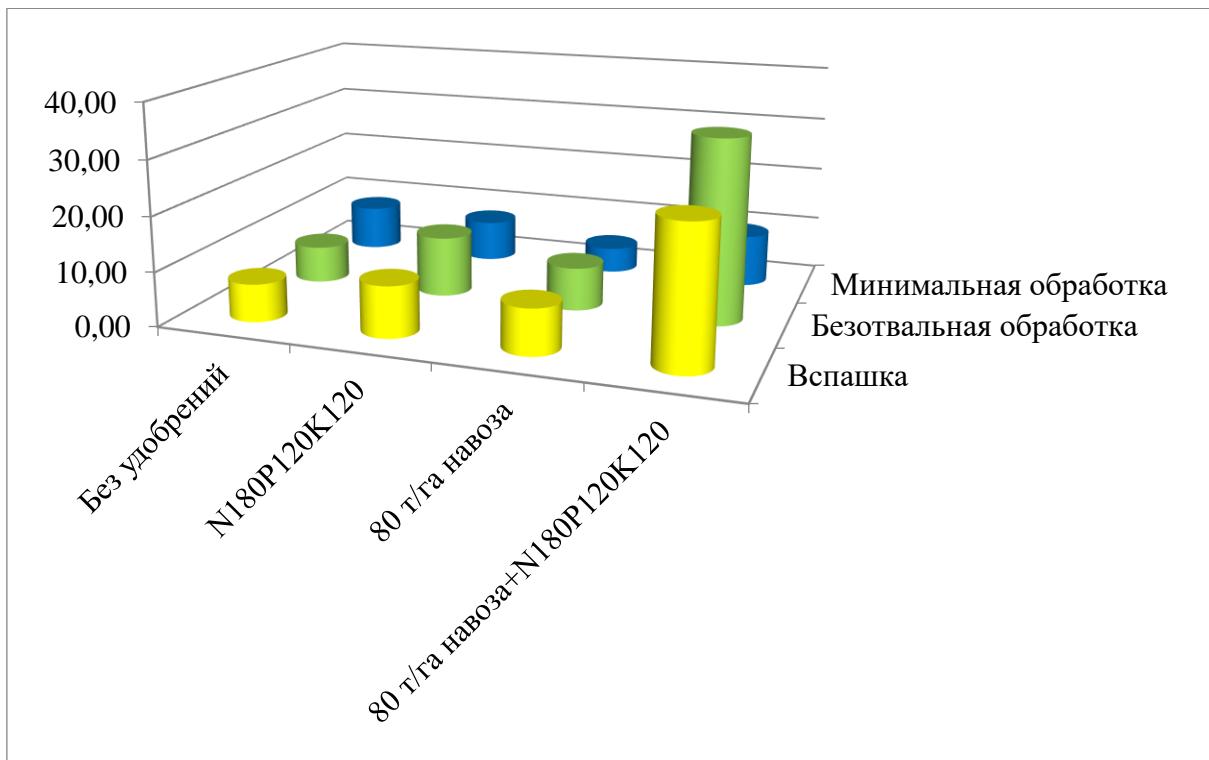


Рис. 3.2.3. Содержание нитратного азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 20-30 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

С глубиной изучаемой почвы, содержание нитратного азота уменьшалось и выравнивалось по всем вариантам. Внесение удобрений больше не оказывало существенного влияния, за исключением совместного внесения минеральных удобрений и навоза при применении всех основных обработок почвы, где прибавка составила 18,6, 26,9 и 1,3 мг/кг соответственно (рис. 3.2.3.).

Таким образом, с увеличением глубины уменьшилась и эффективность удобрений, запасы элементов из которых сосредоточены, в основном, в пахотном слое 0-20 см. Кроме того, произошло выравнивание содержания нитратного азота и при использовании всех способов основной обработки почвы.

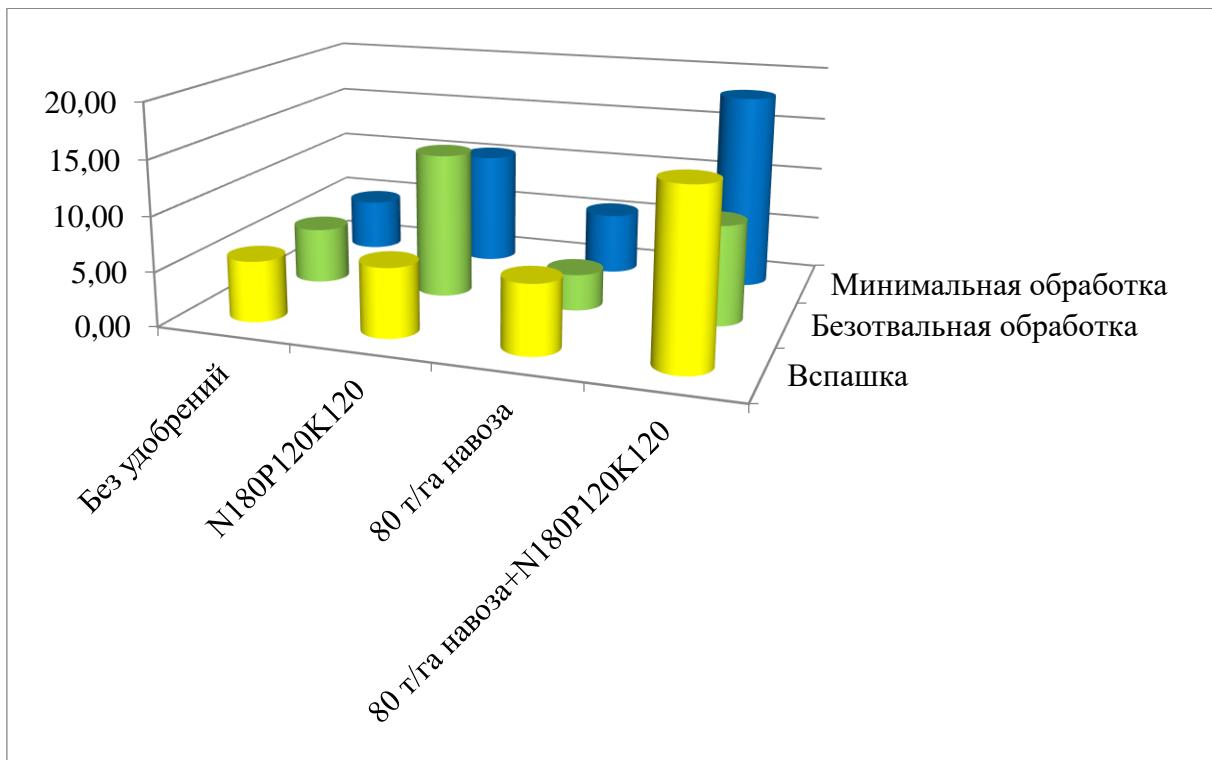


Рис. 3.2.4. Содержание нитратного азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 30-50 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

В слое 30-50 см отмечено самое низкое содержание нитратного азота по отношению к вышележащим слоям почвы – менее 20 мг/кг почвы. Однако здесь сохранилась та же тенденция, что и раньше – большое влияние на содержание нитратного азота в почве оказало внесение минеральных удобрений, как отдельно, так и в сочетании с навозом. Применение основной обработки почвы также не оказалось существенного влияния на содержание нитратного азота в черноземе типичном в слое 30-50 см (рис. 3.2.4.).

В зернопропашном севообороте содержание нитратного азота в почве без применения удобрений было выше, чем в зернотравянопропашном, отклонение составило при применении всех способов основной обработки почвы 3,8, 2,8 и 3,6 мг/кг соответственно по вспашке, безотвальной и минимальной обработок почвы.

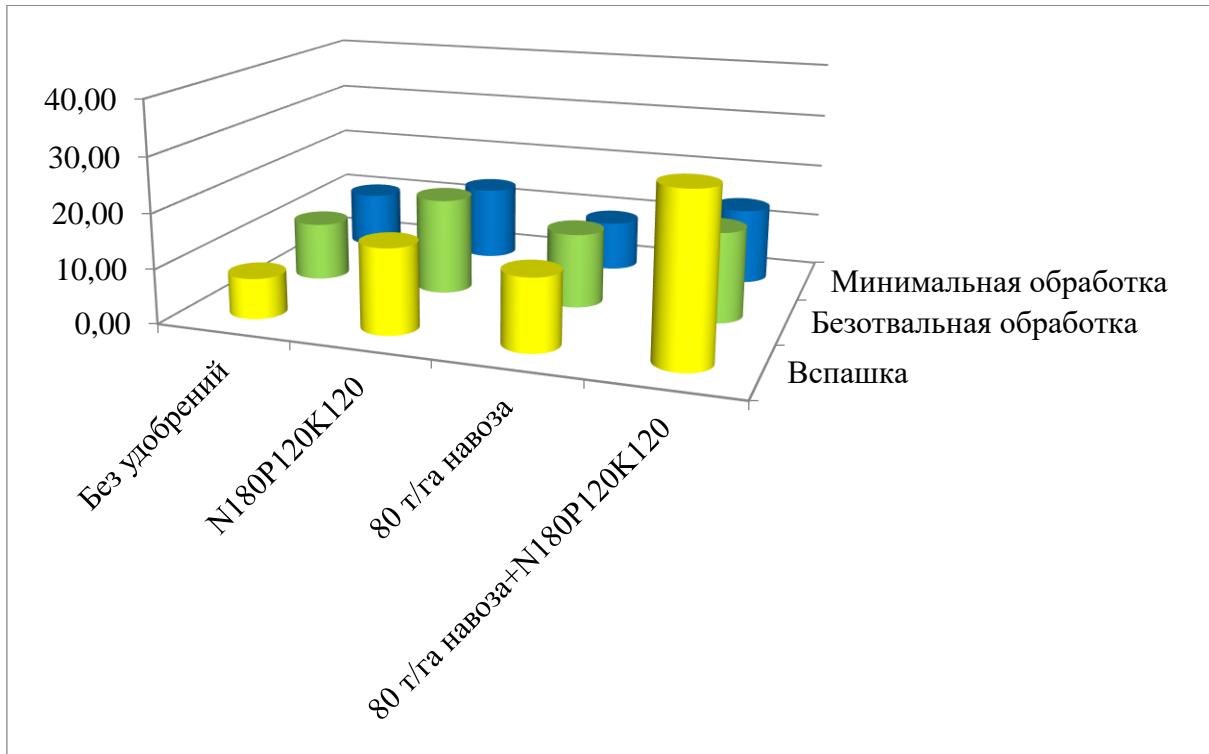


Рис. 3.2.5. Содержание нитратного азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 0-10 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

При этом его содержание увеличивалось с заменой плуга на плоскорез, так на вспашке оно составило 7,5 мг/кг, а на безотвальной и минимальной обработках 10,8 и 10,4 мг/кг соответственно (рис. 3.2.5.).

Внесение минеральных удобрений вызвало увеличение содержание нитратного азота, причем эффективность была выше на безотвальной обработке, что связано с сохранением влаги в вышележащих слоях почвы.

Внесение навоза также способствовало увеличению содержания нитратного азота, но менее эффективно, чем минеральные удобрения. Так, отклонение составило по вспашке и безотвальной обработке 5,8 и 2,9 мг/кг соответственно, что ниже, чем при внесении минеральных удобрений на 2,4 и 4,1 мг/кг почвы, что в свою очередь объясняется тем, что на минерализацию навоза требуется время (рис. 3.2.5.).

Однако совместно внесение минеральных удобрений и навоза привело к увеличению содержания нитратного азота в почве, особенно при использовании вспашки в качестве основной обработки почвы.

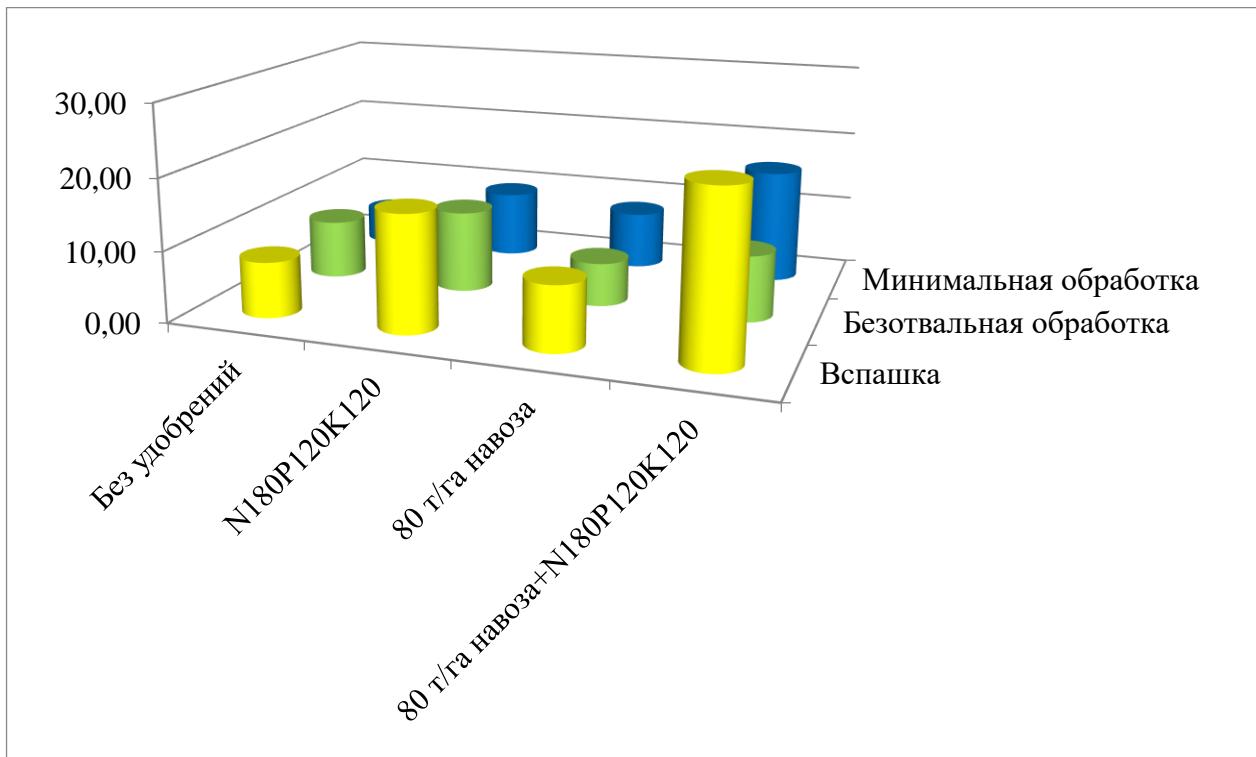


Рис. 3.2.6. Содержание нитратного азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 10-20 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

В слое 10-20 см почвы содержание нитратного азота было ниже на всех вариантах по сравнению с содержанием его в слое 0-10 см. В почве без применения удобрений содержание нитратного азота было несколько выше при применении безотвальной обработки – 8,3 мг/кг, чем по вспашке и минимальной обработки – 7,9 и 5,0 мг/кг соответственно (рис. 3.2.6.).

Внесение минеральных удобрений закономерно вызывало увеличение содержания нитратного азота при проведении всех изучаемых способов основной обработки почвы.

Внесение навоза, также, как и в зернотравяно-пропашном севообороте обусловило увеличение содержания нитратного азота, но эффективность применения минеральных удобрений была выше. Совместное внесение

минеральных удобрений и навоза было наиболее эффективным по вспашке и минимальной обработке почвы.

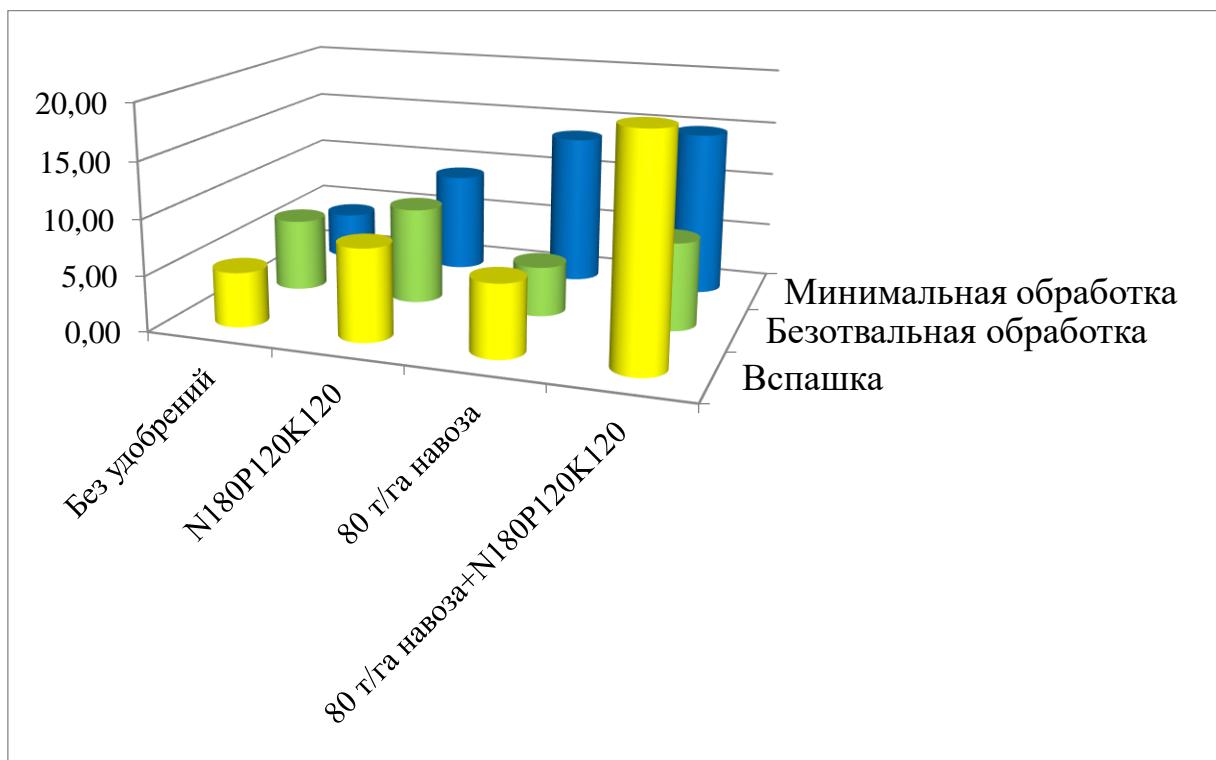


Рис. 3.2.7. Содержание нитратного азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 20-30 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

В слое почвы 20-30 см произошло заметное уменьшение содержания нитратного азота в почве без применения удобрений по отношению к слоям 0-10 и 10-20 см практически в 2 раза. Тенденция к снижению его содержания по отношению к вышележащим слоям сохранилась, причем выше оно при проведении безотвальной обработки и ниже по вспашки и минимальной обработки (рис. 3.2.7.).

Так же, как и для слоев 0-10 и 10-20 см, внесение минеральных удобрений в слое 20-30 см почвы было эффективнее, чем применение навоза. Хотя и его внесение положительно влияло на содержание нитратного азота в почве. Совместное же внесение оказалось синергическое действие.

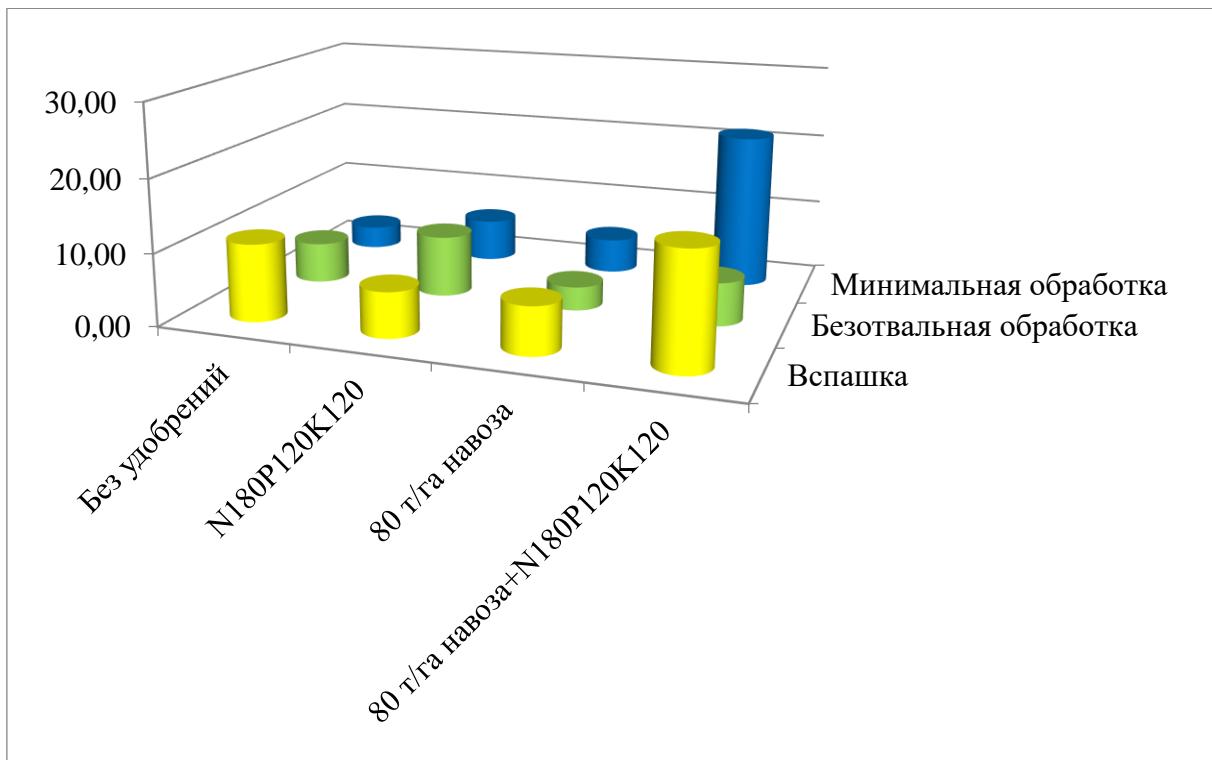


Рис. 3.2.8. Содержание нитратного азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 30-50 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

Полученные закономерности, нашли подтверждение и в слое 30-50 см почв. Внесение минеральных удобрений было более эффективно, чем применение навоза. Причем содержание его было выше по вспашке, чем с применением безотвальной и минимальной обработок, что связано более качественным рыхлением почвы с использованием плуга (рис. 3.2.8.).

Таким образом, внесение удобрений явилось определяющим фактором в формировании режима нитратного азота как в пахотном, так и в подпахотном слоях. Причем внесение минеральных удобрений было более эффективным, чем последействие навоза. Выявлено, что в подпахотном слое наибольшее положительное влияние оказали вспашка и минимальная обработка, что проявилось при совместном внесении минеральных удобрений и навоза, что в свою очередь объясняется тенденцией к усилению миграции азота вниз по профилю почвы.

3.3. Нитрификационная способность

Центральным звеном при разработке основ управления биоресурсами и, в частности, процессами круговорота биогенных элементов в агроландшафте является почва. Отсюда вполне закономерен тот интерес, который проявляют исследователи к изучению экологических, биохимических и биофизических процессов, связанных с трансформацией биогенных элементов в почве (Дьяконова К.В., 1990).

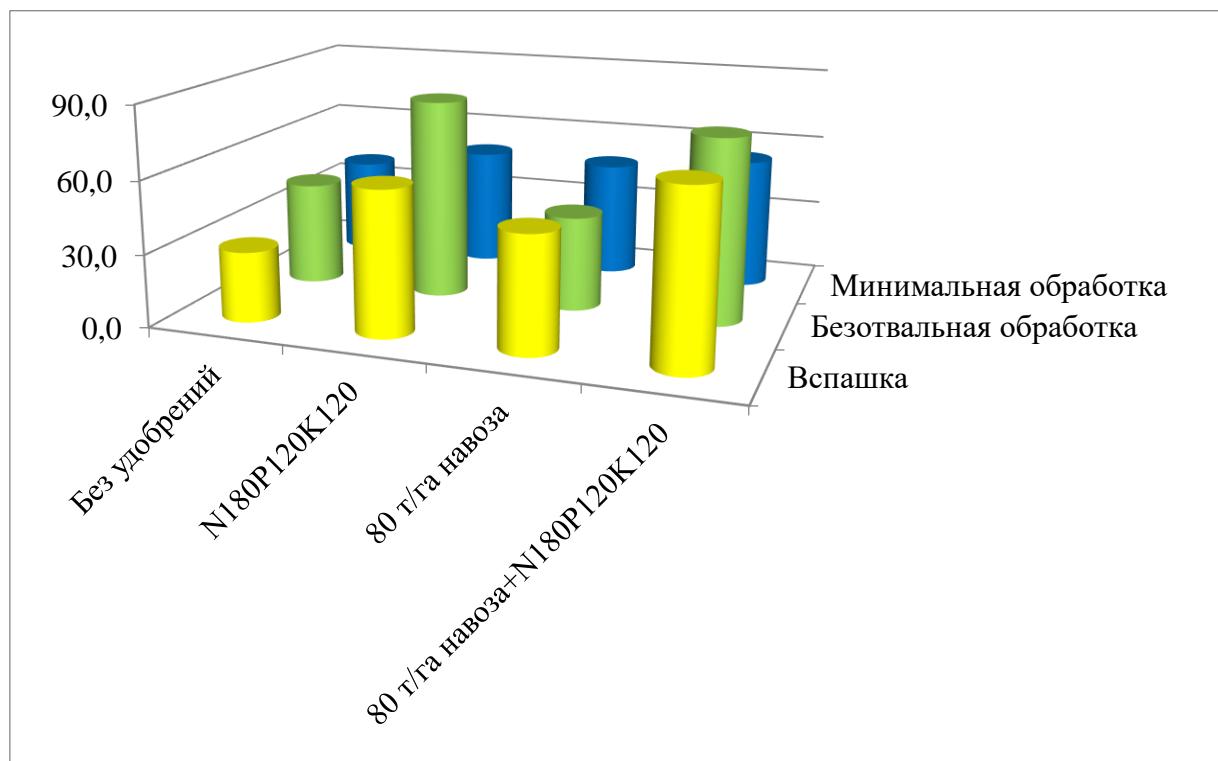


Рис. 3.3.1. Нитрификационная способность чернозема типичного под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 0-10 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

В повышении плодородия почвы огромное значение имеет биохимическая деятельность различных микроорганизмов (Кружков Н.К., 2007), а активность протекания нитрификации является важнейшим показателем микробиологического состояния почвы (Минеев В.Г., 2001).

Нитрификационная способность без применения удобрений в слое 0-10 см была выше при проведении безотвальной и минимальной обработок – 43,1 и 40,3 мг/кг соответственно, по вспашке наблюдалось минимальное значение – 29,2 мг/кг почвы.

Влияние внесения удобрений неодинаково сказалось на нитрификационной способности при применении разных способов основной обработки почвы. Меньше их влияние проявилось по минимальной обработке почвы, где повышение содержания нитратного азота после компостирования при внесении минеральных удобрений и навоза отдельно составило 9,1 и 7,8 мг/кг соответственно. В то время как по безотвальной обработке увеличение составило 40,1 мг/кг при внесении минеральных удобрений, а при внесении навоза варырование ее значений практически не наблюдалось. По вспашке также внесение минеральных удобрений было более эффективным, чем навоза, где рост значений нитрификационной способности составило 30,7 и 19,0 мг/кг соответственно (рис. 3.3.1.).

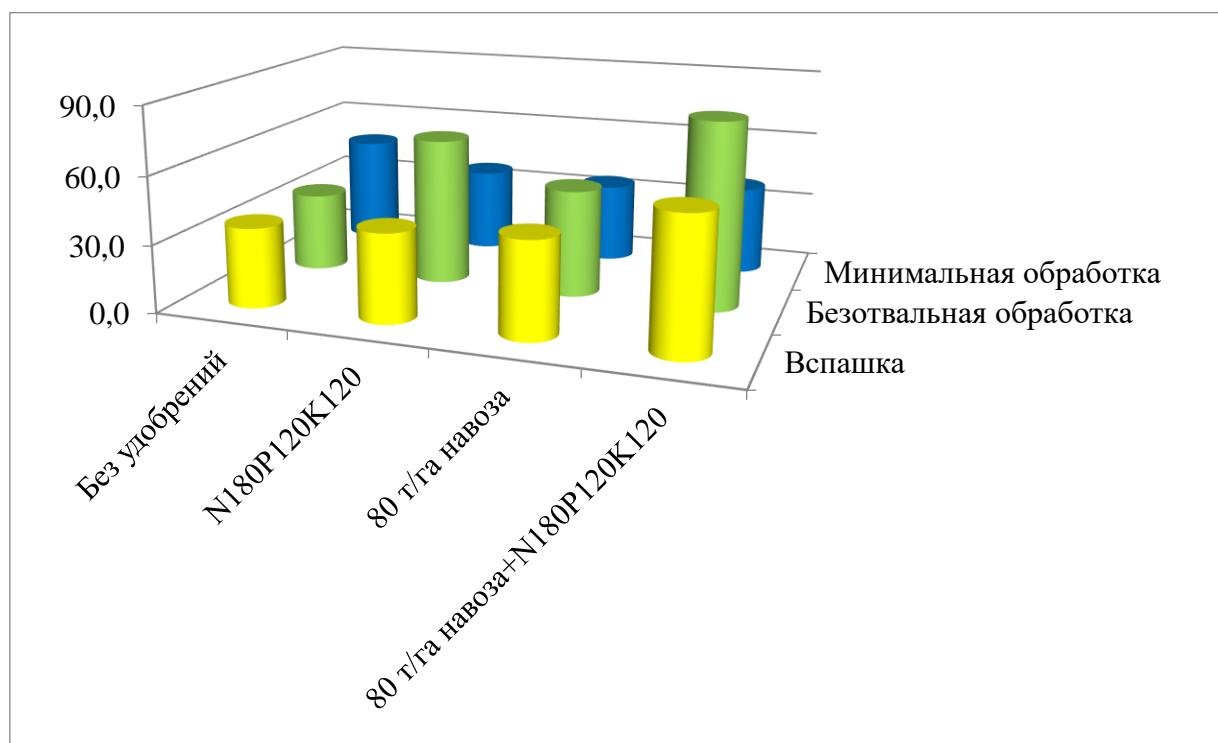


Рис. 3.3.2. Нитрификационная способность чернозема типичного под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 10-20 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

В слое почвы 10-20 см без применения удобрений нитрификационная способность находилась на одном уровне при проведении разных способов основной обработки почвы, где ее значения составили 35,1-47,9 мг/кг почвы (рис. 3.3.2.).

Внесение минеральных удобрений обусловило увеличение нитрификационной способности, причем выше эффект был при проведении безотвальной обработки почвы, когда ее нарастание составило 30,4 мг/кг.

Последействие внесения навоза оказалось менее эффективным. Увеличение нитрификационной способности почвы было отмечено только по вспашке и безотвальной обработке, а по минимальной обработке наметилась тенденция к снижению нитрификационной способности.

Сочетание внесения минеральных удобрений и навоза было наиболее эффективным по вспашке и особенно по безотвальной обработке, где значения нитрификационной способности почвы выросли на 19,9 и 47,8 мг/кг почвы соответственно.

С глубиной почвы наметилось снижение нитрификационной способности чернозема типичного. В почве без удобрений самые низкие показатели были при проведении минимальной обработки – 19,8 мг/кг. Самые высокие – на варианте с безотвальной обработкой – 37,7 мг/кг (рис. 3.3.3).

Внесение минеральных удобрений вызвало снижение нитрификационной способности почвы по безотвальной обработке, что выразилось в снижении N-NO₂ после компостирования на 9,3 мг/ кг, по вспашке и минимальной обработке, наоборот, нитрификационная способность увеличилась на 8,7 и 9,8 мг/кг соответственно.

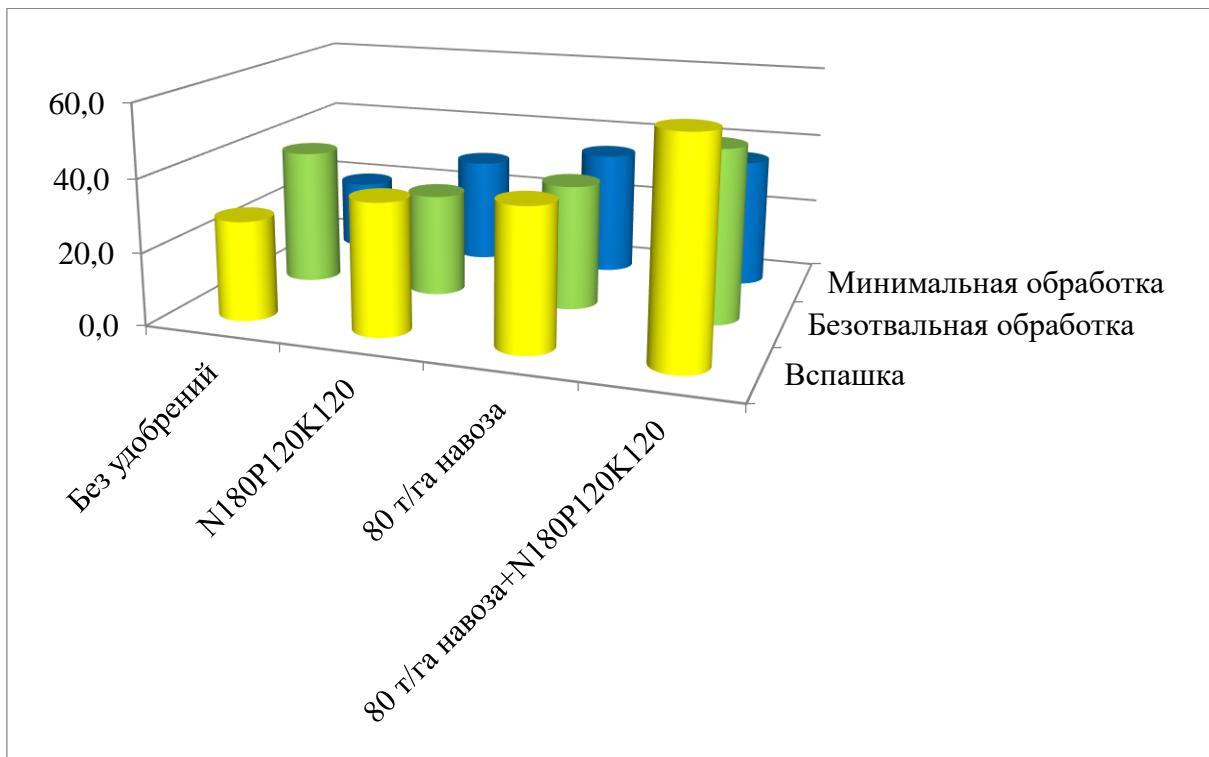


Рис. 3.3.3. Нитрификационная способность чернозема типичного под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 20-30 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

Внесение навоза не проявилось по безотвальной обработке по отношению к варианту без удобрений. Превышение её осталось на одном уровне с действием минеральных удобрений.

Совместное внесение минеральных удобрений и навоза обладало синергическим действием, и оказалось эффективным при проведении всех изучаемых способов основной обработки почвы.

В слое почвы 30-50 см без применения удобрений нитрификационная способность также выше при безотвальной обработке – 24,5 мг/кг почвы. При проведении вспашки и минимальной обработки она ниже на 9,0 и 8,7 мг/кг почвы соответственно.

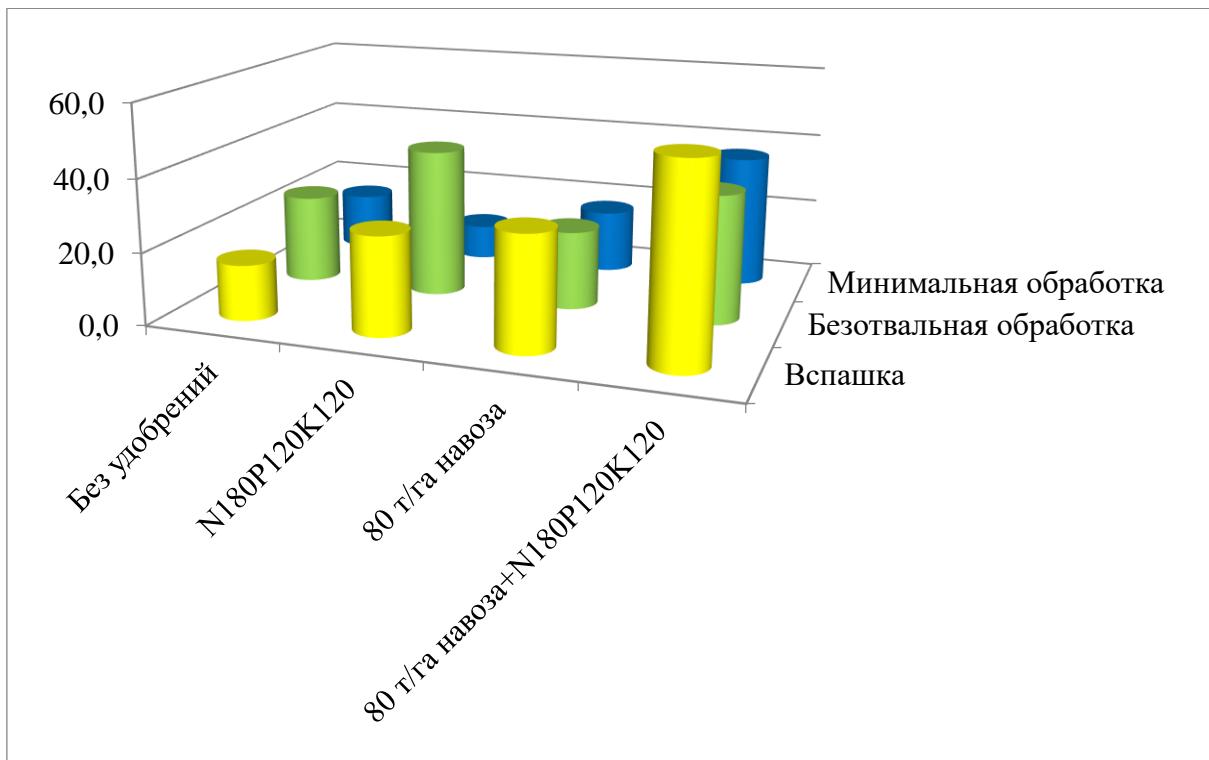


Рис. 3.3.4. Нитрификационная способность чернозема типичного под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 30-50 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

Внесение минеральных удобрений оказалось эффективным по вспашке и безотвальной обработке, по минимальной обработке, наоборот, нитрификационная способность снизилась на 6,1 мг/кг почвы.

Внесение навоза дало положительный эффект при использовании вспашки, когда превышение составило прибавка по отношению к варианту без удобрений составила 16,3 мг/кг почвы, а с безотвальной и минимальной обработками эффект не был отмечен.

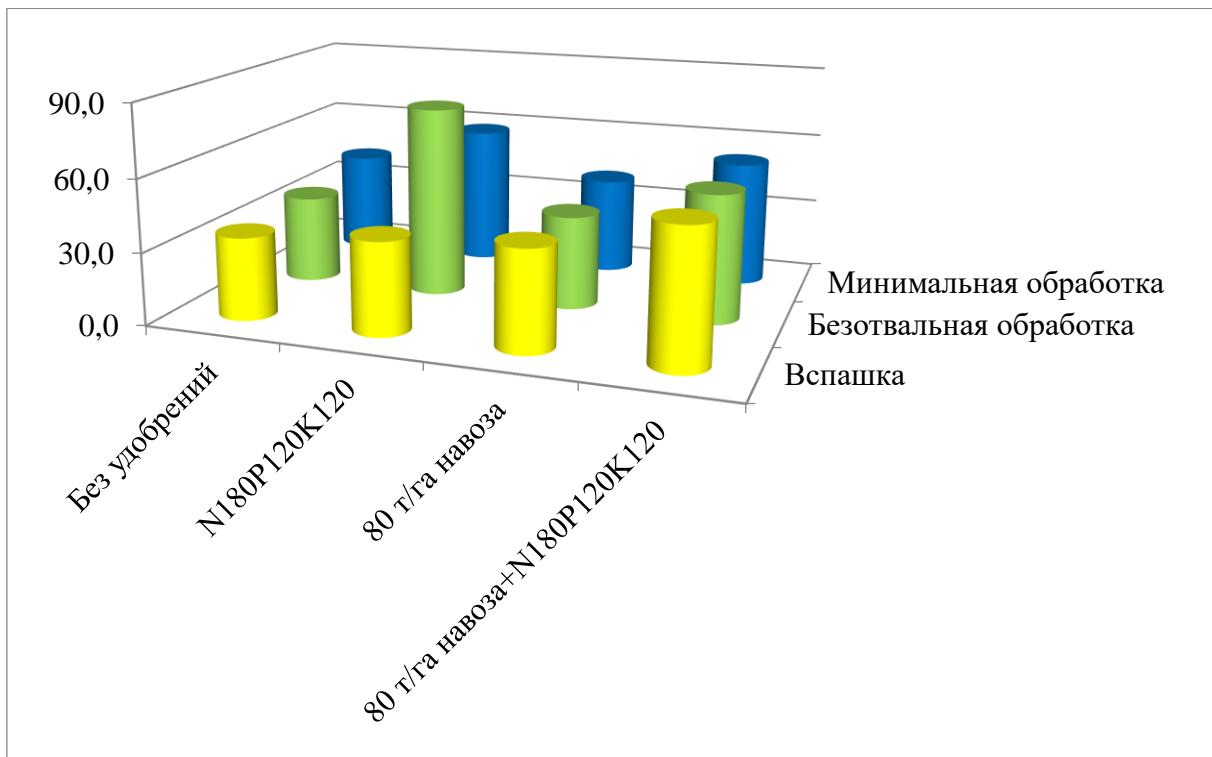


Рис. 3.3.5. Нитрификационная способность чернозема типичного под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 0-10 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

Сочетание минеральных удобрений и навоза проявило синергический эффект и способствовало увеличению нитрификационной способности со всеми способами основной обработки почвы, причём самый высокий эффект был отмечен со вспашкой.

В зернопропашном севообороте в слое 0-10 см большую эффективность по влиянию на нитрификационную способность почвы проявили удобрения. Способы основной обработки почвы практически не повлияли на её варьирование (рис. 3.3.5).

В почве без удобрений более высокая нитрификационная способность наблюдалась при тех способах основной обработки, в которых глубина обрабатываемого слоя была меньше.

Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению нитрификационной способности на всех способах основной обработки почвы.

При этом содержание нитратов после компостирования на 4,3, 42,8 и 16,1 мг/кг почвы соответственно, по вспашке, безотвальной и минимальной обработкам.

Внесение навоза также обусловило увеличение нитрификационной способности почвы, но в меньшей степени, чем применение минеральных удобрений, за исключением варианта со вспашкой.

Совместное внесение минеральных удобрений и навоза также обеспечило увеличение нитрификационной способности почвы при, но проведении безотвальной и минимальной обработок при этом определяющей была роль минеральных удобрений, а по вспашке – проявилась при сочетании их с навозом.

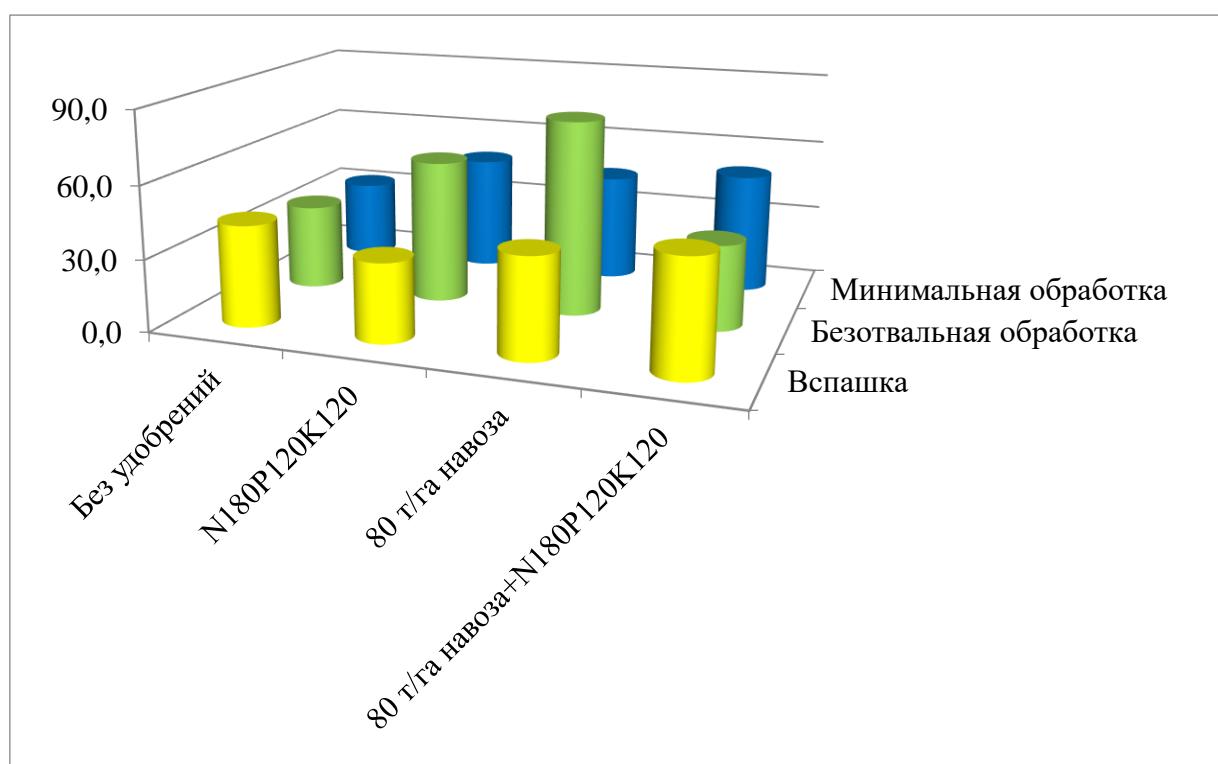


Рис. 3.3.6. Нитрификационная способность чернозема типичного под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 10-20 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

В почве без удобрений в слое 10-20 см различий между способами основной обработки почвы в нитрификационной способности не наблюдалось, содержание нитратного азота после компостирования находилось в диапазоне 32,4-42,2 мг/кг почвы (рис. 3.3.6.).

Внесение минеральных удобрений оказало положительное влияние на нитрификационную способность, также, как и в слое почвы 0-10 см, но в большей мере с безотвальной и минимальной обработками.

Последействие внесения навоза было эффективным при применении минимальной и особенно с безотвальной обработками почвы. По со вспашке не наблюдалось варьирование нитрификационной способности чернозема типичного.

Внесение минеральных удобрений и навоза совместно было неэффективным на варианте с безотвальной обработкой. А по вспашке и минимальной обработке, наоборот, увеличивало нитрификационную способность почвы.

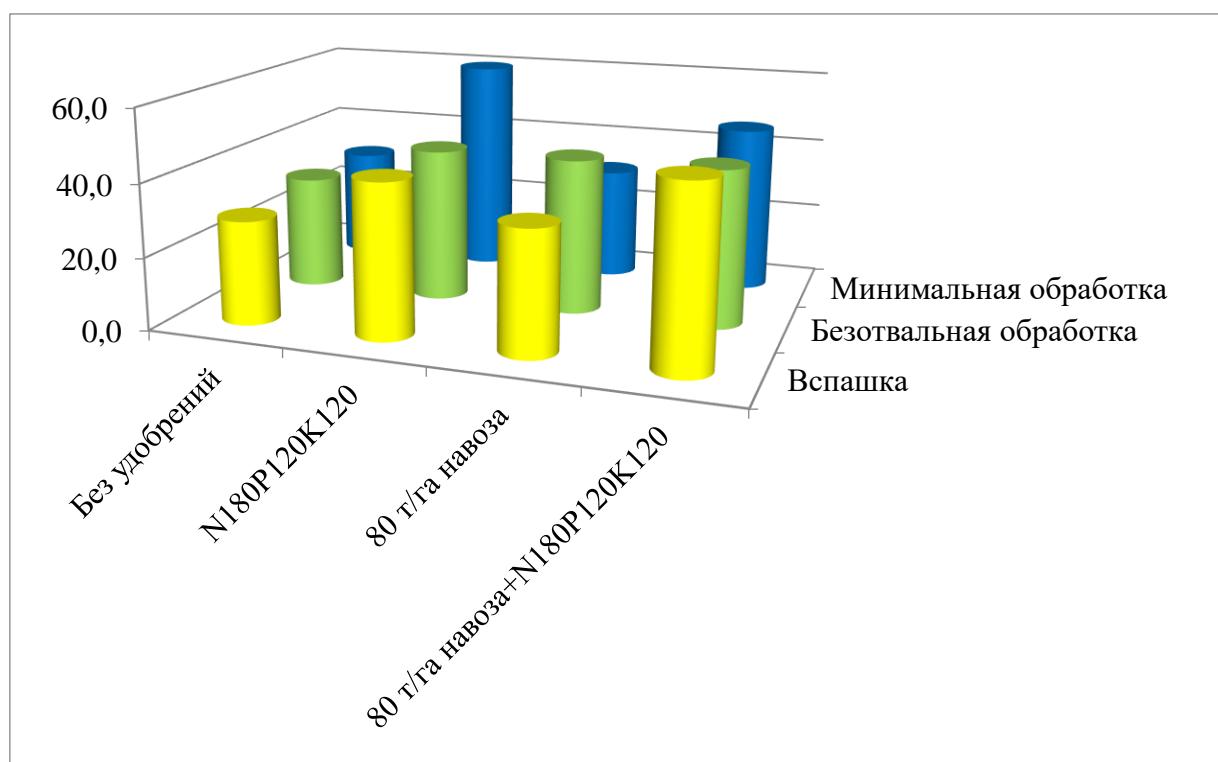


Рис. 3.3.7. Нитрификационная способность чернозема типичного под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 20-30 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

В слое почвы 20-30 см наблюдалось снижение нитрификационной способности до 60 мг/кг почвы. Внесение минеральных удобрений

способствовало увеличению нитрификационной способности, причем выше эффект был отмечен при применении минимальной обработки почвы.

Последействие внесения навоза обладало положительным действием, хоть было и менее эффективным, чем при использовании минеральных удобрений. Совместное внесение минеральных удобрений и навоза также обусловило увеличение нитрификационной способности почвы при использовании всех способов основной обработки почвы (рис. 3.3.7).

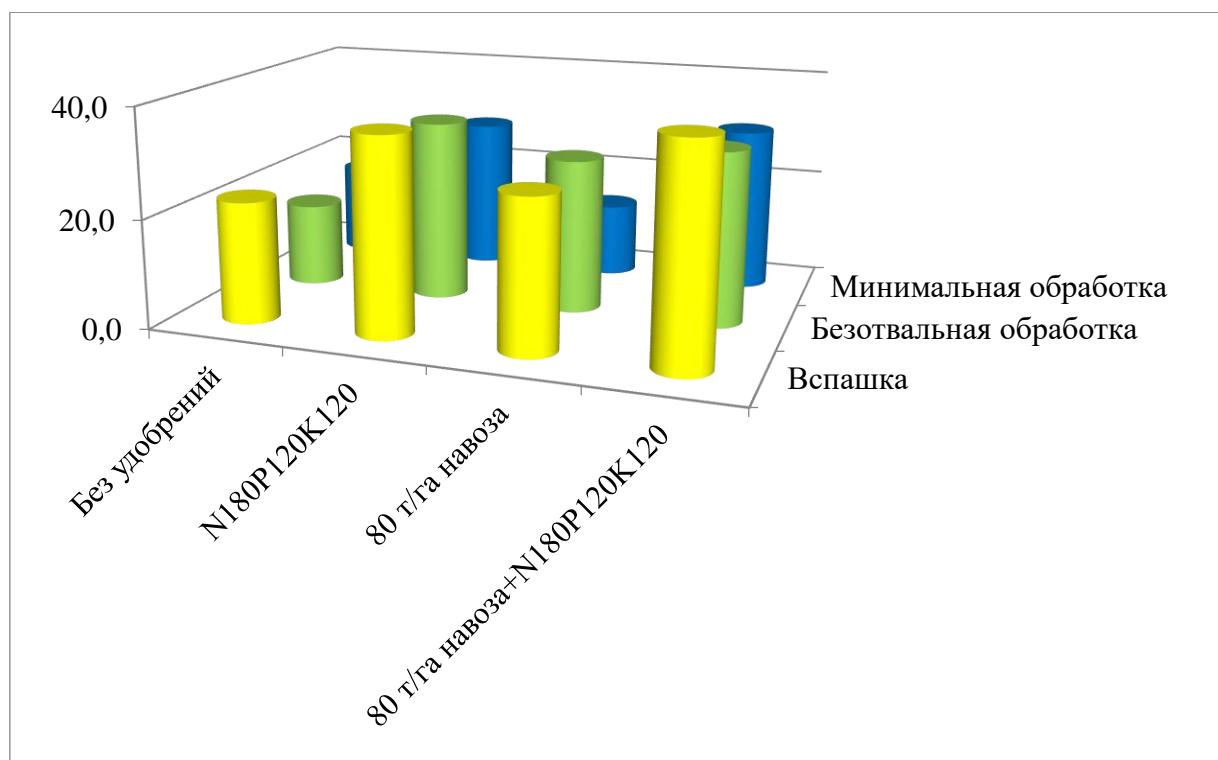


Рис. 3.3.8. Нитрификационная способность чернозема типичного под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 30-50 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

В слое почвы 30-50 см содержание нитратного азота после компостирования уменьшилось до 40 мг/кг почвы, что в свою очередь связано с тем, что основная биомасса микроорганизмов находится в верхнем слое почвы.

Без применения удобрений нитрификационная способность была выше при применении вспашки и составила 22,4 мг/кг почвы, а меньше по безотвальной обработке – 15,4 мг/кг почвы.

Внесение удобрений оказало положительный эффект, причем как наблюдалось и в предыдущих опытах эффект от внесения минеральных удобрений был выше, чем при влиянии последействия навоза на всех изучаемых способах основной обработки почвы.

3.4. Содержание гидролизуемого азота

Черноземные почвы, как правило, обеспечены общими запасами азота (Азаров В.Б., 2004). Однако это совсем не значит, что доступных для растений форм данного элемента достаточно для формирования высоких урожаев сельскохозяйственных культур. По данным мониторинга пахотные почвы Белгородской области на 73 % имеют среднюю обеспеченность гидролизуемой формой азота, и за период 2000-2008 гг. в земледелии области сложился отрицательный баланс (Лукин М.В., Корнейко Н.И, 2009). Из этого следует, что доступный азот для сельскохозяйственных растений в пахотных почвах области в настоящее находится в первом минимуме.

Известно, что содержание подвижных форм азота в почвах в сильной степени зависит от метеорологических условий теплого периода и агротехнических мероприятий. Самым радикальным приемом увеличения в почве минерального азота является внесение удобрений (Бижоев Б.М., 1988; Ступаков И.А., Герасименко Л.А., Меркулова Т.И., 2001; Титова В.И., Добахова Е.В., Ветчинников А.А., 2011).

На основании длительных стационарных опытов с удобрениями, проведенными в Центрально-Черноземном регионе, установлено, что органо-минеральные удобрения увеличивают в почве содержание минерального, легко- и трудногидролизуемого азота (Уваров Г.И., Соловиченко В.Д., 2009).

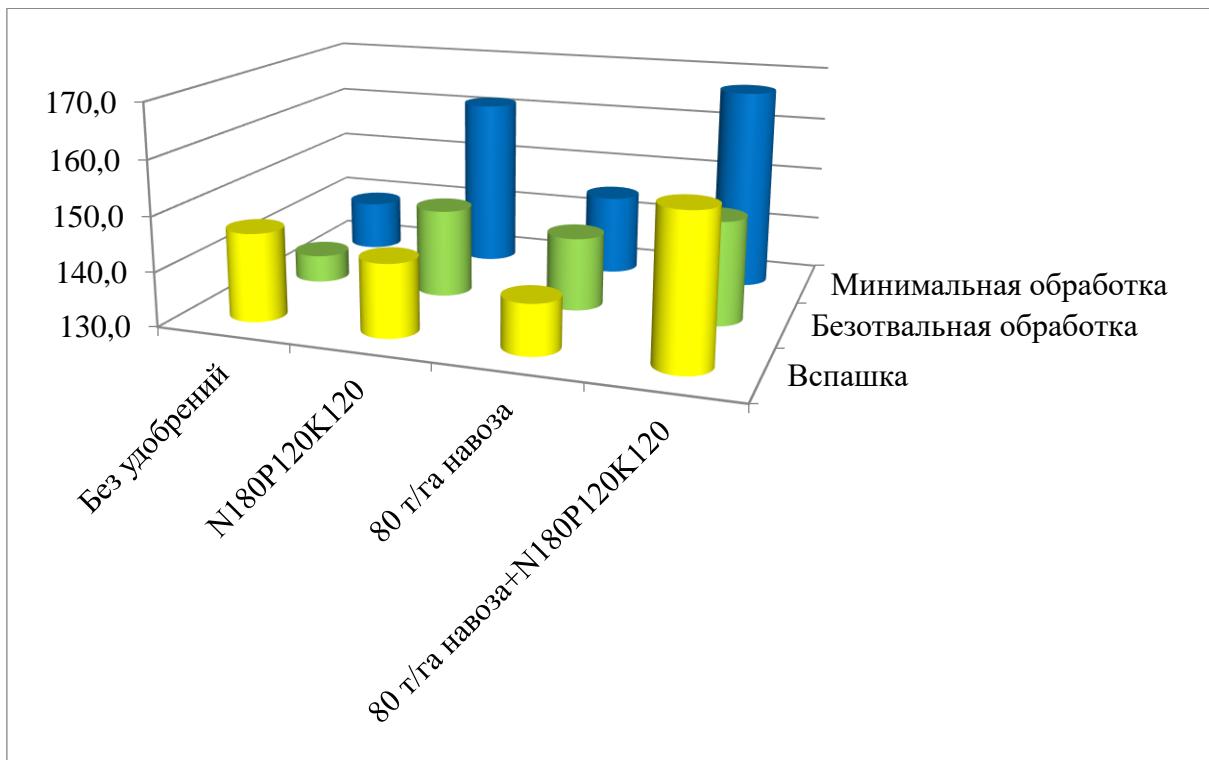


Рис. 3.4.1. Содержание гидролизуемого азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 0-10 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

Содержание гидролизуемого азота в зернотравянопропашном севообороте в слое почвы 0-10 см без применения удобрений было выше по вспашке – 146,2 мг/кг, низкая обеспеченность отмечена при использовании безотвальной обработкой – 135,1 мг/кг.

Внесение двойной дозы минеральных удобрений оказало положительный эффект при применении безотвальной и минимальной обработок почвы, увеличение содержания составило 11,1 и 22,3 мг/кг соответственно. По вспашке было отмечено снижение содержания гидролизуемого азота на 2,7 мг/кг.

Последействие внесения навоза способствовало увеличению содержания азота при применении безотвальной и минимальной обработок. По вспашке наблюдалось снижение содержание гидролизуемого азота.

Совместное внесение минеральных удобрений и навоза привело к увеличению содержания гидролизуемого азота при использовании разных способов основной обработки почвы.

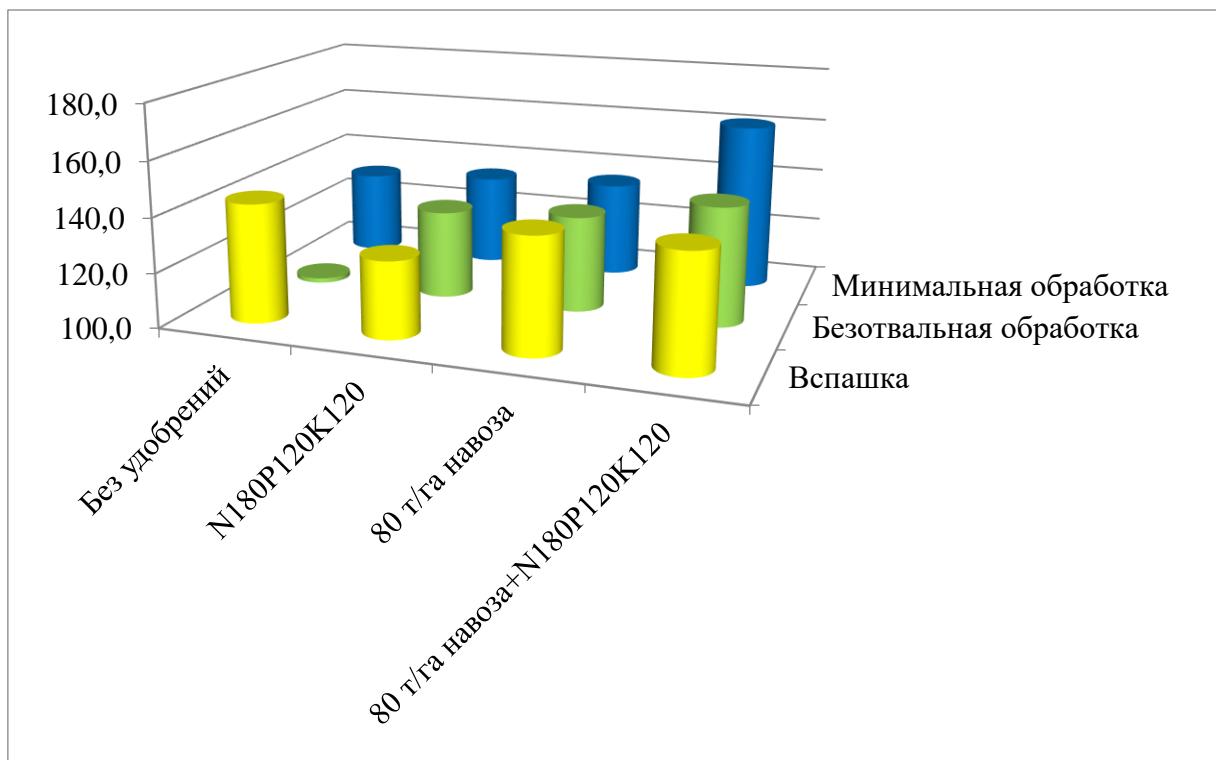


Рис. 3.4.2. Содержание гидролизуемого азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 10-20 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

Низкое содержание азота в слое почвы 10-20 см наблюдалось без применения удобрений по безотвальной обработке, и составило 101,7 мг/кг.

При внесении минеральных удобрений наблюдалась такая же картина, как и в слое почвы 0-10 см – увеличение содержания гидролизуемого азота по безотвальной и минимальной обработкам, и снижение – при использовании вспашки.

Такая же закономерность сохранилась и при внесении навоза. Совместное же внесение минеральных удобрений и навоза привело к увеличению содержания гидролизуемого азота на всех вариантах.

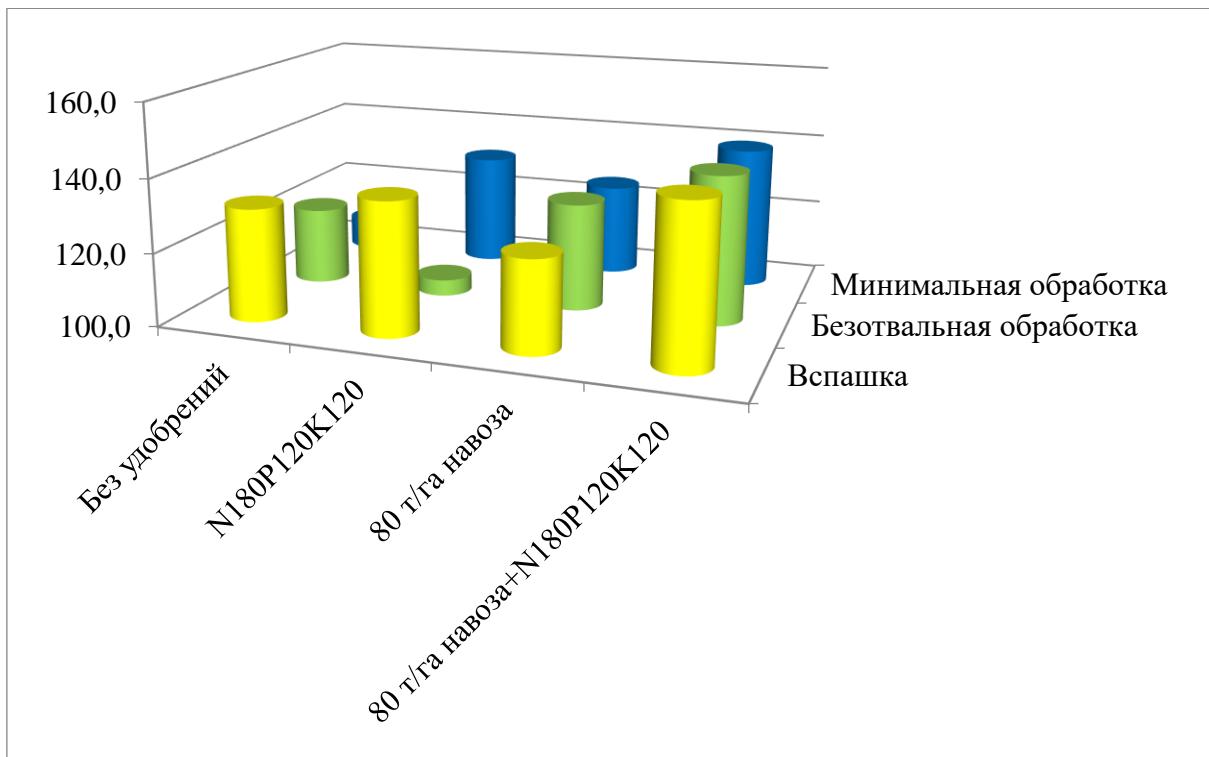


Рис. 3.4.3. Содержание гидролизуемого азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 20-30 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

В слое почвы 20-30 см низкое содержание (108,6 мг/кг) было отмечено без использования удобрений по минимальной обработке почвы, а самое высокое при использовании вспашки – 130,9 мг/кг (рис. 3.4.3.).

Внесение минеральных удобрений обеспечило увеличение содержания гидролизуемого азота при проведении вспашки и минимальной обработки на 5,6 и 22,3 мг/кг соответственно. По безотвальной обработке было отмечено уменьшение содержания азота.

Последействие внесения навоза было менее эффективно, чем при применении минеральных удобрений по вспашке и минимальной обработке. При проведении безотвальной обработки, наоборот, произошло увеличение содержания гидролизуемого азота на 8,3 мг/ кг.

Совместное внесение двойных доз минеральных удобрений и навоза привело к увеличению содержания гидролизуемого азота на всех способах

основной обработки почвы. Наибольший эффект был отмечен при проведении минимальной обработки почвы, а наименьший – по вспашке, когда прибавка составила 30,4 и 12,6 мг/кг соответственно.

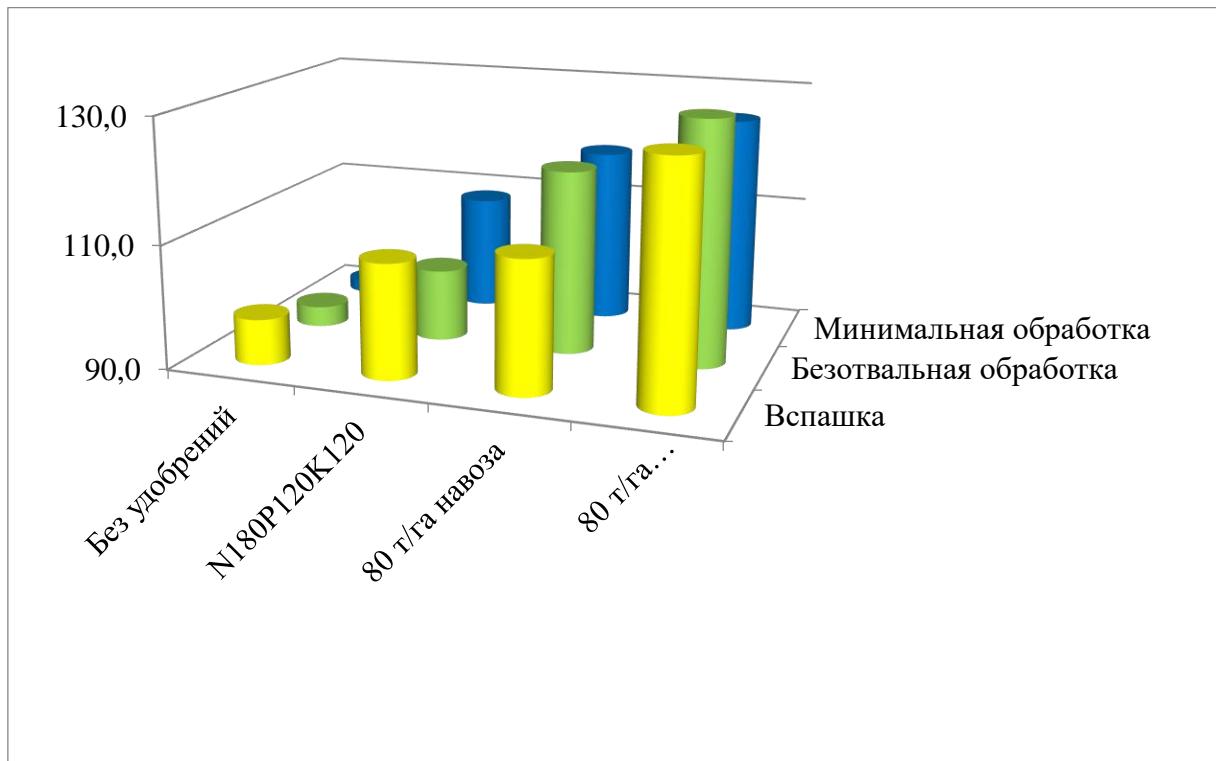


Рис. 3.4.4. Содержание гидролизуемого азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 30-50 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

В слое почвы 30-50 см отмечено самое низкое содержание гидролизуемого азота, не выше 30 мг/кг. (рис. 3.4.4.). При внесении минеральных удобрений и навоза как отдельно, так и совместно содержание гидролизуемого азота повышалось на всех способах основной обработки почвы.

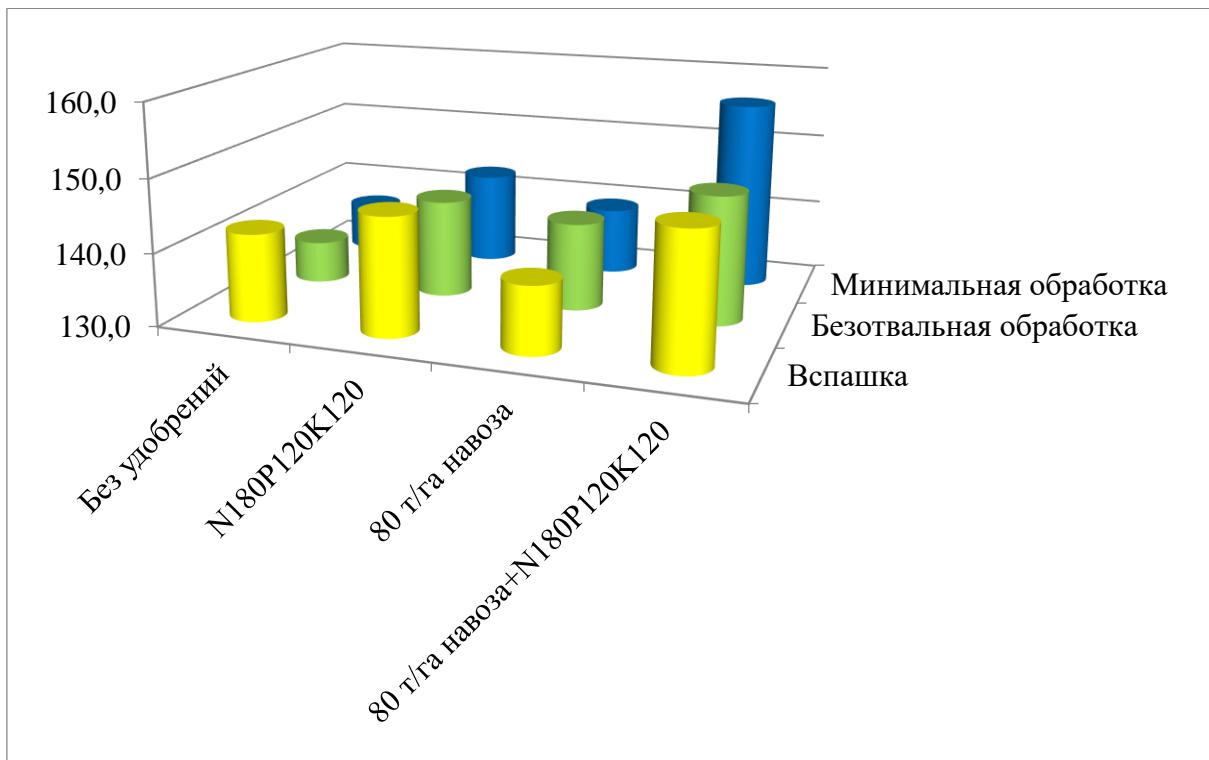


Рис. 3.4.5. Содержание гидролизуемого азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 0-10 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

В зернопропашном севообороте содержание гидролизуемого азота ниже, чем в зернотравянопропашном, что прямо коррелирует с нитрификационной способностью почвы, и обратно от общих запасов азота в почве.

При внесении минеральных удобрений в слое почвы 0-10 см происходило увеличение содержания гидролизуемого азота на всех способах основной обработки почвы (рис. 3.4.5.).

Последействие внесения навоза, также как и зернотравянопропашном севообороте, обуславливало увеличение содержания азота при проведении безотвальной и минимальной обработок почвы на 6,3 и 2,8 мг/кг соответственно, и вызвало его снижение по вспашке на 2,8 мг/кг.

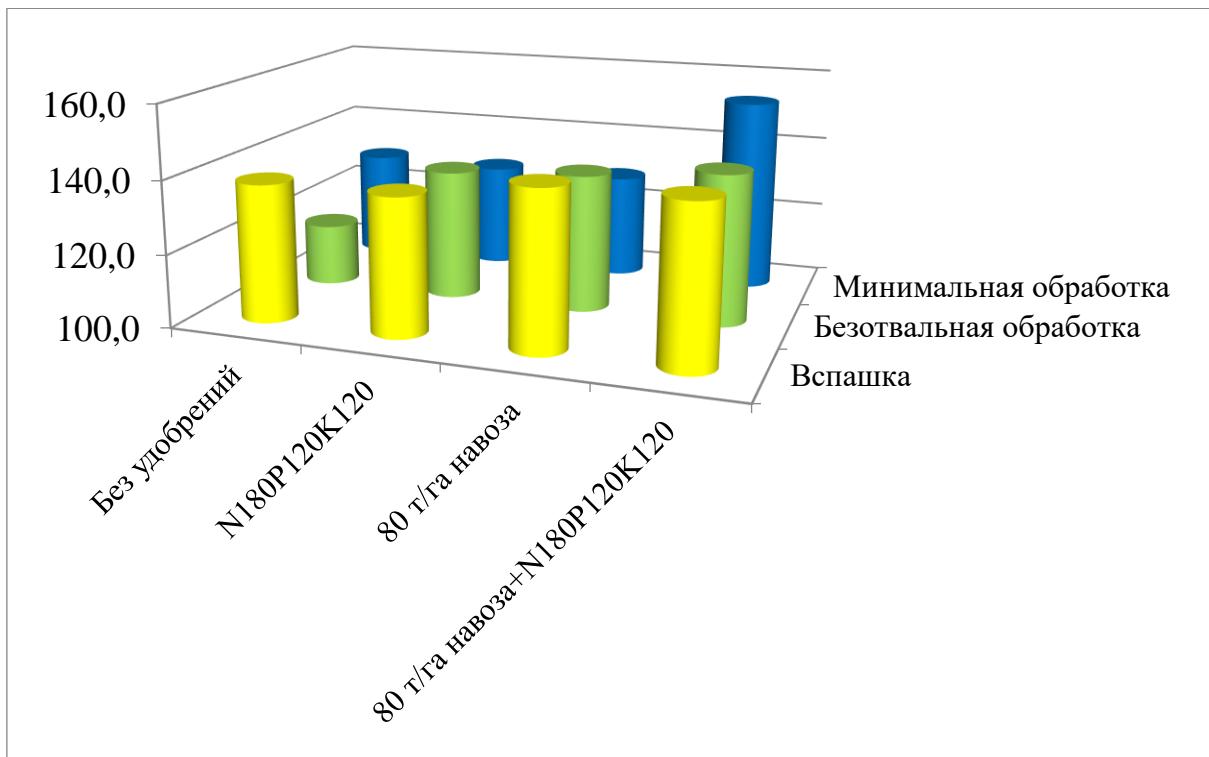


Рис. 3.4.6. Содержание гидролизуемого азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 10-20 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

В слое почвы 10-20 см внесение удобрений, как минеральных, так и навоза и использование разных способов основной обработки почвы не оказали заметного влияния, что возможно связано с неблагоприятными погодными условиями. Содержание гидролизуемого азота находилось в пределах $135,1 \pm 18,1$ мг/кг (рис. 3.4.6.).

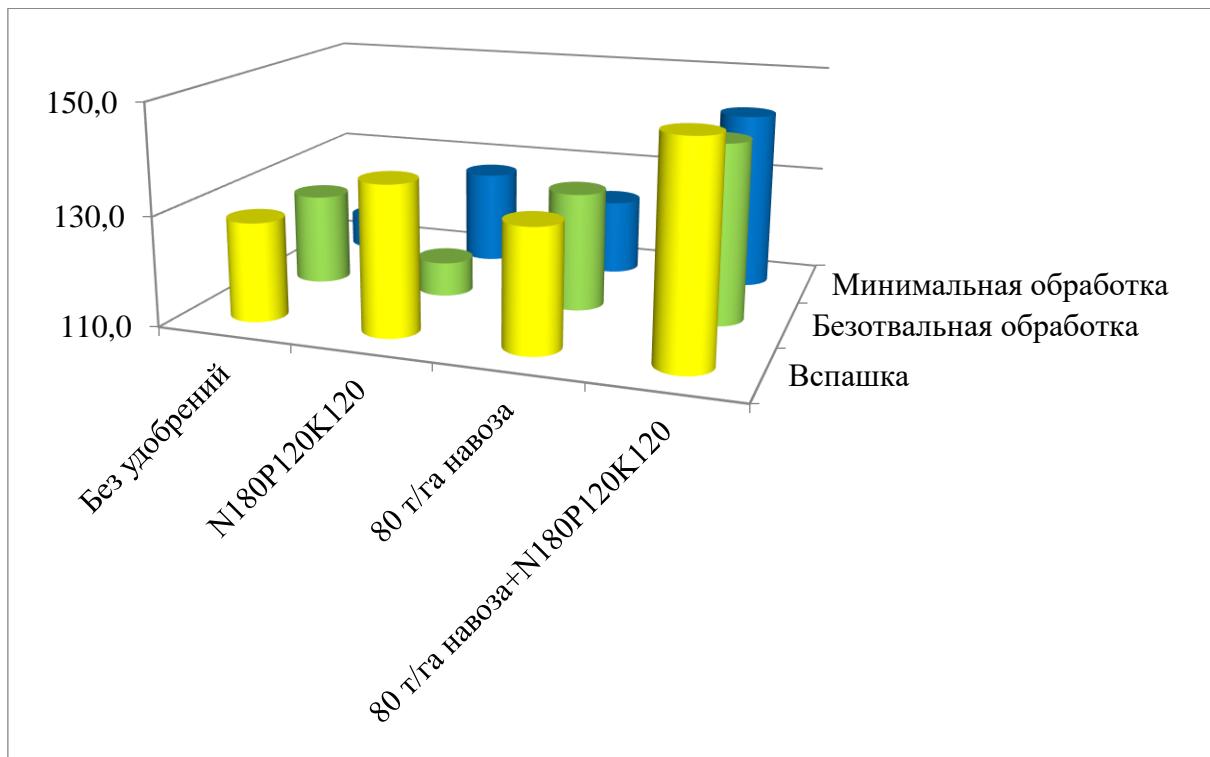


Рис. 3.4.7. Содержание гидролизуемого азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 20-30 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

В почвы 20-30 см отмечено общее содержание гидролизуемого азота до 150 мг/кг. Без применения удобрений содержание гидролизуемого азота самым низким было по минимальной обработке почвы – 116,3 мг/ кг. На вариантах со вспашкой и безотвальной обработкой оно было на одном уровне и входило в диапазон 126,7-128,1 мг/кг (рис. 3.4.7.).

Внесение минеральных удобрений дало положительный эффект на при применении вспашки и минимальной обработки, так содержание увеличилось на 9,1 и 11,1 мг/кг соответственно. По безотвальной обработке было отмечено снижение содержания на 10,4 мг/кг.

Последействие внесения навоза способствовало увеличению содержания гидролизуемого азота при проведении разных способов основной обработки почвы, хотя по вспашке эффект был ниже, чем при использовании минеральных удобрений.

Совместное внесение минеральных удобрений и навоза также привело к увеличению содержания гидролизуемого азота на всех вариантах.

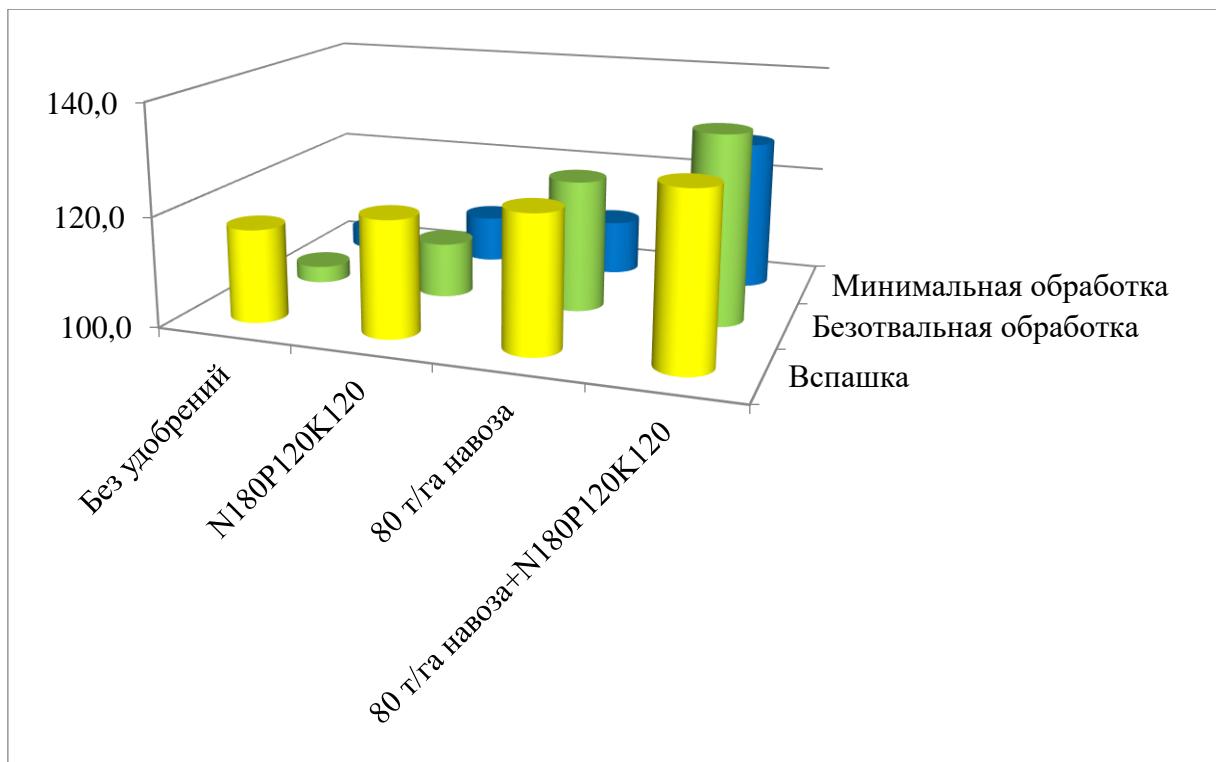


Рис. 3.4.8. Содержание гидролизуемого азота в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 30-50 см, мг/кг (2012-2014 гг.)

В слое почвы 30-50 см содержание гидролизуемого азота снизилось до 140 мг/кг при максимальной удобренности. Внесение удобрений положительно влияло на содержание азота, причем отмечена прямая зависимость от дозы удобрений на всех вариантах с основной обработкой почвы. От внесения удобрений эффект был выше по безотвальной и минимальной обработке почвы, где прибавка от применения минеральных удобрений и навоза по отдельности составила 31,4 и 23,6 мг/кг соответственно (рис. 3.4.8.).

4. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ, СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И СЕВООБРОТОВ НА ГУМУСОВОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО

4.1. Содержание гумуса

Агроэкологическое состояние почв напрямую связано с накоплением, содержанием и запасами в почве органического вещества. В результате сокращения поступления в почву органического вещества после распашки черноземов наблюдается уменьшение содержание гумуса и усиление процессов минерализации, интенсивность которых зависит от характера использования почв и зональных условий (Кирюшин В.И., 2010).

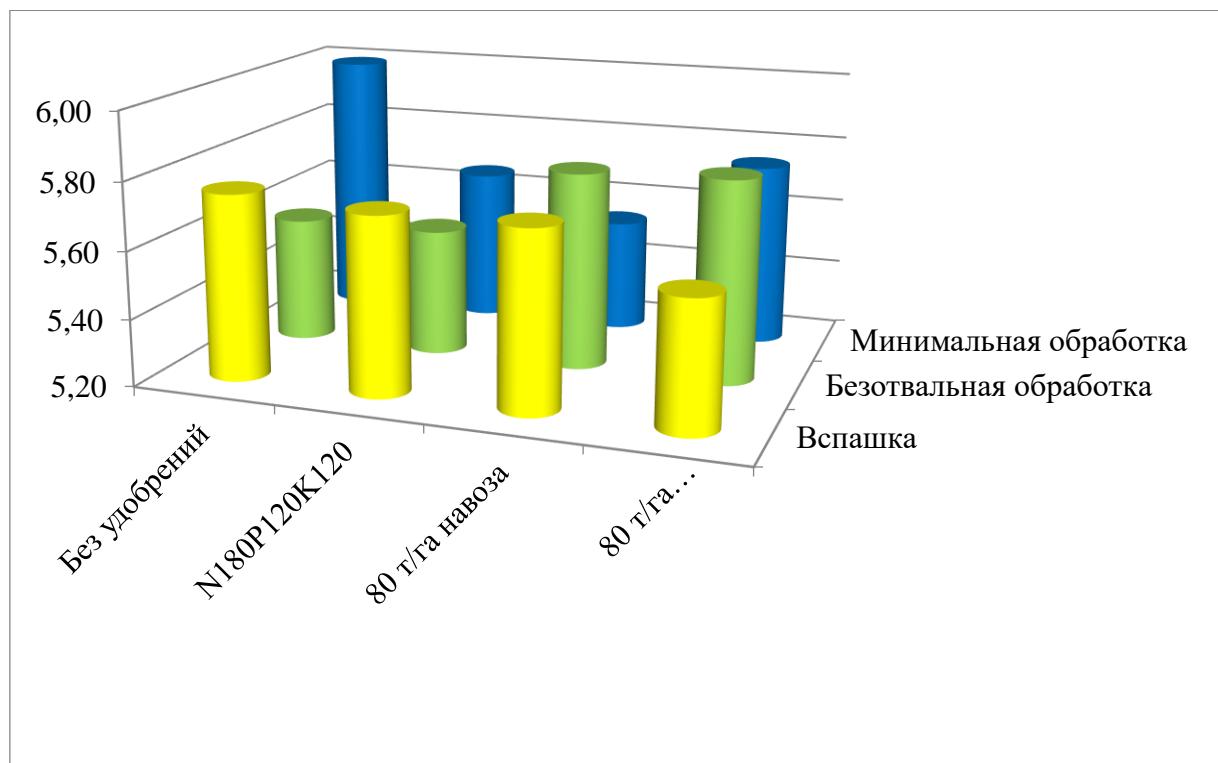


Рис. 4.1.1. Содержание гумуса в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 0-10 см, % (2012-2014 гг.)

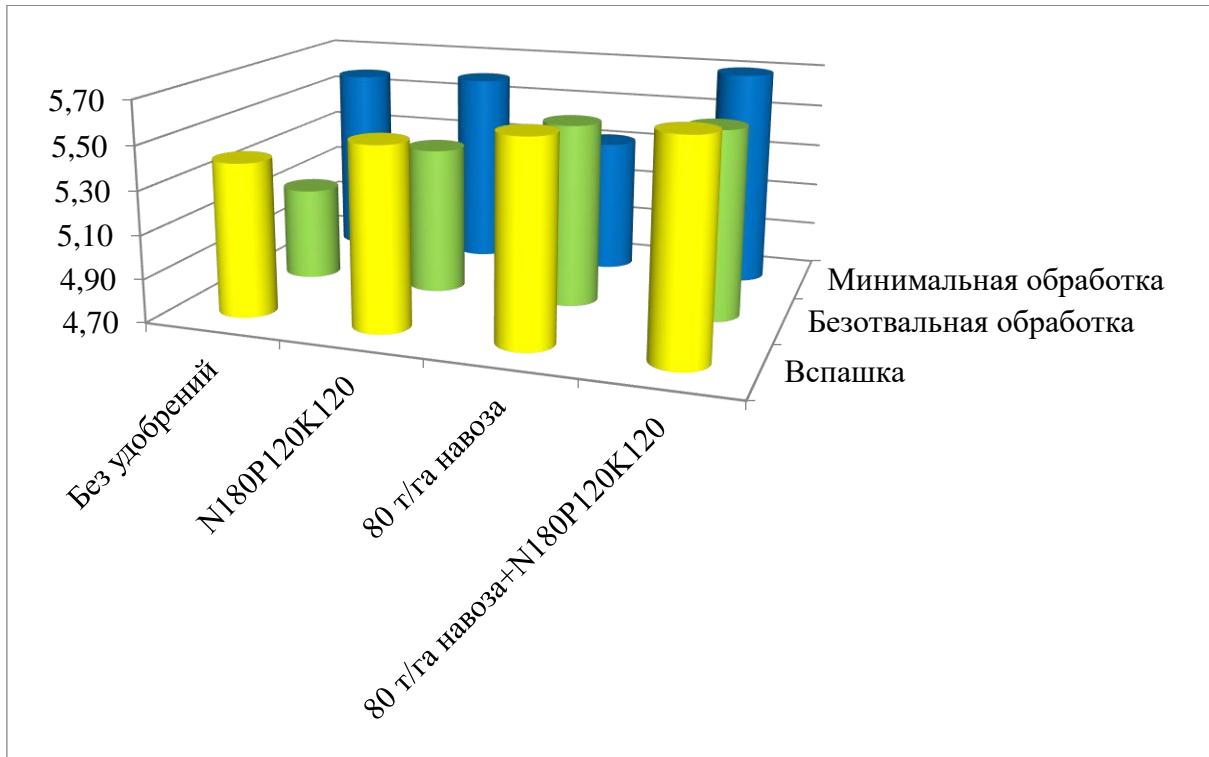


Рис. 4.1.2. Содержание гумуса в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 10-20 см, % (2012-2014 гг.)

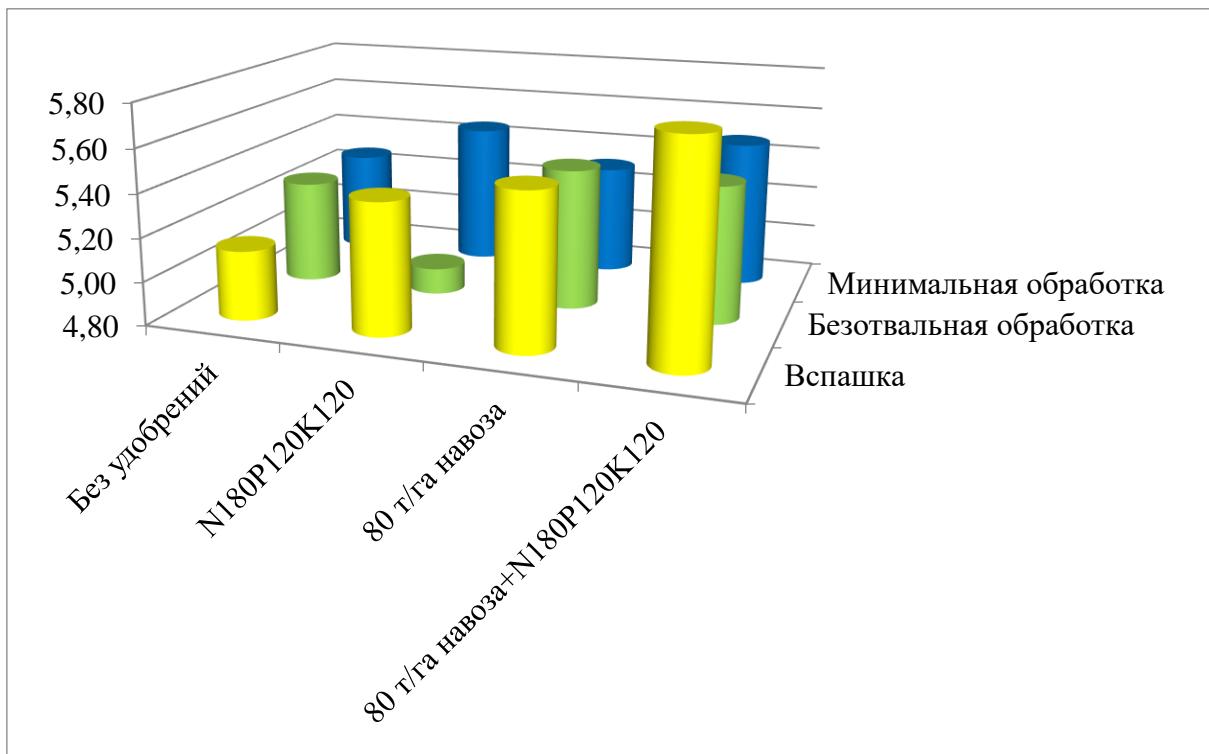


Рис. 4.1.3. Содержание гумуса в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 20-30 см, % (2012-2014 гг.)

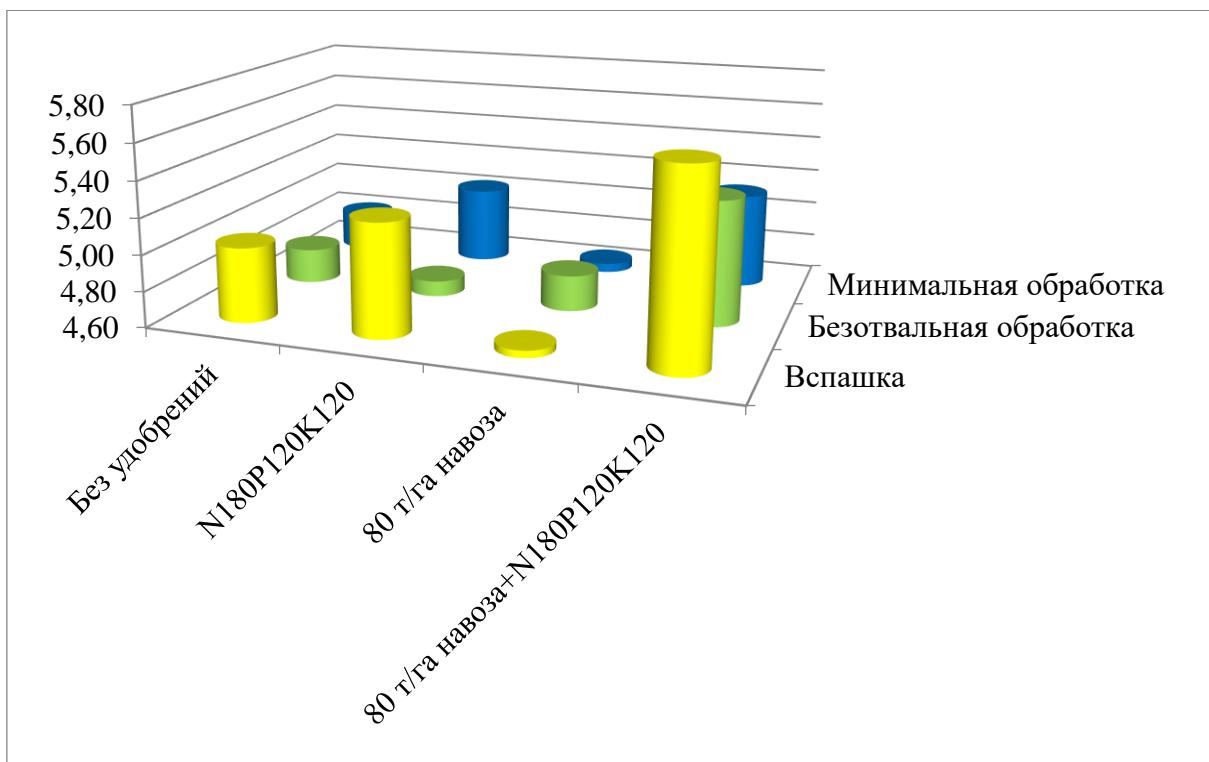


Рис. 4.1.4. Содержание гумуса в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернотравянопропашном севообороте в слое 30-50 см, % (2012-2014 гг.)

В проводимом опыте завершились пять ротаций севооборотов и на данном этапе изучения можно сделать определенные выводы по гумусному состоянию чернозема типичного юго-западной части ЦЧР.

В зернотравянопропашном севообороте содержание гумуса в черноземе типичном было определено в диапазоне 4,64-5,99 %, что характеризует почву опытного участка как среднегумусовую (рис. 4.1.1-4.1.8).

Внесение минеральных удобрений не оказало влияние на изменение содержания гумуса в черноземе типичном. Так, при внесении двойной дозы минеральных удобрений по вспашке в слое 0-10 см содержание гумуса составило 5,73 %. Содержание его на безотвальной и минимальной обработках оставалось практически на таком же уровне, как и на вспашке и составило 5,58 и 5,66 % соответственно.

С увеличением глубины содержание гумуса снизилось, так в слое 10-20, 20-30 и 30-50 см по вспашке оно составляло 5,54, 5,40, и 5,23 % соответственно.

Внесение навоза по вспашке не оказало существенной влияния на содержание гумуса в почве по отношению к его содержанию без использования удобрений. Это связано, главным образом с высокой минерализацией навоза микроорганизмами. Такая же ситуация наблюдалась при проведении безотвальной и минимальной обработок почвы.

В свою очередь такая же тенденция сохраняется и при совместном внесении минеральных удобрений и навоза на всех вариантах с обработками почвы.

В зернопропашном севообороте содержание гумуса было ниже, чем в зернотравяно-пропашном севообороте, это связано с тем, что в севообороте с эспарцетом, который возделывается в течение 2 лет, произошло усиление микробиологической активности симбиотических организмов. При использовании вспашки содержание гумуса при внесении разных доз минеральных удобрений составило в слое 0-10 см 5,49-5,62 %. С увеличением глубины изучаемого слоя наблюдалось снижение содержания гумуса до 4,90-5,23 % в слое 30-50 см. Такая же тенденция сохранилась по безотвальной и минимальной обработкам почвы – снижение содержания гумуса вниз по профилю от 5,33-5,75 % до 4,40-5,14 и от 5,43-5,68 % до 4,70-4,95 соответственно (рис. 4.1.2).

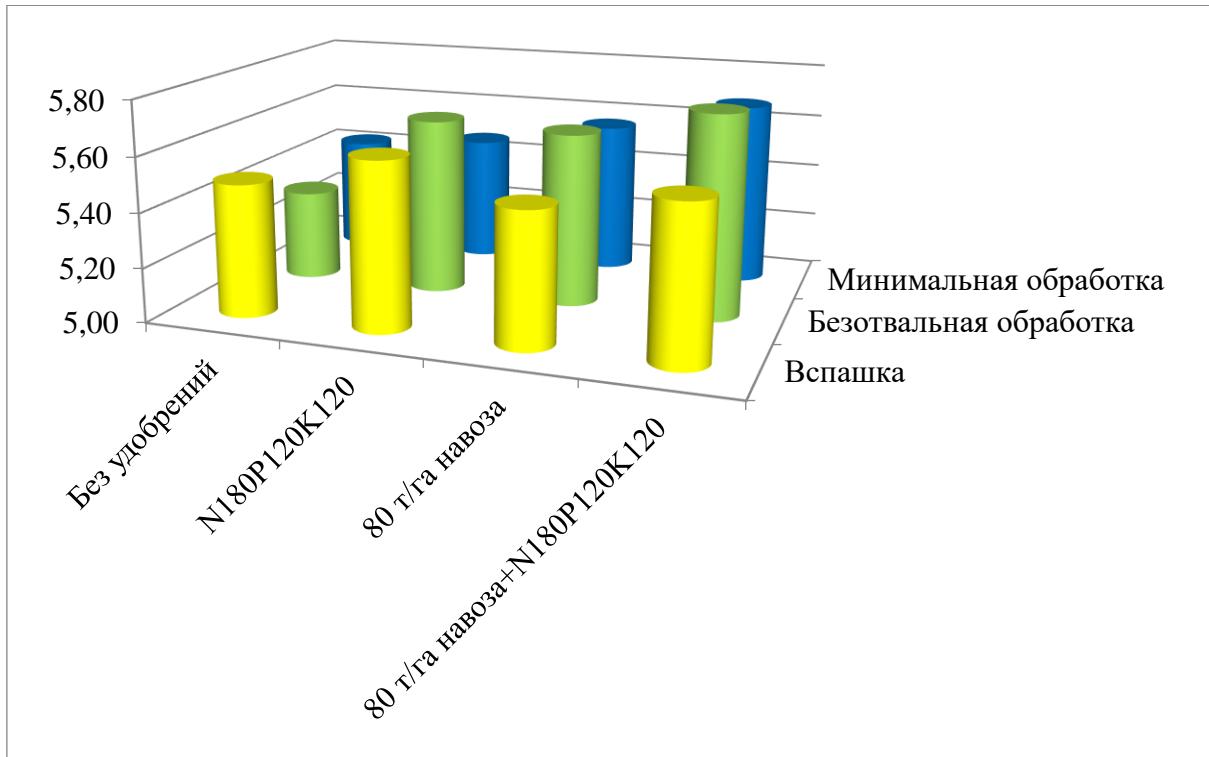


Рис. 4.1.5. Содержание гумуса в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 0-10 см, % (2012-2014 гг.)

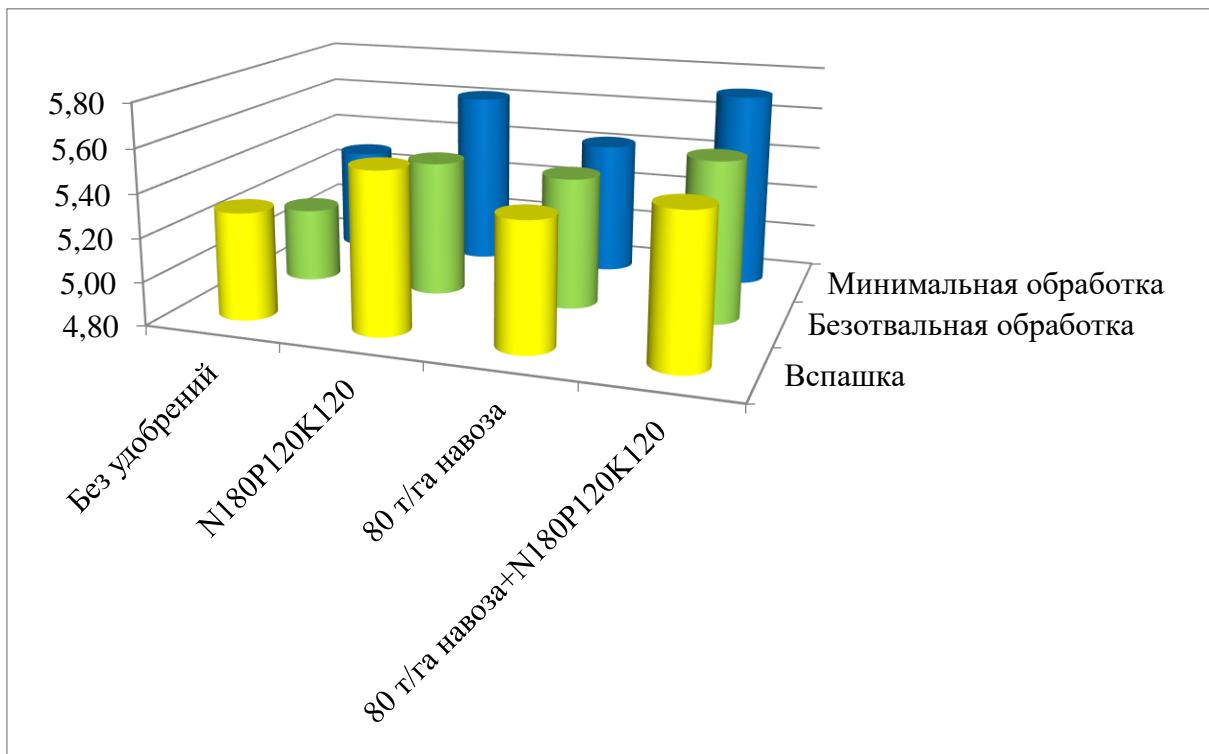


Рис. 4.1.6. Содержание гумуса в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 10-20 см, % (2012-2014 гг.)

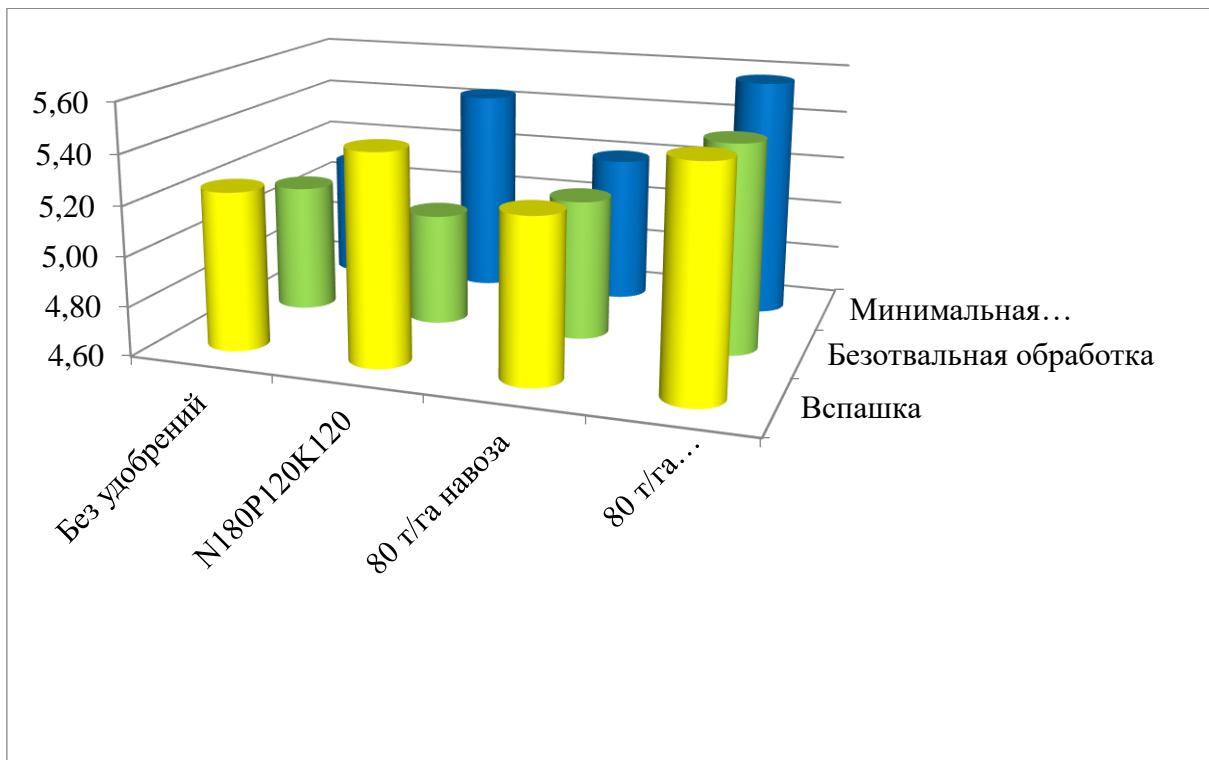


Рис. 4.1.7. Содержание гумуса в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 20-30 см, % (2012-2014 гг.)

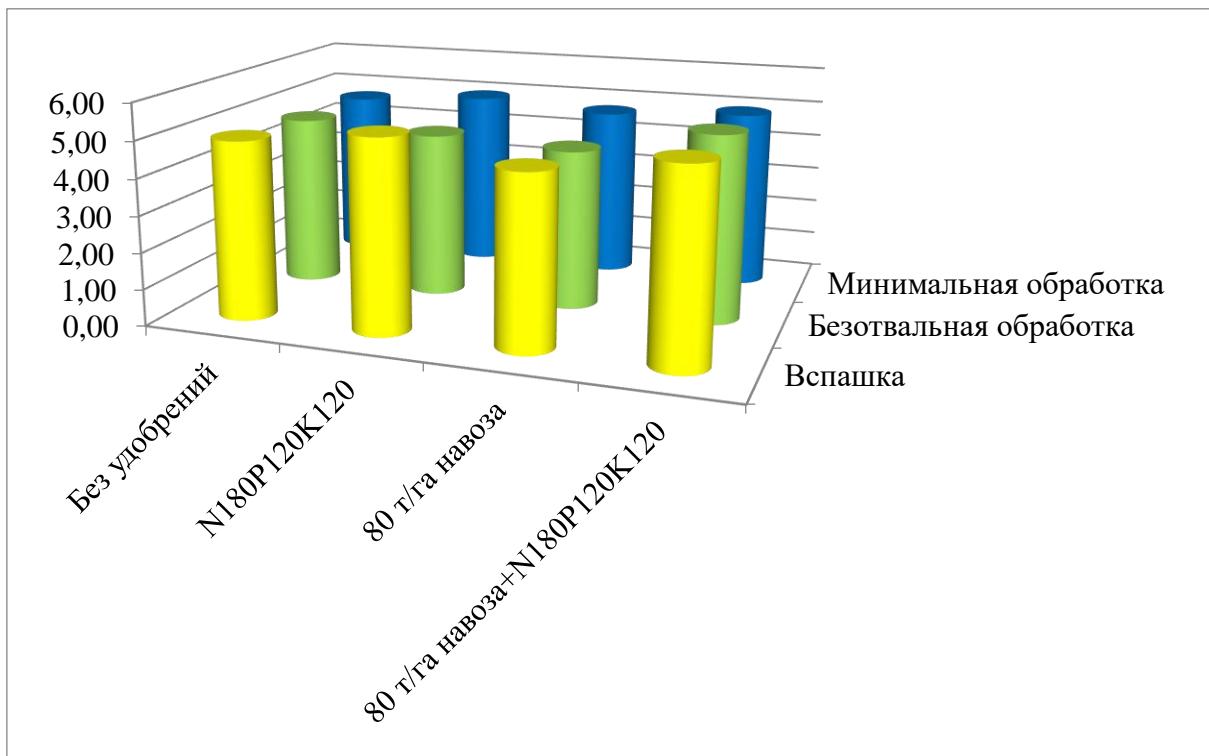


Рис. 4.1.8. Содержание гумуса в черноземе типичном под озимой пшеницей в зернопропашном севообороте в слое 30-50 см, % (2012-2014 гг.)

Таким образом, установлено, что содержание гумуса возрастало при внесении минеральных удобрений под озимой пшеницей в дозе $N_{180}P_{120}K_{120}$ в слоях почвы 10-20 и 20-30 см в зернопропашном севообороте. А наиболее заметно его повышение при внесении этой дозы в сочетании с навозом в дозе 16 т на 1 га севооборотной площади.

4.2. Запасы гумуса

Основным количественным показателем, характеризующим гумусное состояние почв является запасы гумуса.

Таблица 4.2.1 – Запасы гумуса в черноземе типичном в зависимости от удобрений и способов основной обработки почвы в зернотравянопропашном севообороте, т/га (2012-2014 гг.)

Удобрения		Глубина почвы, см	Запасы гумуса			
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			
			B*	Б	M	
0	0	0-10	63,1	64,3	72,5	
		10-20	64,2	62,9	70,7	
		20-30	63,3	64,4	63,5	
		30-50	117,7	115,2	118,5	
	$N_{180}P_{120}K_{120}$	0-10	65,9	64,4	65,6	
		10-20	68,5	66,5	69,3	
		20-30	70,2	63,7	70,4	
		30-50	128,3	115,1	123,7	
80	0	0-10	60,6	62,4	60,9	
		10-20	63,7	64,3	63,2	
		20-30	65,0	65,0	64,1	
		30-50	104,3	109,6	107,9	
	$N_{180}P_{120}K_{120}$	0-10	62,8	63,6	61,3	
		10-20	63,7	62,0	62,9	
		20-30	68,7	60,9	57,9	
		30-50	129,4	117,5	110,5	
HCP ₀₅ (для слоя 0-50 см) для фактора A = 0,14 для фактора B и AB = 0,12						

B* - вспашка, Б - безотвальная обработка, М - минимальная обработка

В зернотраянопропашном севообороте при проведении вспашки и безотвальной обработки при внесении минеральных удобрений запасы гумуса увеличивались в слоях почвы 0-10 и 10-20 см. В нижележащих слоях повышение было отмечено только по вспашке, когда по безотвальной обработке в слое почвы 20-30 см произошло снижение его запасов, а в слое 30-50 см остались на уровне без применения удобрений. При проведении минимальной обработки внесение минеральных удобрений, наоборот, привело к снижению запасов гумуса в пахотном слое и увеличению в подпахотном (табл. 4.2.1.).

Последействие внесения навоза привело к снижению запасов гумуса по всему профилю при использовании разных способов основной обработки почвы. Применение минеральных удобрений в сочетании с навозом также привело к уменьшению запасов гумуса при проведении всех способов основной обработки почвы, за исключением слоя почвы 30-50 см по вспашке и безотвальной обработки, где было отмечено некоторое увеличение.

В зернопропашном севообороте при внесении минеральных удобрений с увеличением глубины происходило увеличение запасов гумуса при проведении разных способов основной обработки почвы в слоях 0-10, 10-20 и 20-30 см. Последействие внесения навоза, так же как и в зернотравянопропашном севообороте привело к уменьшению запасов гумуса по всем слоям изучаемой почвы. Совместное применение минеральных удобрений и навоза дало положительный эффект только при проведении вспашки и безотвальной обработки. По минимальной обработке отмечено снижение запасов гумуса.

Таблица 4.3.2 – Запасы гумуса в черноземе типичном в зависимости от удобрений и способов обработки в зернопропашном севообороте, т/га

Удобрения		Глубина почвы, см	Запасы гумуса			
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернопропашной севооборот			
			B*	Б	M	
0	0	0-10	60,6	61,0	64,3	
		10-20	63,0	62,0	64,7	
		20-30	63,7	60,6	58,8	
		30-50	114,7	111,5	111,5	
	$N_{180}P_{120}K_{120}$	0-10	63,8	63,9	61,5	
		10-20	67,1	66,8	70,3	
		20-30	67,5	62,9	68,0	
		30-50	126,4	109,4	119,7	
80	0	0-10	58,5	60,6	60,3	
		10-20	60,9	61,7	62,5	
		20-30	60,1	60,4	62,1	
		30-50	104,8	99,1	107,8	
	$N_{180}P_{120}K_{120}$	0-10	60,9	62,0	60,5	
		10-20	60,8	62,2	64,8	
		20-30	64,3	62,0	61,7	
		30-50	117,4	114,5	109,0	
НСР ₀₅ (для слоя 0-50 см) для фактора А = 0,11 для фактора В и АВ = 0,10						

B* - вспашка, Б* - безотвальная обработка, М* - минимальная обработка

Таким образом, увеличение запасов гумуса в почве в большей степени зависит от внесения удобрений, чем от применяемого способа основной обработки почвы. Причем эффект был выше от внесения минеральных удобрений, чем от навоза.

4.3. Соотношение С:N

Одним из основных показателей качества гумуса является соотношение азота и углерода. Оно без использования удобрений в зернотравянопропашном севообороте в слое 0-10 см было выше на по вспашке и составило 29,3. С

увеличением глубины почвы соотношение снижалось в слое 20-30 см до 25,7, в слое 30-50 см до 22,7. По безотвальной обработке соотношение было выше в слое 0-10 см – 28,7, а в слое 30-50 см – 18,1. По минимальной обработке соотношение азота и углерода не менялось по слоям почвы, это связано с малой микробиологической активностью.

Таблица 4.3.1 - Соотношение С:N в черноземе типичном в зависимости от способов обработки и удобрений в зернотравянопропашном севообороте

Удобрения		Глубина почвы, см	Соотношение С:N			
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			
			B*	Б	M	
0	0	0-10	17,0	16,6	11,2	
		10-20	18,0	14,8	10,3	
		20-30	14,9	11,7	10,7	
		30-50	13,2	10,5	11,3	
	$N_{180}P_{120}K_{120}$	0-10	16,9	14,7	11,8	
		10-20	14,5	12,2	9,9	
		20-30	15,4	11,8	9,3	
		30-50	12,8	12,1	10,7	
80	0	0-10	14,2	11,7	9,2	
		10-20	15,8	11,4	9,1	
		20-30	13,5	10,9	10,4	
		30-50	12,0	9,7	9,6	
	$N_{180}P_{120}K_{120}$	0-10	12,6	10,2	9,9	
		10-20	11,8	9,9	10,6	
		20-30	16,7	11,1	10,6	
		30-50	14,2	10,0	10,3	
НСР ₀₅ (для слоя 0-50 см) для фактора А = 0,8 для фактора В и АВ = 0,7						

B* - вспашка, Б - безотвальная обработка, М - минимальная обработка

Внесение минеральных удобрений по вспашке не вызвало изменений, соотношение азота к углероду в слое 0-10 см осталось прежним – 16,9-17,0, такая же ситуация сохранилась и при увеличении глубины изучаемого слоя почвы – соотношение азота к углероду в слое 30-50 составило 12,8-13,2. При безотвальной

обработке произошло снижение соотношения в слое 0-10 см до 16,6. При минимальной обработке наоборот соотношение увеличилось.

Внесение навоза отрицательно сказалось на соотношение азота к углероду на всех вариантах основной обработки почвы, что связано с увеличением микробиологической активности. А совместное применение навоза и минеральных удобрений только усилило деятельность почвенной биоты.

Таблица 4.3.2 – Соотношение С:N в черноземе типичном в зависимости от способов обработки и удобрений в зернопропашном севообороте

Удобрения		Глубина почвы, см	Соотношение С:N			
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернопропашной севооборот			
			B*	Б	М	
0	0	0-10	13,3	11,8	10,6	
		10-20	11,9	12,0	10,6	
		20-30	11,4	10,0	10,4	
		30-50	11,0	10,7	11,1	
	$N_{180}P_{120}K_{120}$	0-10	12,5	13,2	11,2	
		10-20	11,4	13,4	10,1	
		20-30	12,6	10,3	9,5	
		30-50	11,2	12,2	9,7	
80	0	0-10	12,5	10,0	11,3	
		10-20	13,8	8,3	10,7	
		20-30	11,7	9,0	11,1	
		30-50	11,6	7,8	11,7	
	$N_{180}P_{120}K_{120}$	0-10	11,7	10,3	10,0	
		10-20	12,1	10,8	10,3	
		20-30	14,2	11,3	10,3	
		30-50	12,1	10,2	10,1	
HCP ₀₅ (для слоя 0-50 см) для фактора A = 0,5 для фактора B и AB = 0,5						

B* - вспашка, Б - безотвальная обработка, М - минимальная обработка

В зернопропашном севообороте по вспашке без внесения удобрений соотношение азота и углерода в слое 0-10 см составило 13,3 см, дальше по профилю происходило уменьшение до 11,0 в слое 30-50 см. При внесении как

минеральных удобрений, так и навоза соотношение азота и углерода снизилось в слое 0-10 см до 12,5, а в слое 30-50 – до 11,2 и 11,6. Совместное внесение минеральных удобрений и навоза также снизило соотношение азота к углероду.

По безотвальной обработке наблюдалась такая же закономерность, как и по вспашке, соотношение азота к углероду было без использования удобрений, а их внесение вызвало снижение.

Соотношение азота к углероду на при использовании минимальной обработки существенно не менялось, что как было озвучено выше связано с микробиологической деятельностью.

Таким образом, на соотношение азота к углероду оказали влияние способы основной обработки почвы, причем выше значения были по вспашке, а внесение минеральных удобрений и навоза оказалось отрицательное действие, как по отдельности, так и совместно.

5. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ И УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

5.1. Урожайность озимой пшеницы

Одной из важнейших задач, стоящих перед сельскохозяйственным производством, является обеспечение продовольственной безопасности страны. Для этого требуется применение минеральных удобрений в повышенных дозах, иначе снижается плодородие почвы и урожайность культур (Богомазов Н.П. и др., 1996; Габбибов М.А., 2001; Корнева Н.Г. и др., 1989; Минакова О.А., Александрова Л.В., 2008).

В последние годы для удовлетворения потребности растений в питательных элементах удобрения применяют явно недостаточно, что сильно сдерживает проявление потенциальных возможностей генотипа сорта (Смирнова В.В., Уваров Г.И., Степанова Е.Д., 2006). В таких условиях особенно актуальным становится вопрос о применении минеральных и органических удобрений в рациональных дозах, как фактор повышения урожайности сельскохозяйственных культур (Бондаренко М.В., 2005; Полунин С.Ф., 1988; Ступаков А.Г., 1998; Тукалова Е.И. и др., 1982).

По нашим данным в зернотравянопропашном севообороте урожайность озимой пшеницы увеличивалась при внесении минеральных удобрений, когда прибавка составляла 1,32, 1,17 и 1,21 т/га по вспашке, безотвальной и минимальной обработкам соответственно (табл. 5.1.1.).

Последействие навоза (4-й год) способствовало повышению урожайности озимой пшеницы, где прибавка по вспашке, безотвальной и минимальной обработкам составила 0,70, 0,55 и 0,87 т/га соответственно.

Таблица 5.1.1. – Урожайность озимой пшеницы в зависимости от удобрений и способа основной обработки почвы, т/га (2012-2014 гг.)

Насыщенность 1 га севооборотной площади		Доза NPK под озимую пшеницу	Зернотравянопропашной севооборот		
Навоз	NPK		Урожайность, т/га	Прибавка т/га	%
Вспашка					
0	0	0	2,98	-	-
	N ₈₄ P ₁₂₄ K ₁₂₄	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,30	1,32	44,3
80	0	0	3,68	0,70	23,5
	N ₈₄ P ₁₂₄ K ₁₂₄	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,70	1,72	57,7
Безотвальная обработка					
0	0	0	2,98	-	-
	N ₈₄ P ₁₂₄ K ₁₂₄	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,15	1,17	39,3
80	0	0	3,53	0,55	18,5
	N ₈₄ P ₁₂₄ K ₁₂₄	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,82	1,84	61,7
Минимальная обработка					
0	0	0	3,23	-	-
	N ₈₄ P ₁₂₄ K ₁₂₄	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,44	1,21	37,5
80	0	0	4,10	0,87	26,9
	N ₈₄ P ₁₂₄ K ₁₂₄	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,96	1,73	53,6
HCP ₀₅ для фактора А = 0,56 для фактора В = 0,49 для фактора С = 0,40 для фактора АВ = 0,98 для фактора АС = 0,80 для фактора ВС и АВС = 0,70					

Урожайность зерна озимой пшеницы в обоих севооборотах находилась на одном уровне вне зависимости от предшественника.

В зернопропашном севообороте увеличение урожайности зависело от внесения минеральных удобрений, а не от способа основной обработки почвы. Урожайность озимой пшеницы при последействии навоза была выше по минимальной обработке, чем по вспашке на 0,42 т/га и на 0,57 т/га по безотвальной обработке.

Таблица 5.1.2. – Урожайность озимой пшеницы в зависимости от удобрений и способа основной обработки почвы, т/га (2012-2014 гг.)

Насыщенность 1 га севооборотной площади		Доза NPK под озимую пшеницу	Зернопропашной севооборот		
Навоз	NPK		Урожайность, т/га	Прибавка т/га	%
Вспашка					
0	0	0	2,93	-	-
	$N_{120}P_{124}K_{124}$	$N_{180}P_{120}K_{120}$	4,38	1,45	49,5
80	0	0	3,78	0,85	29,0
	$N_{120}P_{124}K_{124}$	$N_{180}P_{120}K_{120}$	4,85	1,92	65,5
Безотвальная обработка					
0	0	0	3,09	-	-
	$N_{120}P_{124}K_{124}$	$N_{180}P_{120}K_{120}$	4,18	1,09	35,3
80	0	0	3,68	0,59	19,1
	$N_{120}P_{124}K_{124}$	$N_{180}P_{120}K_{120}$	4,73	1,64	53,1
Минимальная обработка					
0	0	0	3,05	-	-
	$N_{120}P_{124}K_{124}$	$N_{180}P_{120}K_{120}$	4,32	1,27	41,6
80	0	0	3,82	0,77	25,2
	$N_{120}P_{124}K_{124}$	$N_{180}P_{120}K_{120}$	4,93	1,88	61,6
HCP ₀₅ для фактора А = 0,56 для фактора В = 0,49 для фактора С = 0,40 для фактора АВ = 0,98 для фактора АС = 0,80 для фактора ВС и ABC = 0,70					

Наибольшая прибавка урожайности от сочетания применения минеральных удобрений и последействия навоза – 1,92 т/га (65,5 %) наблюдалась в зернопропашном севообороте по вспашке, по сравнению с 1,64 т/га (53,1 %) по безотвальной обработке и 1,88 т/га (61,6 %) по минимальной обработке. В зернотравянопропашном севообороте наиболее высокая прибавка от сочетания минеральных удобрений и последействия навоза отмечена по безотвальной обработке почвы – 1,84 т/га (61,7 %), по сравнению с 1,72 т/га (57,7 %) по вспашке и 1,73 т/га (53,6 %) по минимальной обработке.

5.2. Качество зерна озимой пшеницы

При изучении влияния агротехнических приемов важным является не только увеличение урожайности, но и получение зерна хорошего качества. Наибольшее влияние на содержание белка и клейковины оказывают удобрения, в первую очередь азотные (Пшеничный А.Е., 1978).

В наших исследованиях было установлено, что внесение минеральных удобрений не оказало влияния на содержание сырого протеина в зерне озимой пшеницы в зернотравянопропашном севообороте по разным способам основной обработки почвы. Последействие внесения навоза способствовало увеличению содержание сырого протеина при применении вспашки на 1,4 %. По минимальной обработке, наоборот, привело к снижению на 1,2 %. Такая же закономерность наблюдалась и в зернопропашном севообороте (табл. 5.2.1).

Применение минеральных удобрений и навоза в зернотравянопропашном севообороте по безотвальной обработке, как отдельно, так и в их сочетании не оказалось существенного влияния на содержание сырого протеина.

В зернопропашном севообороте применение минеральных удобрений отдельно и в сочетании с последействием навоза привело к уменьшению его содержания на 1,1 %.

Содержание сырого протеина в зерне озимой пшеницы было выше в зернопропашном севообороте, что связано с более интенсивным выносом из почвы питательных веществ.

В зернопропашном севообороте содержание сырого протеина было выше, чем в зернотравянопропашном, что связано с более лучшим азотным режимом почвы.

Таблица 5.2.1. – Содержание сырого протеина в зерне озимой пшеницы
в зависимости от удобрений и способов основной обработки почвы, %
(2012-2014 гг.)

Насыщенность 1 га севооборотной площади		Доза NPK под озимую пшеницу	Зернотравянопропашной севооборот		Зернопропашной севооборот	
навоз	NPK		Содержание	+/-	Содержание	+/-
Вспашка						
0	0	0	13,2	-	14,8	-
	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$	$N_{180}P_{120}K_{120}$	13,2	-	14,7	-0,10
80	0	0	14,6	1,40	15,4	0,60
	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$	$N_{180}P_{120}K_{120}$	13,5	0,30	14,9	0,10
Безотвальная обработка						
0	0	0	13,6	-	15,7	-
	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$	$N_{180}P_{120}K_{120}$	13,3	-0,30	14,6	-1,10
80	0	0	13,8	0,20	15,4	-0,30
	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$	$N_{180}P_{120}K_{120}$	13,3	-0,30	14,6	-1,10
Минимальная обработка						
0	0	0	14,7	-	15,9	-
	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$	$N_{180}P_{120}K_{120}$	14,6	-0,10	15,1	-0,80
80	0	0	13,5	-1,20	14,9	-1,00
	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$	$N_{180}P_{120}K_{120}$	13,4	-1,30	13,6	-2,30
HCP_{05} для фактора А = 0,3 для фактора В = 0,2 для фактора С = 0,2 для фактора АВ = 0,4 для фактора АС = 0,4 для фактора ВС и АВС = 0,3						

В зернотравянопропашном севообороте внесение минеральных удобрений по вспашке и минимальной обработке не оказывало влияния на содержание клейковины в зерне (табл. 5.2.2.). Последействие навоза по вспашке способствовало увеличению ее содержания, причем, эффективность была выше

при отдельном внесении, чем в сочетании с минеральными удобрениями. Такая же закономерность наблюдалась и в зернопропашном севообороте.

Таблица 5.2.2. – Содержание клейковины в зерне озимой пшеницы
в зависимости от удобрений и способов основной обработки почвы, %
(2012-2014 гг.)

Насыщенность 1 га севооборотной площади		Доза NPK под озимую пшеницу	Зернотравянопропашной севооборот		Зернопропашной севооборот	
навоз	NPK		Содержание	+/-	Содержание	+/-
Вспашка						
0	0	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$	0	27,8	-	31,1
	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$		$N_{180}P_{120}K_{120}$	27,7	-0,1	30,9
80	0	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$	0	30,7	2,9	32,3
	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$		$N_{180}P_{120}K_{120}$	28,3	0,5	31,2
Безотвальная обработка						
0	0	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$	0	28,6	-	32,9
	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$		$N_{180}P_{120}K_{120}$	27,9	-0,7	30,7
80	0	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$	0	28,9	0,3	32,3
	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$		$N_{180}P_{120}K_{120}$	27,9	-0,7	30,6
Минимальная обработка						
0	0	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$	0	30,8	-	33,4
	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$		$N_{180}P_{120}K_{120}$	30,7	-0,1	31,8
80	0	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$	0	28,3	-2,5	31,3
	N_{84-120} $P_{124}K_{124}$		$N_{180}P_{120}K_{120}$	28,1	-2,7	28,5
HCP ₀₅	для фактора A = 0,3 для фактора B = 0,3 для фактора C = 0,2 для фактора AB = 0,6 для фактора AC = 0,5 для фактора BC и ABC = 0,4					

При проведении безотвальной обработки в зернотравянопропашном севообороте эффекта от внесения удобрений не наблюдалось. В зернопропашном севообороте внесение удобрение привело к снижению содержания клейковины, что связано с увеличением урожайности озимой пшеницы.

Содержание клейковины в зерне было выше по минимальной обработке, чем по вспашке в обоих севооборотах. В зернопропашном севообороте содержание клейковины было выше, чем в зернотравянопропашном, что связано с более лучшим азотным режимом почвы.

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

6.1 Экономическая эффективность

При оценке экономической эффективности производства озимой пшеницы учитывались показатели урожайности и общие затраты на ее получение (удобрения, защита растений, семена, оплата труда и общехозяйственные расходы).

Наши исследования показали, что в зависимости от видов севооборота, способов основной обработки почвы и количества внесенных удобрений общие затраты по возделыванию озимой пшеницы заметно различались.

Как показали расчеты, наиболее высокий условно чистый доход при возделывании озимой пшеницы был получен в зернотравянопропашном севообороте при внесении минеральных удобрений в сочетании последействием 80 т/га навоза, который составил 16763 руб./га по минимальной обработке.

Результаты исследований выявили, что общие затраты на возделывание озимой пшеницы по вспашке без внесения удобрений в обоих севооборотах на 160 рублей выше, чем по безотвальной обработке и на 320 рублей – по минимальной.

Внесение минеральных удобрений по вспашке в зернотравянопропашном севообороте обусловило повышение условно-чистого дохода с 1 га на 3484 рубля, по безотвальной и минимальной обработкам на 2443 и 2719 рублей соответственно.

В зернопропашном севообороте наблюдалась такие же закономерности, самое высокое повышение условно-чистого дохода было по вспашке, где оно составило 4386 рублей/га. В свою очередь по безотвальной и минимальной обработкам доход вырос на 1887 и 3136 рублей/га соответственно.

Таблица 6.1.1. – Экономическая эффективность агротехнических приемов возделывания
озимой пшеницы в зернотравянопропашном севообороте (2012-2014 гг.)

Внесено удобрений		Урожайность	Производственные затраты, руб./га	Стоимость продукции, руб./га	Условно-чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %	Себестоимость, руб./т
Навоз, т/га	NPK, дозы						
Вспашка							
0	0	2,98	10809	20687	9878	91,4	3627
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,30	16489	29851	13362	81,0	3835
80	0	3,68	12309	25547	13238	107,5	3345
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,70	17989	32627	14638	81,4	3827
Безотвальная обработка							
0	0	2,98	10649	20687	10038	94,3	3573
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,15	16329	28809	12480	76,4	3935
80	0	3,53	12149	24505	12356	101,7	3442
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,82	17829	33460	15631	87,7	3699
Минимальная обработка							
0	0	3,23	10489	22423	11934	113,8	3247
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,44	16169	30822	14653	90,6	3642
80	0	4,10	11989	28462	16473	137,4	2924
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,96	17669	34432	16763	94,9	3562

Таблица 6.1.2. – Экономическая эффективность агротехнических приемов возделывания озимой пшеницы в зернопропашном севообороте (2012-2014 гг.)

Внесено удобрений		Урожайность	Производственные затраты, руб./га	Стоимость продукции, руб./га	Условно-чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %	Себестоимость, руб./т
Навоз, т/га	NPK, дозы						
Вспашка							
0	0	2,93	10809	20340	9531	88,2	3689
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,38	16489	30406	13917	84,4	3765
80	0	3,78	12309	26241	13932	113,2	3256
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,85	17989	33669	15680	87,2	3709
Безотвальная обработка							
0	0	3,09	10649	21451	10802	101,4	3446
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,18	16329	29018	12689	77,7	3906
80	0	3,68	12149	25547	13398	110,3	3301
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,73	17829	32836	15007	84,2	3769
Минимальная обработка							
0	0	3,05	10489	21173	10684	101,9	3439
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,32	16169	29989	13820	85,5	3743
80	0	3,82	11989	26518	14529	121,2	3138
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	4,93	17669	34224	16555	93,7	3584

При последействии навоза в зернотравянопропашном севообороте условно-чистый доход по вспашке и безотвальной обработке находился примерно на таком же уровне, как и при внесении минеральных удобрений. Такая же закономерность наблюдалась и в зернопропашном севообороте. Самый высокий доход в обоих севооборотах был получен при сочетании внесения минеральных удобрений и последействия навоза по минимальной обработке.

Однако, выгодным с экономической точки зрения (уровень рентабельности больше 100 %) было последействие навоза, в остальных случаях затраты не окупились.

На экономические показатели влияет полегание посевов, которое усиливается при внесении минеральных удобрений ($N_{180}P_{120}K_{120}$) в сочетании с последействием навоза. Полегание озимой пшеницы при этом часто проявляется на 15-25 % посевной площади, что вызывает потери урожая при уборке.

Таким образом, чтобы получать высокие и стабильные урожаи озимой пшеницы порядка 3,5 – 4,0 т/га с условно-чистым доходом в пределах 12000-14000 руб./га и наименьшей себестоимостью продукции (2,9-3,3 руб./кг), необходимо размещать ее в зернотравянопропашном севообороте. В качестве основной обработки почвы рекомендовано проводить минимальную, а в качестве удобрения – навоз с последействием на 4 год.

6.2 Энергетическая эффективность

Биоэнергетическая эффективность, дополняя экономическую, позволяет сравнить различные технологии производства сельскохозяйственной продукции с позиции расхода энергии и способствует разработке научно-обоснованных экономичных и энергосберегающих технологий и рациональному использованию ресурсов.

Биоэнергетические показатели эффективности технологий возделывания озимой пшеницы в севооборотах при разных обработках почвы и внесении удобрений в конце третьей ротации севооборотов приведены в таблице 6.2.1.

При определении биоэнергетической эффективности разных вариантов возделывания озимой пшеницы затраты совокупной энергии (МДж/га) рассчитывались по следующим статьям расхода:

- затраты совокупной энергии на основные средства производства (машины и оборудование);
- затраты совокупной энергии на оборотные средства (семена, средства химизации, топливо, электроэнергия) и трудовые ресурсы.

Результаты оценки биоэнергетической эффективности изучаемых технологий показали, что содержание энергии в продукции при производстве озимой пшеницы изменялось от 58081 без применения удобрений до 139508 МДж/га при внесении минеральных удобрений в сочетании с последействием навоза. Общие затраты энергии на производство зерна озимой пшеницы в зернотравянопропашном севообороте без применения удобрений по обработкам выглядели так: по вспашке 12814, по безотвальной обработке 11793, и наименьшие затраты по минимальной обработке – 10802 МДж/га.

В зернопропашном севообороте данная закономерность сохранялась, но только с более высокими показателями. При последействии навоза удобрений затраты увеличивались.

При внесении минеральных удобрений общие затраты энергии в зернотравянопропашном севообороте увеличивались по способам обработки почв от 22 до 32 тыс. МДж/га с большими показателями по вспашке. В зернопропашном севообороте общие затраты энергии возрасли по минимальной обработке. По всем изучаемым севооборотам наименьшие общие затраты совокупной энергии были отмечены по минимальной обработке, а наибольшие – по вспашке.

Обобщающим показателем биоэнергетической эффективности возделывания культур является биоэнергетический коэффициент (отношение

содержания энергии в продукции к затратам совокупной энергии на ее производство). Биоэнергетический коэффициент зависит от видов севооборотов, способов основной обработки почвы и удобрений. В зернотравянопропашном севообороте по вспашке без удобрений он составил 5,7, по безотвальной и минимальной обработкам почвы – 6,0 и 6,4 соответственно. Наблюдалась закономерность увеличения биоэнергетического коэффициента по обоим севооборотам по безотвальной и минимальной обработкам почвы.

При внесении минеральных удобрений биоэнергетический коэффициент снижался на 15-30 %. При сочетании внесения минеральных удобрений и последействия навоза в зернопропашном севообороте биоэнергетический коэффициент был ниже по сравнению с зернотравянопропашным. Снижение данного коэффициента обусловлено большими общими затратами совокупной энергии на производство зерна озимой пшеницы.

Внесено удобрений		Содержание энергии в продукции, МДж/га			Общие затраты совокупной энергии на производство продукции, МДж/га			Энергетический коэффициент		
Навоз, т/га	NPK, дозы	B*	Б	М	B	Б	М	B	Б	М
Зернотравянопропашной севооборот										
0	0	73176	71782	69881	12814	11793	10802	5,7	6,0	6,4
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	138794	138807	138567	32274	31144	20228	4,3	4,5	4,6
80	0	76588	66877	63620	14680	12825	11894	5,2	5,2	5,3
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	144078	145759	140794	33770	32021	30914	4,3	4,6	4,6
Зернопропашной севооборот										
0	0	71171	62204	58081	12242	10432	9474	5,8	5,9	6,1
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	140527	137582	132820	31600	29919	28947	4,5	4,6	4,6
80	0	83481	77478	72188	14088	12736	11741	5,9	6,3	6,2
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	122458	139508	135236	33236	31825	30843	3,7	4,4	4,4

* В – вспашка, Б – безотвальная обработка, М – минимальная обработка

Следовательно, в условиях Белгородской области возможно получение высоких, стабильных урожаев зерна озимой пшеницы в пределах 4,5-5,0 т/га при размещении ее в зернопропашном севообороте, внесении удобрений в дозе $N_{180}P_{120}K_{120}$ кг/га д.в. по минимальной обработке почвы. Наиболее высокую энергетическую эффективность получали на варианте $N_{120}P_{120}K_{120} + N_{60}$ кг/га д.в. в подкормку весной. Содержание энергии в полученном урожае в 3,8-4,6 раз превосходило затраченную совокупную энергию на возделывание пшеницы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В условиях неустойчивого увлажнения в юго-западной части ЦЧР Российской Федерации на черноземе типичном содержание общего азота было выше в зернопропашном севообороте, чем в зернотравянопропашном, что связано с высокой микробиологической активностью и с большим выносом его с урожаем. При этом выявлено большее влияние большее значение последействия на 4 год навоза, чем внесение минеральных удобрений. Из основных способов обработки почвы, предпочтительно применять минимальную обработку, что немаловажно для сохранения почвенного плодородия и снижения агрогенной нагрузки на почву.

По завершении пяти ротаций севооборотов содержание общего азота увеличилось при проведении вспашки и безотвальной обработки почвы, по минимальной обработке отмечено снижение его содержания. Причем в зернотравянопропашном севообороте лучше проявила себя безотвальная обработка, а в зернопропашном – вспашка. Последействие навоза было более эффективным, чем применение минеральных удобрений.

2. В зернотравянопропашном севообороте содержание нитратного азота в верхнем слое почвы выше по вспашке, а меньше – по безотвальной обработке. В зернопропашном – также больше азота по вспашке, а меньше – по безотвальной обработке.

Внесение минеральных удобрений в сочетании с последействием навоза положительно влияло на содержание азота, что связано с увеличением микробиологической активности в почве. Содержание азота заметно снижалось с глубиной, что связано с его высокой подвижностью и миграцией вниз по профилю почвы.

3. В почве без применения удобрений содержание гидролизуемого азота выше по вспашке, а при минимальной обработке почвы низкое, но внесение минеральных удобрений в сочетании с последействием навоза оказалось более эффективным по минимальной обработке.

4. Безотвальная обработка в зернотравянопропашном севообороте способствовала увеличению нитрификационной способности в верхнем слое почвы по сравнении с другими способами обработки. Внесение минеральных удобрений обусловило повышение содержания нитратного азота после компостирования.

При внесении минеральных удобрений в сочетании с последействием навоза увеличение нитрификационной способности наблюдалось по минимальной обработке почвы, по безотвальной, наоборот, – ее снижение. В зернопропашном севообороте нитрификационная способность была выше при внесении минеральных удобрений по безотвальной и минимальной обработке, а при последействии навоза – по вспашке.

5. Содержание гумуса возрастало при внесении минеральных удобрений в дозах $N_{84-120}P_{124}K_{124}$ из расчета на 1 га севооборотной площади по вспашке и минимальной обработке в обоих севооборотах. В свою очередь, в зернотравянопропашном севообороте по безотвальной обработке отмечено некоторое снижение, однако последействие навоза привело к увеличению содержания гумуса. По другим способам основной обработки почвы повышения содержания гумуса от последействия навоза не наблюдалось

Применение минеральных удобрений в сочетании с последействием навоза привело к повышению его содержания при использовании всех способов основной обработки почвы.

6. Запасы гумуса в почве в большей степени зависели от внесения удобрений, чем от применяемых способов основной обработки почвы. Причем, эффект был выше от внесения минеральных удобрений, чем от последействия навоза. Так, в зернотравянопропашном севообороте самые большие запасы отмечены при применении минеральных удобрений по вспашке и минимальной обработке, такая же закономерность наблюдалась и в зернопропашном. Последействие навоза (4-й год) вызывало снижение содержания гумуса на всех изучаемых способах основной обработки почвы. При сочетании минеральных удобрений и последействия навоза в зернотравянопропашном севообороте

наблюдалось увеличение запасов гумуса по вспашке, они оставались на том же уровне по безотвальной обработке и снижались по минимальной обработке. В зернопропашном севообороте не отмечено различий по способам обработки почвы.

7. Соотношение углерода и азота в почве было более широким в зернотравянопропашном севообороте по сравнению с зернопропашным, что вероятно связано с большим накоплением углерода, чем азота при двухлетнем выращивании трав. Применение удобрений как минеральных, так и навоза способствовало сужению соотношения общего углерода и азота, что связано с внесением высоких доз азотных удобрений. Со снижением глубины основной обработки почвы также наблюдалось сужение соотношения С:N.

8. Применение удобрений привело к повышению урожайности озимой пшеницы по всем способам обработки почвы. Причем, минеральные удобрения оказывают большее влияние, чем последействие навоза. В зернотравянопропашном севообороте наибольшая урожайность наблюдалась по минимальной обработке почвы, а в зернопропашном – по безотвальной.

9. Внесение минеральных удобрений не оказало влияния на варьирование содержания сырого протеина в зерне озимой пшеницы в зернотравянопропашном севообороте по разным способам основной обработки почвы. Последействие навоза способствовало увеличению содержание сырого протеина при применении вспашки. По минимальной обработке, наоборот, произошло его снижение. Такая же закономерность в основном наблюдалась и в зернопропашном севообороте.

Содержание сырого протеина в зерне озимой пшеницы было выше в зернопропашном севообороте, что связано с лучшим азотным режимом почвы и более интенсивным выносом его с урожаем.

10. В обоих севооборотах внесение минеральных удобрений по вспашке и минимальной обработке не оказывало влияния на содержание клейковины в зерне. Последействие навоза по вспашке способствовало увеличению ее содержания, причем, эффективность была выше при отдельном внесении, чем в сочетании с минеральными удобрениями.

В зернопропашном севообороте при внесении удобрений произошло снижение содержания клейковины, что связано с увеличением урожайности озимой пшеницы.

11. В ходе наших исследований было установлено, что получение высоких и устойчивых урожаев озимой пшеницы 4,7-5,0 т/га с условно-чистым доходом 14638-16763 руб./га и наименьшей себестоимостью продукции, обусловлено размещением ее в зернотравянопропашном севообороте. При исследовании основной обработки почвы наибольший эффект отмечен по минимальной обработке, а при изучении удобрения – последействие навоза на 4 год.

Наиболее высокая энергетическая эффективность получена при применении минеральных удобрений ($N_{120}P_{120}K_{120}$ под основную обработку + N_{60} кг/га в подкормку весной). Содержание энергии в полученном урожае в 3,8-4,6 раз превосходило затраченную совокупную энергию на возделывание пшеницы.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В юго-западной части Центрально-чernоземного региона на черноземе типичном для получения высоких и качественных урожаев озимой пшеницы с учетом разной обеспеченности хозяйств ресурсами рекомендуется при низком их достатке использовать последействие навоза, что позволит повысить экономические возможности в первом случае, при среднем – применять минеральные удобрения в дозе N180P120K120, что позволит сохранить почвенное плодородие на фоновом уровне и при высоком – минеральные удобрения в сочетании с навозом, что обеспечит почвенного плодородия .

2. Для обеспечения оптимального азотного режима в почве под озимой пшеницей целесообразно проводить минимальную обработку при внесении минеральных удобрений в сочетании с последействием навозом.

3. Для создания благоприятных условий роста и развития озимой пшеницы необходимо размещать ее в севооборотах с эспарцетом, что позволит экономить до 30 % применения азотных минеральных удобрений по сравнению с возделыванием по гороху в зернопропашном севообороте.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В дальнейшем планируется продолжение изучения данной темы: влияние средств химизации на экологическое и агрохимическое состояние чернозема типичного, а также продуктивность основных сельскохозяйственных культур. Разработка математических моделей по регулированию основных показателей плодородия почв, повышению урожайности и качества сельскохозяйственных культур.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеенко, М. Д. Сочетать различные приемы / М. Д. Авдеенко, М. Г. Евтушков // Земледелие. - 1987. - № 12. - С. 42.
2. Авраменко, П. М. Агрохимическое состояние почв Белгородской области / П. М. Авраменко, М. А. Ероховец, С. В. Лукин // Белгородский агромир. - 2002. - №3. – С.36-38
3. Агроклиматические ресурсы Белгородской области. – Л., 1972. – 91 с.
4. Азаров, В. Б. Мониторинг плодородия почв Центрального Черноземья / В. Б. Азаров. Белгород: Отчий край, 2004. - 204 с.
5. Акулов, П. Г. Изменение плодородия черноземов в условиях интенсивных технологий возделывания с.-х. культур в специализированных севооборотах / П. Г. Акулов, В. Б. Азаров // Пути интенсификации сельскохозяйственного производства. – Белгород. - 1995. - С. 113-116.
6. Акулов, П. Г. Основные свойства чернозёмов Центрально-Чернозёмной России / П. Г. Акулов, Б. Ф. Азаров, В. Д. Соловиченко // В кн.: Плодородие чернозёмов России. – М.: 1998. – С. 340-363
7. Александрова, Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Л., 1980. - 288 с.
8. Архипкин, В. Г. Подготовка паров под озимые в Приуралье / В. Г. Архипкин, В.В. Вьюрков // Земледелие. - 1992. - № 7-8. - С. 24-25
9. Асланов, Г. А. Эффективность совместного применения цеолита с удобрениями под озимую пшеницу в Гянджа-Казахской зоне Азербайджана / Г. А. Асланов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева, 2016. - № 3 (31). – С. 8-11.
10. Асыка, Н. Р. Лучше использовать Белгородский гектар / Н. Р. Асыка // Земледелие. - 1989. - № 12. - С. 4-6.
11. Асыка, Н. Р. Продуктивность сортов озимой пшеницы в зависимости от предшественников и фонов питания / Н. Р. Асыка, Н. В. Балабанова // Совершенствование интенсивных технологий возделывания зерновых культур в

ЦЧЗ. сб.науч.тр. - Белгород, 1988. - С. 44-46.

12. Асыка, Н. Р. Об эффективности чистых и занятых паров в Белгородской области / Н. Р. Асыка. Материалы зонального научно-методического совещания НИИСХ ЦЧП. - Камен. Степь, 1975.
13. Афонченко, Н. В. Плотность сложения и структура почвы на залежных землях / Н. В. Афонченко, Г. П. Глазунов, Н. А. Сосов, М. Н. Бойченко, В. В. Двойных // сборник докладов Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия - Курск, 2014. - С.15-18
14. Ахтырцев, Б. П. Изменение запаса гумуса в лесостепных и степных почвах под влиянием земледельческого использования и водной эрозии / Б. П. Ахтырцев, В. Д. Соловиченко // Почвоведение. – 1984. - №3. – С. 15-18
15. Баздырев, Г. И. Земледелие / Г.И. Баздырев – М.: КолосС, 2008. - 607 с.
16. Бакаева, Н. П. Влияние предшественников, способов основной обработки почвы и удобрений на урожайность и биохимические показатели качества зерна озимой и яровой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / Н. П. Бакаева, О. Л. Салтыкова // Успехи современного естествознания, 2007. - № 12. – С. 5-10
17. Баранов, А. И. Динамика содержания гумуса и основных элементов минерального питания в солонцах юга России при улучшении естественных кормовых угодий / А. И. Баранов, В. П. Данилевский // Агрохимия. - 2009. - №9. - С. 3-9
18. Беленков, А. И. Севообороты и основная обработка почвы в Нижнем Поволжье / А. И. Беленков // Земледелие. - 2002. - №3. - С. 7-8.
19. Бельтиков, Л. П. Основы технологии производства зерна в засушливых условиях юга России / Л. П. Бельтиков и др. // Вестник аграрной науки Дона, 2017. – Т. 1. - № 37-1. – С. 52-64.
20. Бижоев, Б. М. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы, баланс питательных веществ и продуктивность севооборотов в степной зоне Кабардино-Балкарской АССР / Б. М. Бижоев // Агрохимия. - 1988. - №3. - С. 37-44.

21. Бобренко, И. А. Эффективность применения микроудобрений под озимую пшеницу на лугово-черноземной почве западной Сибири / И. А. Бобренко, В. М. Красницкий, Н. В. Гоман, В. И. Попова // Плодородие, 2011. - № 4 (61). – С. 18-19.
22. Богомазов, Н. П. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от погодных условий и удобрений на выщелоченных чернозёмах / Н. П. Богомазов, Н. Н. Нетребенко, Е. А. Пендюрин // Стабилизация развития АПК Центрального Чернозёмья на основе рационального использования природно-ресурсного потенциала. Тезисы докладов научно-практической конференции, посвящённой 150-летию со дня рождения В. В. Докучаева. Воронеж. - 1996. – С. 158-159
23. Бойко, П. И. Нужны длительные многофакторные опыты / П.И. Бойко, М.С. Гаврилюк, И.С. Шаповал // Земледелие. - 1987. - №3. - С. 11-14
24. Бондарева, К. Г. Влияние длительного применения удобрений на агрохимические свойства тёмно-серых почв и продуктивность различных типов севооборотов / К. Г. Бондарева, И. Т. Холявина // Почвозащитные обработки и рациональное применение удобрений. – Каменная Степь. - 1989. – С. 105-110.
25. Бондаренко, М. В. Комплексное влияние севооборотов, удобрений и приемов обработки на показатели плодородия чернозема типичного и урожайность основных сельскохозяйственных культур: Автореф. дис.... канд. с.-х. наук. Белгород, БелГСХА, 2005. - 22 с.
26. Борин, А. А. Какая обработка почвы лучше? / А. А. Борин, И. Г. Мельцаев // Земледелие. - 1995. - № 4. - С. 32.
27. Боронтов, О. К. Влияние обработки почвы и предшествующей культуры на структуру чернозёма выщелоченного / О. К. Боронтов, И. М. Никульников // Агрохимия. - 2003. - №3. – С. 5-17
28. Бровкин, В. И. Обработка почвы в первой ротации зернопропашного севооборота / В. И. Бровкин, А. Ю. Акимов // Земледелие. - 2002. - №3. – С. 14-15
29. Бушнев, А. С. Изменение структуры чернозёма выщелоченного при различных системах основной обработки почвы в севообороте с масличными культурами / А. С. Бушнев // Материалы Всероссийской научно-практической

конференции Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства «Биологизация земель в адаптивно-ландшафтной системе земледелия» - изд-во: Отчий край, - Белгород. - 2015 - С. 28-33

30. Ваксман, С. А. Гумус: происхождение, химический состав и значение его в природе / С. А. Ваксман. - М., 1937. - 231 с.

31. Вислобокова, Л. Н. Биологические приёмы сохранения и воспроизводства почвенного плодородия в адаптивно-ландшафтной системе земледелия Тамбовской области / Л. Н. Вислобокова, Ю. П. Скорочкин, В. А. Воронцов // Достижения науки и техники АПК. - 2006. - №6. - С. 25-26

32. Витер, А. Ф. Повышение почвенного плодородия различными обработками // Влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур на плодородие почв. Науч. тр. - Каменная Степь, 1985. - С. 94-101.

33. Витер, А. Ф. Системы обработки почвы в Центрально-Черноземной зоне / А. Ф. Витер, Н. Я. Кутовая // Земледелие. - 1986. - №1. - С. 23-25.

34. Власенко, А. Н. Перспективы минимализации обработки почвы в лесостепных районах Сибири / А. Н. Власенко, В. С. Сапрыкин // Земледелие. - 1994. - № 4. - С. 20-22.

35. Возбуцкая, А. Е. Химия почв / А. Е. Возбуцкая. - М.: Высшая школа, 1968. - 427 с.

36. Воронин, А. Д. Основы физики почв / А. Д. Воронин. – М.: Изд-во Моск. ун-та. - 1986. - 244 с.

37. Выблов, Б. Р. В Присивашье / Б. Р. Выблов, А. В. Выброва // Земледелие. - 1990. - № 2.- С. 65-66.

38. Габбибов, М. А. Научные основы повышения продуктивности зернопропашного севооборота при разном уровне насыщения органическими и минеральными удобрениями в Южной части Центрального района Нечерноземной зоны: автореф. дис. ... док. с.-х. наук. / М. А. Габбибов: М., 2001. - 35 с.

39. Гамзиков, Г. П. Изменение содержания гумуса в почвах в результате сельскохозяйственного использования: Обзорная информ / Г. П. Гамзиков, М. Н. Кулагина / ВНИИТЭИагропром. М., 1992. - 48 с.
40. Гасанов, Г. Н. Приемы обработки каштановой почвы и продуктивность звена севооборота «пожнивная культура - озимая пшеница» / Г. Н. Гасанов, А. А. Бексултанов, Ж. Н. Абдуллаев, Н. Р. Магомедов // Аграрная наука, 2012. - № 3. – С. 9-12.
41. Герасимов, Н. М. Влияние условий выращивания на урожай зерна и урожайные качества семян озимой пшеницы: Автореф. канд. с.-х. наук. Харьков, 1970.
42. Головко, И. М. В борьбе за качество зерна / И. М. Головко, В. В. Немешкалов // Земледелие, 1982. - № 2. - С. 23-24.
43. Гринев, В. М. Сочетание обработок в севообороте / В. М. Гринев // Земледелие. - 1986. - № 10. - С. 33-34.
44. Гринченко, А. М. Экологические основы окультуривания почв / А. М. Гринченко, В. Д. Муха, Т. А. Гринченко и др. // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1983. - №10. – С. 83-85.
45. Губанов, Я. В. Озимая пшеница / Я. В. Губанов, Н. Н. Иванов. - М.: Агропром-издат, 1988. - 303 с.
46. Данков, В. А. Научно обоснованная система земледелия Белгородской области / В. А. Данков, В. В. Булыгин, В. Г. Ржевский, А. М. Плохотин, П. Г. Акулов, И. И. Шелганов, А. С. Дружинин. - Белгород, 1990, - 241 с.
47. Дедов, А. В. Плодородие чернозёма типичного и урожайность озимой пшеницы в звене севооборота с приёмами биологизации / А. В. Дедов, Д. А. Болучевский // XVIII Международная научно-производственная конференция «Проблемы и перспективы инновационного развития агроинженерии, энергоэффективности и ИТ-технологий». – Белгород. – 2014. – С. 7
48. Демолон, А. Рост и развитие культурных растений / А. Демолон. - М.: Сельхозгиз, 1961. - 397 с.

49. Долгополова, Н. В. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна посевов озимой пшеницы / Н. В. Долгополова // Вестник КГСХА. - 2015. - №5. - С. 49-52
50. Доманов, М. Н. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений в центральном Черноземье: диссертация на соискание ученой степени канд. с/х наук. Спец. 06.01.01 / Доманов М. Н. - Белгород, 1999. - 161 с.
51. Доманов, Н. М. Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения / Н. М. Доманов, П. И. Солнцев, М. Н. Доманов // Материалы VII международной научно-производственной конференции, 25-28 марта 2003 г. – Белгород. - 2003. - С. 63.
52. Дьяконова, К .В. Органическое вещество и плодородие почв / К. В. Дьяконова // Органическое вещество почв и методы его исследования, Л. - 1990. - С. 4-11.
53. Елфимов, М. Н. Изменение структурного состояния чернозёма выщелоченного в зависимости от удобрений, обработки почвы и культур паропропашного севооборота ЦЧР / М. Н. Елфимов, О. А. Минакова, П. А. Косякин, Е. Н. Манаенкова, Л. В. Александрова, О. К. Боронтов // Биологизация земель в адаптивно-ландшафтной системе земледелия Материалы Всероссийской научно-практической конференции БелНИИСХ – 2015. - Отчий край, Белгород. - С. 307-312.
54. Ерицян, С. К. Влияние последействия удобрений и мелиорантов на озимую пшеницу в условиях Аскеранского района НКР / С. К. Ерицян, Н. В. Фарсиян // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2016. - № 3. – С. 28-32.
55. Ершов, С. А. Влияние предшественников и обработки почвы на урожай озимой пшеницы / С. А. Ершов, В. Г. Бурячковский, В. В. Коваленко // Земледелие, 1980. - № 11. - С. 24-26.
56. Завьялова, Н. Е. Влияние возрастающих доз полного минерального удобрения на органическое вещество и азотный режим дерново-подзолистой почвы

Предуралья / Н. Е. Завьялова, А. И. Косолапова, А. Н. Сторожева // Агрохимия. – 2014, № 6. – С. 20-28

57. Зеленская, Г. М. Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения / Г. М. Зеленская, А. С. Веренич // Тезисы докладов IV международной научно-производственной конференции, 23-26 мая 2000 г. – Белгород. - 2000. - С. 71-72.
58. Иванов, Н. Н. Озимые в Центрально-Черноземной полосе / Под ред. Н. Н. Иванова. Воронеж: Центр.-Черноз. кн. изд-во, 1975. - 104 с.
59. Исаев, А. П. Система воспроизведения плодородия почв в ландшафтном земледелии / А. П. Исаев, А. М. Платонов, Т. Г. Кухтина // Материалы научно-
60. Ишханова, Г. В. Влияние азотного удобрения и мелиорантов на процесс гумификации растительного материала / Г. В. Ишханова // Тез. докл. Всес. сов. Проблемы азота в интенсивном земледелии. – Новосибирск. - 23-28 июля 1990. – С. 103-104.
61. Кабелко, Г. Н. Полевая всхожесть семян озимой пшеницы / Г. Н. Кабелко // Селекция и семеноводство, 1969. - № 6.
62. Каличкин, В. К. Безотвальная и комбинированная обработка почвы в Западной Сибири / В. К. Каличкин, С. А. Ким // Земледелие. - 1996. - № 6. - С. 14-15.
63. Канцалиев, В. Т. Основная подготовка чернозема под озимые / В. Т. Канцалиев // Земледелие. - 1992. - № 3. - С. 24-26
64. Канцалиев, В. Т. Спisyвать плуг ещё рано! / В. Т. Канцалиев // Земледелие. - 1996. - №4. - С. 23-24.
65. Карабутов, А. П. Изменение свойств чернозёма типичного при длительном применении способов обработки и удобрений в Центрально-Чернозёмном регионе: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. / Карабутов Александр Петрович.
66. Картамышев, Н. И. Вновь о дифференциации корнеобитаемого слоя почвы /Н. И. Картамышев, М. Н. Герасимов // Земледелие. - 1989. - № 5. - С. 33-35.

67. Картамышев, Н. И. Изменение функции обработки почвы в интенсивном земледелии / Н. И. Картамышев, И. Т. Бардунова, Н. В. Афонченко, Н. В. Беседин // Экологические проблемы сохранения и воспроизводства почвенного плодородия. сб. науч. тр. ВНИИЗиЗПЭ. - Курск, 1989. - С. 57-69.
68. Картамышев, Н. И. Научные основы обработки почвы. – Курск: Изд-во КГСХА. - 1996. – 146 с.
69. Кауричев, И. С. Почвоведение / И. С. Кауричев, Н. П. Панов, Н. Н. Розов и др. – М.: Агропромиздат. - 1989. – 719 с.
70. Каштанов, А. Н. Значение и управление агрофизическими показателями почв в современном земледелии / А. Н. Каштанов, А. Г. Бондарев // Современная агрофизика – высоким агротехнологиям. Материалы Международной конференции. - Санкт-Петербург. - 2007. - С. 112-114.
71. Кvasov, B. A. Влияние удобрений на плодородие почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур / B. A. Kvasov, L. P. Nепобедимая // Стабилизация развития АПК Центрального Чернозёма на основе рационального использования природно-ресурсного потенциала. Тезисы докладов научно-практической конференции, посвящённой 150-летию со дня рождения B.B. Докучаева. – Воронеж. - 1996. - С. 43-46
72. Кененбаев, С. Б. Эффективность минимализации обработки почвы под озимую пшеницу на богарных землях юго-востока Казахстана / С. Б. Кененбаев, А. К. Киреев, А. Э. Хидиров, А. А. Асанбеков // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2007. - № 10 (178). – С. 91-97.
73. Керимов, Я. Г. Влияние основной обработки почвы на развитие озимой пшеницы / Я. Г. Керимов // Земледелие, 2008. - № 8. - С. 28-29
74. Кильдюшкин, В. М. Влияние способов основной обработки почвы, удобрений и мелиоранта на показатели плодородия и урожайность озимой пшеницы / В. М. Кильдюшкин, А. Г. Солдатенко, В. А. Кулик, Е. Г. Животовская, Т. С. Китайгора // Биологизация земель в адаптивно-ландшафтной системе земледелия Материалы Всероссийской научно-практической конференции БелНИИСХ – Отчий край, Белгород. – 2015. – С. 108-113

75. Киреев, А. К. Минимизация обработки бодярных сероземов / А. К. Киреев // Земледелие. - 1994. - № 1. - С. 12-13.
76. Киреев, А. К. Минимализация обработки почвы под озимую пшеницу на бодяре / А. К. Киреев, Н. К. Тынынбаев, Е. К. Жусупбеков // Наука и мир, 2016. – Т. 1. - № 8 (36). – С. 41-46.
77. Кирюшин, В. И. Мальцев и развитие теории обработки почвы / В. И. Кирюшин // Земледелие. - 2005. - № 5. - С. 6-8.
78. Кирюшин, В. И. Экологизация земледелия и технологическая политика / В. И. Кирюшин. - М.: Изд-во МСХА, 2000. - 473 с.
79. Кирюшин, В. И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин. - М.: КолосС. - 2010. -366 с.
80. Коваленко, А. П. Размещение зерновых культур в интенсивных севооборотах / А. П. Коваленко // Земледелие, 1987. - № 10. - С. 25-27.
81. Коломиец, Н. В. Минимализация обработки почвы в севообороте / Н.В. Коломиец // Земледелие. - 1993. - № 2. - С. 13-14.
82. Кореньков, Д. А. Пути повышения эффективности азотных удобрений / Д. А. Кореньков // В кн. Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. - М.: Наука. - 1985. - С. 51-57.
83. Корнева, Н. Г. Условия повышения плодородия орошаемых почв Киргизии при получении высоких и максимальных урожаев / Н. Г. Корнева, Г. Д. Чернова Н. Н. Пирогова и др. // Применение удобрений и расширенное воспроизводство плодородия почв. – М. - 1989. – С. 70-73.
84. Корнилов, И. М. Основная обработка в севообороте на юго-востоке ЦЧЗ / И. М. Корнилов, Б. А. Рыбалкина // Система воспроизводства плодородия почв в ландшафтном земледелии. – Матер. Всеросс. науч.- практ. конф. - Белгород. - 2001. - С. 105-106.
85. Королёв, В. А. Физические свойства антропогенно-преобразованных чернозёмов центра Русской равнины. / В. А. Королёв // В кн.: Чернозёмы

Центральной России: генезис, география, эволюция. - Материалы конф. посвящённой 100-летию Адерихина П.Г. - Воронеж. - 2004. - С. 59-78.

86. Костюкевич, Л. И. Влияние известкования и удобрений на содержание и состав гумуса дерново-подзолистой почвы / Л. И. Костюкевич, Н. Н. Алексёйчик // Почвоведение. - 1990. - № 2. - С. 37-41.

87. Косякин, П. А. Влияние обработки чернозёма выщелоченного на его агрофизические и агрохимические свойства / П. А. Косякин, О. А. Минакова, О. К. Боронтов, Е. Н. Манаенкова, С. Ю. Плотников // сборник докладов – Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия - Курск. - 2014. - С. 93-95.

88. Котельникова, М. Н. Влияние системы удобрения и способа основной обработки почвы на урожайность зерна озимой пшеницы в условиях Курской области / М. Н. Котельникова, В. И. Лазарев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2015. - № 7. – С.110-114.

89. Котлярова, О. Г. Ландшафтная система земледелия Центрально-Черноземной зон / О.Г. Котлярова. – Белгород. Белгородская ГСХА. - 1995. - 292 с.

90. Котлярова, О. Г. Ландшафтная система земледелия Центрально-Черноземной зоны / О. Г. Котлярова. - Белгород: изд-во БелГСХА, 1995. - 294с.

91. Котлярова, О. Г. Особенности технологии на склонах / О. Г. Котлярова, М.И. Сальников // Земледелие. 1985. №3. - С. 40-42.

92. Котоврасов, И. П. Минимализация обработки почвы в севообороте / И. П. Котоврасов // Ресурсосберегающие технологии обработки почв: Сб. науч. тр. - ВНИИЗиЗПЭ, Курск. - 1989. - С. 28-37.

93. Котоврасов, И. П. Минимализация обработки почвы в севообороте / И. П. Котоврасов // Ресурсосберегающие технологии обработки почв.сб. науч. тр. ВНИИЗиЗПЭ. - Курск, 1989. - С. 28-37.

94. Кошкин, П. Д. Эффективность разных систем основной обработки почвы / П. Д. Кошкин // Земледелие, 1997. - №2. - С. 21-23.

95. Кружков, Н. К. Совершенствование систем земледелия в Центральной Лесостепи на основе активизации биологических факторов: автореф. дисс... д. с.-х. наук: 06.01.01. - Общее земледелие / Орловский ГАУ - Орёл, 2007. - 45 с.

96. Кудашов, Ю. И. Влияние различных сидеральных культур на плодородие почвы и продуктивность звена севооборота в юго-восточной части центрально-чернозёмной зоны: дис. ... канд. с.-х. наук / Ю. И. Кудашов. - Каменная Степь, 1996. - 137 с.
97. Кузнецов, А. В. Влияние степени агрогенного воздействия на агроэкологическое состояние чернозёма типичного ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. В. Кузнецов. - Курск, 2012. – 24 с.
98. Кузнецова, И. В. О некоторых критериях оценки физических свойств почв / И. В. Кузнецова // Почвоведение. - 1979. - №3. - С. 81-88
99. Ладонин, В. Ф. Физико-химический аспект эффективности локального внесения минеральных удобрений / В. Ф. Ладонин, А. М. Гордеев, Ю. А. Гордеев // Агрохимия, 2005. - № 5. - С. 49-54
100. Лазарев, В. И. Зависимость урожайности озимой пшеницы от основных природных и антропогенных факторов / В. И. Лазарев // Зерновые культуры, 1997. - № 3. - С. 16-17.
101. Лапа, В. В. Продуктивность плодосменного севооборота и плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы при применении различных систем удобрения / В. В. Лапа, Н. Н. Ивахненко, А. А. Бавтрук // Агрохимия. - № 6. - 2009. - С. 22-31
102. Леонтьева, Е. В. Влияние вида угодий, агрогенных факторов и местоположения в рельефе на состав и устойчивость органического вещества чернозёмов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е.В. Леонтьева. - Курск, 2007. - 24 с.
103. Листопадов, И. Н. Плодородие почвы в интенсивном земледелии / И. Н. Листопадов, И. М. Шапошникова. М.: Россельхозиздат, 1984. - 205 с.
104. Логачев, Ю. Б. В Черноземье / Ю. Б. Логачев, Н. И. Картамышев // Земледелие. - 1989. - № 10. - С. 64-66.
105. Лукин, С. В. Основные результаты локального агроэкологического мониторинга пахотных почв / С. В. Лукин, Н. И. Корнейко // Белгородский агромир. - 2009. - № 2. - С. 48-50.

106. Лукин, С. В. Экологические проблемы и пути их решения в земледелии Белгородской области / С. В. Лукин. - Белгород: «Крестьянское дело», 2004. - 162 с.
107. Лукин, С. В. Эколо-агрохимические основы адаптивных систем земледелия для эрозионно-опасных и загрязненных тяжелыми металлами агроландшафтов в ЦЧР России: Автореф. дис... доктора с.-х. наук. М.: ВИУА, 1999. - 46 с.
108. Лученок, Л. Н. Влияние длительности сельскохозяйственного использования на ферментативную активность, эмиссию CO₂ и азотный режим торфяных почв Полесья / Л. Н. Лученок, С. Г. Баран, А. С. Тулина, В. М. Семенов // Мелиорация, 2014. - № 1 (71). – С. 74-83.
109. Лыков, А. М. Гумус и плодородие почв / А. М. Лыков. - М., 1995. - 190 с.
110. Лютая, Ю. А. Изменение гумуса выщелоченных чернозёмов под влиянием способов основной обработки и удобрений / Ю. А. Лютая // Тез. докл. 8 съезда почв. - Новосибирск. - 14-18 авг. 1989. - С. 52-54.
111. Ляшко, М. У. Влияние предшественников яровой пшеницы и азотных удобрений на питательный режим при орошении / М. У. Ляшко, А. В. Шуравилин, Е. А. Пивень, Садык Обейд хасун // Агрохимический вестник. – 2011, - № 5. -С. 46-48.
112. Макаров, И. П. Дифференциация пахотного слоя по плодородии, способы обработки дерново-подзолистых почв / И. П. Макаров, А. А. Платунов, Г. Е. Козлов // Земледелие, 1985. - № 7. - С. 7-11.
113. Макарова, А. И. Изменение гумусового и агрегатного состава дерново-подзолистых почв под влиянием систем удобрений / А. И. Макарова, Г. А. Романов А. О. Рыбаков // Агрохимический вестник. - 2012. - № 1. - С. 30-31
114. Мальцев, В. Т. Условия азотного питания полевых культур и применение азотных удобрений на почвах приангарья: Автореф. дис... д-ра с.-х. наук. Омск: изд-во ОмГАУ, 2000. - 33 с.

115. Мамонтов, В. Т. Изменение содержания гумуса и его качественного состава под влиянием сельскохозяйственного использования мощного чернозёма Западной Степи УССР / В. Т. Мамонтов // Агрохимия. - 1975. - № 2. - С. 71-75.
116. Манько, Ю. П. Изменение продуктивности севооборота и плодородия почвы в связи с системами ее основной обработки почвы в условиях лесостепи Украины / Ю. П. Манько, И. П. Максимчук, И. С. Руденко и др. // Ресурсосберегающие технологии обработки почв. сб. науч. тр. ВНИИЗиЗПЭ. - Курск, 1989. - С. 93-101.
117. Марин, В. И. Способы и глубина основной обработки почвы в звене севооборота с соей / В. И. Марин, Л. И. Токарева, О. В. Панфилова // Науч.-тех. Бюллетень ВНИИМК. - 1991. - Вып. 3 (114). - С. 42-46
118. Масютенко, М. Н. Влияние севооборотов, систем обработки почвы и экспозиции склона на агрофизические и биологические свойства чернозёма типичного и урожайность сельскохозяйственных культур: дис. ... канд. с.-х. наук / М. Н. Масютенко. - Курск, 2014. - 166 с.
119. Масютенко, Н. П. Трансформация органического вещества в чернозёмных почвах ЦЧР и системы его воспроизведения / Н. П. Масютенко. - Москва, 2012. - 150 с.
120. Масютенко, Н. П. Энергетический потенциал органического вещества чернозёмов лесостепной ЦЧЗ / Н. П. Масютенко // Сборник докладов Международной научно-практической конференции: Модели и технологии оптимизации земледелия. - Курск. - 2003. - С. 157-161
121. Медведев, В. В. Оптимизация агрофизических свойств чернозёмов / В. В. Медведев. - М., 1988. - 158 с.
122. Минакова, О. А. Изменение плодородия выщелоченного чернозёма и продуктивности культур в зерносвекловичном севообороте Центрально-Чернозёмного региона при длительном применении удобрений / О. А. Минакова, Л. В. Александрова // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 2008. - №3. - С. 36-38.

123. Минакова, О. А. Плодородие чернозёма выщелоченного при длительном применении удобрений под сахарную свёклу в ЦЧР / О. А. Минакова // сборник докладов Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. - Курск. - 2014. - С. 72-76
124. Минеев, В. Г. Агрохимия / В. Г. Минеев. - М.: Колос, 2004. - 720 с.
125. Минеев, В. Г. Агрохимия, биология и экология почвы / В. Г. Минеев, Е. Х. Ремпе. - М.: Росагропромиздат, 1990. - 206 с.
126. Минеев, В. Г. Практикум по агрохимии: Учебное пособие. – М.: МГУ, 2001. - 689 с.
127. Митрохина, О. А. Содержание подвижных форм элементов питания в чернозёмах типичных Курской области // Модели автоматизированного проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции. Курск, 2010. - С. 215-217.
128. Мишустин, Е. Н. Азотный баланс в почвах СССР / Е. Н. Мишустин // В кн. Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. - М.: Наука. - 1985. - С. 3-11.
129. Мишустин, Е. Н. Микробиология / Е. Н. Мишустин, В. Т. Емцев. - М.: Агропромиздат, 1987. - 368 с.
130. Моргун, Ф. Т. Почвозащитное земледелие / Ф. Т. Моргун, Н. К. Шикула, А. Г. Тарапико. - Киев: Урожай, 1983. - 240 с.
131. Музычкин, Е. Т. Плодородие мощных чернозёмов и создание уравновешенного баланса питательных элементов / Е. Т. Музычкин // Научные основы рационального использования и повышения плодородия почв. - Ростов-на-Дону, 1978. - С. 58-61
132. Навольнева, Е. В. Гумусное состояние чернозёма типичного / Е. В. Навольнева // XX Международная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных Ломоносов-2013. Москва, 2013. - С. 180-181
133. Навольнева, Е. В. Структурно-агрегатный состав и плотность почвы – одни из основных признаков плодородия почв / Е. В. Навольнева, А. Г. Ступаков // Биологизация земель в адаптивно-ландшафтной системе земледелия Материалы

Всероссийской научно-практической конференции БелНИИСХ - Белгород: Отчий край, 2015. - С. 164-168

134. Назарюк, В. М. Влияние удобрений и растительных остатков на плодородие почвы, продуктивность и химический состав зерновых культур / В. М. Назарюк, Ф. Р. Калимуллина // Агрохимия, 2010. - №6. - С. 18-27
135. Назарюк, В. М. Почвенно-экологические основы оптимизации питания растений / В. М. Назарюк. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. - 364с.
136. Найдин, П. Г. Удобрение зерновых и зернобобовых культур / П. Г. Найдин. М.: Сельхозиздат, 1963. - 264 с.
137. Небольсин, И. М. К освоению полевых севооборотов / И. М. Небольсин. Материалы в помощь с.-х. пр-ву, вып. 3, ч. 2. Воронеж, 1973.
138. Небольсин, И. М. Соблюдать основную агротехнику / И. М. Небольсин // Зерновое хозяйство, 1974. - № 9.
139. Несмеянова, М. А. Приёмы биологизированной технологии возделывания подсолнечника и плодородие почвы / М. А. Несмеянова, А. В. Дедов // Материалы конференции Проблемы и перспективы инновационного развития агроинженерии, энергоэффективности и ИТ-технологий. – Белгород, 2014. - с.19
140. Никитин, В. В. Влияние различных агротехнических приёмов на урожайность сахарной свёклы в севооборотах Белгородской области / В. В. Никитин, В. Д. Соловиченко, В. В. Навальнев и др. // Земледелие, 2013. - №4. -С. 26-28.
141. Никитин, В. В. Значение отдельных агротехнических факторов в биологизации земледелия / В. В. Никитин, А. Н. Воронин, В. В. Навальнев и др. // Агрохимия, 2013. - № 8. - С. 53-59.
142. Никитин, В. В. Оценка факторов продуктивности севооборота / В. В. Никитин, В. Д. Соловиченко, А. П. Карабутов, В. В. Навальнев // Земледелие, 2013. - № 1. - С. 12-14.
143. Никитина, О. Г. Повышение устойчивости и эффективности воспроизводства в зерновой отрасли / О. Г. Никитина, И. Л. Музалёва, Е. В.

Векленко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной, 2009. - №5. - С. 9-13

144. Никитишен, В. И. Плодородие почвы и устойчивость функционирования агроэкосистемы / В. И. Никитишен. - М.: Наука, 2002. - 258 с.
145. Никитишен, В. И. Эколого-агрохимические основы сбалансированного применения удобрений в адаптивном земледелии // М.: Наука, 2003. – 183 с
146. Никифоренко, Л. И. Безотвальная обработка и гумусное состояние эродированного чернозёма / Л. И. Никифоренко // Земледелие, 1989. - № 3. - С. 27-29.
147. Никольский, Н. Н. Почвоведение / Н. Н. Никольский. - Москва, изд.: Учпедгиз, 1963. - 304 с.
148. Новичихин, А. М. Основные пути сохранения и расширенного воспроизводства плодородия чернозёмов / А. М. Новичихин // Почвозащитная обработка и рациональное применение удобрений. Науч. тр. - Каменная Степь, 1989. - С. 17-19.
149. Орлов, А. Н. Энергосберегающие приемы возделывания озимой пшеницы в лесостепи среднего Поволжья / А. Н. Орлов, Н. Н. Тихонов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. - № 1 (21). – С. 34-37.
150. Павловский, В. Б. Результаты изучения элементов энергосберегающих технологий возделывания культур зерносвекловичного севооборота / В. Б. Павловский, И. Д. Василенко, Е. И. Пчеленко, В. Ф. Ващук // Ресурсосберегающие технологии обработки почв. Сб. Науч. тр. ВНИИЗиЗПЭ. – Курск, 1989. - С. 147-154.
151. Перфильев, Н. В. Основная обработка и гумусное состояние тёмно-серых лесных почв Северного Зауралья / Н. В. Перфильев // Земледелие, 1995. - № 5. - С. 8-9.

152. Петенько, А. И. Влияние окультуривания на агрохимические показатели / А. И. Петенько // Агрохимический вестник. - 2009. - № 6. – С. 8-9.
153. Пинчук, А. П. Баланс гумуса в чернозёме выщелоченном в системе агроэкологического мониторинга / А. П. Пинчук, Л. Х. Аветянц // Труды Куб. ГАУ: Энтузиасты аграрной науки – Краснодар, 2009. - Вып. 10. – С. 256-260
154. Пискунов, А. С. Азот почвы и эффективность азотных удобрений на сельскохозяйственных культурах в Предуралье / А. С. Пискунов. - Пермь: Пермск. СХИ, 1994. - 168 с.
155. Полунин, С. Ф. Влияние различных доз и сочетаний навоза и минеральных удобрений на продуктивность культур севооборота и плодородие дерново-подзолистых почв / С. Ф. Полунин // Бюлл. ВИУА, вып. 88. – М. - 1988. – С. 5-10.
156. Пономарёва, В. В. Гумус и почвообразование / В. В. Пономарёва, Т. А. Плотникова – М., 1980. – 220 с.
157. Попова, В. И. Биоэнергетическая эффективность применения макро- и микроудобрений под озимую пшеницу / В. И. Попова, Н. В. Гоман // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2013. – Т. 3. - № 6. – С. 219-222.
158. Попова, Т. В. Изменение агрофизических свойств чернозёма типичного под воздействием разных видов зелёных удобрений / Т. В. Попова, С. И. Смуров, Г. С. Агафонов // Материалы конференции Проблемы и перспективы инновационного развития агроинженерии, энергоэффективности и ИТ-технологий. – Белгород. – 2014. - С. 23.
159. Поршнев, Г. А. Влияние сроков, способов обработки почвы и сроков посевов на урожайность озимой пшеницы в занятом пару / Г. А. Поршнев, Е. А Дробязгина // Повышение плодородия черноземов и агротехника возделывания сельскохозяйственных культур. Науч.тр. - Каменная Степь, 1984. - С. 74-80.
160. Посыпанов, Г. С. Растениеводство / Г. С. Посыпанов, В. Е. Долгодворов, Б. Х. Жеруков и [др.] // М.: КолосС, 2006. – 612 с.
161. Протасова, Н. А. Микроэлементы (Cr, V, Ni, Mn, Zn, Си, Со, Ti, Zr, Ga,

Ве, Sr, Ba, В, I, Mo) в черноземах и серых лесных почвах Центрального Черноземья / Н. А. Протасова, А. П. Щербаков. Воронеж: ВГУ, 2003. - 368 с.

162. Прохоров, А. А. Плоскорез в Саратовской области / А. А. Прохоров, Н. С. Свиридов, В. Ф. Кульков // Земледелие. - 1993. - № 4. - С. 18-19.
163. Прутков, Ф. М. Озимая пшеница / Ф. М. Прутков. М.: Колос, 1970.
164. Прянишников, Д. Н. Избранные сочинения в трех томах. Агрохимия. Т. 1 / Д. Н. Прянишников. - М.: Сельхозлит., 1963. – 125 с.
165. Пшеничный, А. Е. Как повысить качество зерна пшеницы в Центрально-Черноземной зоне / А. Е. Пшеничный - Воронеж: Центр.-Черн. кн. изд-во, 1978. – 84 с.
166. Рабочев, И. С. В поисках плодородия / И. С. Рабочев, Н. Г. Вуколов. - М.: Советская Россия, 1983. – 126 с.
167. Рудай, И. Д. Агроэкологические проблемы повышения плодородия почв / И. Д. Рудай. – М: Россельхозиздат, 1985. – 255 с.
168. Рымарь, С. В. Изменение показателей чернозёма обыкновенного под длительным воздействием удобрений и различных приёмов основной обработки почвы в условиях ЦЧЗ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / С. В. Рымарь. – Каменная Степь, 2007. – 21 с.
169. Рябов, Е. И. Почвозащитная система земледелия на основе минимальной обработки / Е. И. Рябов, А. М. Белозеров, С. И. Бурыкин // Земледелие. - 1992. - № 1. - С. 31-35.
170. Рябов, Е. И. Теория и технология минимальной обработки почвы / Е. И. Рябов // Земледелие. - 1990.- № 1. - С. 27-31.
171. Сабитов, М. М. Минимальная обработка почвы под озимую пшеницу / М. М. Сабитов // Земледелие, 2009. - № 5. - С. 24-25.
172. Савчук, С. В. Способы основной обработки чистого пара под озимую пшеницу на черноземах южных Оренбургского Предуралья / С. В. Савчук // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2010. - № 2 (26). – С. 24-27.

173. Сдобников, С. С. Мобильные формы гумуса и плодородие осушаемой почвы / С. С. Сдобников, В. А. Бойков // Земледелие. - 1993. - № 2. – С. 7-8.
174. Сдобников, С. С. Обработка почвы и питание растений / С. С. Сдобников // Земледелие, 1980. - №8. - С. 18-21.
175. Семихненко, П. Г. Влияние основной обработки на структуру и сложение пахотного слоя выщелоченного чернозёма / П. Г. Семихненко, П. Н. Ярославская // Почвоведение. - 1977. - №8. – С. 93-99.
176. Сенливый, В. Н. Эффективные способы обработки черного пара на юге Украины / В. Н. Сенливый, А. И. Остапенко, Н. М. Котляр // Земледелие. - 1985. - №3. - С. 27-28.
177. Сидорина, С. И. Влияние длительного применения удобрений на качественный состав и физико-химические свойства гумуса почв зоны недостаточного увлажнения: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С. И. Сидорина. - М., 1986. - 17 с.
178. Сидоров, М. И. Зональные системы земледелия, их разработка и освоение / М. И. Сидоров // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1983. – № 2. – С. 102-104.
179. Сидоров, М. И. И плуг, и плоскорез / М. И. Сидоров // Земледелие. - 1989. -№ 6. - С. 21-25.
180. Сидоров, М. И. Севообороты и плодородие почв Молдавии / М. И. Сидоров, Г. Н. Ванькович, А. С. Бессонова и др. - Кишинёв: «Карта Молдовенянскэ», 1966. - 183 с.
181. Сидоров, М. И. Освоение занятых паров важнейшая задача колхозов и совхозов ЦЧП / М.И. Сидоров.материалы в помощь с.-х. пр-ву, вып. 3, ч. 2. - Воронеж, 1973.
182. Силкина, Н. П. Влияние высоких концентраций азотных удобрений на трансформацию органического вещества почвы / Н. П. Силкина // Вестник МГУ: Почвоведение. – 1987. – № 4. – С. 43-48
183. Симченков, Г. В. Совершенствование обработки почвы в белоруссии / Г. В. Симченков // Земледелие. - 1991. - № 12. - С.44-47.

184. Синягин, И. И. Агротехнические условия высокой эффективности удобрений // И. И. Синягин. - М.: Россельхозиздат, 1980. - 246 с.
185. Смирнова, В. В. Повышение урожайности и качества зерна различных сортов озимой пшеницы в зависимости от предшественника / В. В. Смирнова, Г. И. Уваров, Е. Д. Степанова // Бюллетень научных работ Выпуск 6. – 2006. – С. 3-7
186. Сокаев, К. Е. Азотный режим почв сельхозугодий РСО-Алания / К. Е. Сокаев и др. // Известия горского государственного аграрного университета, 2017. – Т. 54. – № 1. – С. 20-27
187. Сокаев, К. Е. Мониторинг плодородия основных типов и подтипов почв республики Северная Осетия – Алания на реперных участках / К. Е. Сокаев, В. В. Бестаев // Плодородие. - 2013. - №6. - С. 31-33
188. Соловиченко, В. Д. Агроландшафты, агроэкологическая типизация земель и адаптивно-ландшафтная биологическая система земледелия Белгородской области / В. Д. Соловиченко, С. И. Тютюнов. – Белгород: «Отчий край», 2012. - 53 с.
189. Соловиченко, В. Д. Красная книга почв Белгородской области / В. Д. Соловиченко, С. В. Лукин, Ф. Н. Лисецкий, П. В. Голеусов. - Белгород: Белгородский Государственный Университет, 2007. – 139 с.
190. Соловиченко, В. Д. Мониторинг почвенного покрова Белгородской области / В. Д. Соловиченко, С. И. Тютюнов. - Белгород: «Отчий край», 2014. - 112 с.
191. Соловиченко, В. Д. Почвенный покров Белгородской области и его рациональное использование / В. Д. Соловиченко, С. И. Тютюнов. – Белгород: «Отчий край», 2013. - 371 с.
192. Ступаков, А. Г. Агрохимическое обоснование системы удобрения зерносвекловичного севооборота на чернозёме выщелоченном: автореф. дис. ...док. с.-х. наук / Алексей Григорьевич Ступаков. – М., 1998. – 36 с.
193. Ступаков, И. А. Воспроизведение плодородия почвы в кормовых севооборотах / И. А. Ступаков, Л. А. Герасименко, Т. Н. Меркулова // Земледелие. – 2001. – № 2. – С. 16-19.

194. Тейн, Р. Органическое вещество почвы / Р. Тейн. М.: Мир, 1991. - 397 с.
195. Терпелец, В. И. Физические и физико-химические свойства почв низменно-западинного агроландшафта агроэкологического мониторинга в западном Предкавказье / В. И. Терпелец, Т. В. Швец // Труды Куб. ГАУ: Энтузиасты аграрной науки – Краснодар. – 2009. - Вып. 10. – С. 269-272
196. Титова, В. И. Влияние различных видов органических удобрений на воспроизводство плодородия нарушенных почв / В. И. Титова, Е. В. Добахова, А. А. Ветчинников // Агрохимия. – 2011. – № 5. – С. 9-17.
197. Титовская, А. И. Изменение агрофизических показателей плодородия чернозёма типичного в зависимости от способа заделки сидератов / А. И. Титовская, Л. Н. Кузнецова // XVIII Международная научно-производственная конференция «Проблемы и перспективы инновационного развития агроинженерии, энергоэффективности и ИТ-технологий» - Белгород. - 2014. – С. 29
198. Тихонов, А. В. Периодическая вспашка необходима / А. В. Тихонов, С. М. Свитко // Земледелие. - 1988. - №5. - С. 24-25
199. Тукалова, Е. И. Систематическое применение удобрений, продуктивность культур севооборота и плодородие чернозёма при орошении / Е. И. Тукалова, Н. П. Пара и др. // Агрохимия. – 1982. – № 11. – С. 64-70.
200. Турусов, В. И. Обработка чернозёмов: опыт и тенденции развития / В. И. Турусов, А. М. Новичихин // Земледелие. – 2012. – № 4. – С. 7-9.
201. Тютюнов, С. И. Плодородие чернозёмов и ресурсосберегающие приёмы возделывания сахарной свёклы в юго-западной части Центрально-Чернозёмного региона / С. И. Тютюнов, В. Д. Соловиченко, В. Н. Самыкин, И. В. Логвинов, Л. А. Путятина. – Белгород: Отчий край, 2012. – 27 с.
202. Тютюнов, С. И. Совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтном земледелии Центрального Черноземья России: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук / Сергей Иванович Тютюнов. – Белгород, 2005. – 42 с.

203. Уваров, Г. И. Агроэкологические проблемы плодородия почв лесостепи / Г. И. Уваров - Белгород, 2005. – 203 с.
204. Уваров, Г. И. Азотный режим чернозема типичного при возделывании культур в севооборотах / Г. И. Уваров, В. Д. Соловиченко // Агрохимия, 2009. - №4. - С. 5-10
205. Ульченко, В. Я. Минимализация обработки почвы в зернопаровых севооборотах / В. Я. Ульченко // Земледелие. - 1992. - № 6. - С. 23-24.
206. Фадькин, Г. Н. Влияние длительного применения простых минеральных удобрений на азотный режим серой лесной тяжелосуглинистой почвы / Г. Н. Фадькин, Я. В. Костин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2012, - № 4 (16). – С.74-76.
207. Федоров, В. А. О предшественниках озимых в Тамбовской области / В. А. Федоров. Материалы зонального научно-методического совещания НИИСХ ЦЧП. - Камен. Степь, 1975.
208. Федоров, В. А. Плуг - плоскорез - чизель / В. А. Федоров, В. А. Воронцов // Земледелие, 1995. - №4. - С. 39-40.
209. Федоров, В. А. Продуктивность звеньев севооборота в зависимости от предшественников озимых на северо-востоке ЦЧП: Автореф. канд. с.-х. наук. Воронеж, 1974.
210. Федотов, В. А. Интенсивная технология возделывания озимой пшеницы / В. А. Федотов, Г. Н. Карабасев. - Воронеж: Центрально-Черноземное кн. изд-во, 1987. - 192 с.
211. Филон, И. И. Содержание и состав гумуса в чернозёме типичном и продуктивность сельскохозяйственных культур при внесении удобрений / И. И. Филон, В. И. Дараненко, С. П. Акименко // Почвоведение. – 1992. – № 5. – С. 103-107.
212. Халиуллин, К. З. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность севооборота и плодородие почвы / К. З. Халиуллин // Повышение

плодородия почв в различных природно-климатических зонах Башкирии. – Уфа. - 1986. – С. 36-39.

213. Хатламаджиян, А. Л. Удобрение озимой пшеницы, высеваемой после озимой пшеницы и эспарцета на черноземе обыкновенном / А. Л. Хатламаджиян, Н.Ф. Климашевская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. - № 74. – С. 754-766.

214. Хмельницкий, А. А. Свекловодство / А. А. Хмельницкий. Белгород: БелГСХА, 2001. - 120 с.

215. Холмов, Х. Т. Минимальная обработка и плодородие почвы / В. Т. Холмов // Земледелие. - 1986. - № 4. - С. 29-31.

216. Чеботарёв, Н. Т. Влияние длительного применения удобрений на содержание, фракционный состав и баланс гумуса в дерново-подзолистых почвах европейского северо-востока / Н. Т. Чеботарёв, Г. Т. Шморгунов, Е. М. Лаптева, В. И. Ермолина, В. М. Кормановская // Агрохимия. - 2009. - № 10. - С. 11-16

217. Черников, В. А. Трансформация гумусовых кислот автохтонной микрофлорой // Почвоведение. – 1992. - №3. – С. 69-77

218. Черникова, И. Л. Изменение гумусного состояния и биологических свойств обычновенных чернозёмов при длительном сельскохозяйственном использовании / И. Л. Черникова, Н. В. Евдокимова, В. А. Кончиц и др. // Актуальные вопросы почвоведения. – М.: Изд. ТСХА. - 1987. – С. 93-97.

219. Чуданов, И. А. В Среднем Поволжье / И. А. Чуданов, В. П. Васильев // Земледелие. - 1988. - № 2. - С. 43-46.

220. Шабаев, А. И. Ресурсосберегающая почвозащитная обработка почвы в агроландшафтах Поволжья / А. И. Шабаев, Н. И. Жолинский, Н. М. Азидов и др. // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 20-22.

221. Шапошников, Ю. Ф. Эффективность возделывания озимой пшеницы по чистым и занятых парам на юге Воронежской области / Ю. Ф. Шапошников. Материалы зонального научно-методического совещания НИИСХ ЦЧП. - Камен. Степь, 1975.

222. Шевцова, Л. К. Гумус чернозёмов и его изменение при интенсивном сельскохозяйственном использовании / Л. К. Шевцова // Плодородие чернозёмов России. – М.: Агроконсалт. - 1998. – С. 196-225
223. Шевцова, Л. К. Гумусное состояние и азотный фонд основных типов почв при длительном применении удобрений: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Л. К. Шевцова. - М., 1988. - 40 с.
224. Шеин, Е. В. Агрофизика / Е. В. Шеин, В. М. Гончаров – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 400 с.
225. Шептухов, В. Н. Особенности возделывания культур при минимализации обработки суглинистой почвы / В. Н. Шептухов, М. Н. Галкина, А. В. Нестерова // Земледелие. - 1995. - № 5. - С. 18-20.
226. Шилина, Л. И. Гумусовый режим чернозёмных почв в левобережной Лесостепи УССР в системе различных севооборотов / Л. И. Шилина // Повышение эффективности использования удобрений и плодородие почв в УССР. – Харьков. - 1985. – С. 135-137.
227. Шустикова, Е. П. Азотный режим чернозема обыкновенного и продуктивность сельскохозяйственных культур в последействии различных доз азотных удобрений / Е. П. Шустикова, Н. Н. Шаповалова // Агрохимия. -2014. - № 2. - С. 20-25.
228. Шушарина, Л. Т. Обработка почвы под зерновые в Западной Сибири / Л. Т. Шушарина, А. Н. Шушарин // Земледелие. - 1993. - № 2. - С. 10-11.
229. Щербаков, А. П. Агроэкологическое состояние черноземов ЦЧО / А. П. Щербаков, И. И. Васенев. Курск: ВНИИиЗПЭ, 1996. - 326 с.
230. Ягодин, Б. А. Агрохимия / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. К. Кобзаренко // М.: Колос, 2002. - 583 с.
231. Asmus, F. Wirkung langerjähriger Stroh-Gul-le-Dungugindirrer Kombination mit N-Mineraldungug auf Pflanzen-ertrag, N-Ausnutzung und Humusgehalt des Bodens / F. Asmus, H. Gorlitz // Arch. Acker – Pflanzenbau Bodenk. - 1985. - Р. 29.

232. Kundler, P. Die wichtigsten Aussagen der Daurversuche zur Erhonung der Bodenfruchtbarkeit / P. Kundler // Tagungsber. - Akad, Landwirtschaftswiss. DDR. - 1982. - № 205. - S. 5-16.
233. Niborg, M. Effect of zero and conventional tillage on barley yield and nitrate nitrogen content, moisture and temperature of soil in north-central Alberta / M. Niborg, S. Malhi // Soil Tillage Res. - 1989. - 15. - P. 1-9.
234. Srolier, J. Behalalysavynosucukrovkypridiferashustete a porostu / J. Srolier // Rostl. Vyroba. - 1981. - 27. - P. 1061-1070.
235. Stefanovic, M. Promene hemijskih osobinacerno-zema pod uticajem dugotrajnog dubrenja, organskim i mineralnim dubriva / M. Stefanovic, I. Molnar // Agrohemija. - 1985. - 6. - P. 437-445.
236. Suskevic, M. Results of minimum tillage in Czechoslovakia / M. Suskevic // Scientia agriculturae Bohemoslovaca. - 1982. - №4 - P. 261-264.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Содержание общего азота в черноземе типичном в 2012 году, %

Удобрения		Глубина почвы, см	Содержание общего азота						
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			Зернопропашной севооборот			
			В	Б	М	В	Б	М	
0	0	0-10	0,195	0,193	0,308	0,238	0,260	0,294	
		10-20	0,173	0,200	0,313	0,256	0,247	0,288	
		20-30	0,198	0,260	0,285	0,264	0,294	0,283	
		30-50	0,220	0,263	0,245	0,257	0,254	0,244	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	0,195	0,218	0,275	0,258	0,247	0,282	
		10-20	0,220	0,255	0,328	0,280	0,234	0,321	
		20-30	0,203	0,240	0,338	0,249	0,284	0,329	
		30-50	0,235	0,223	0,270	0,273	0,216	0,293	
80	0	0-10	0,233	0,285	0,348	0,254	0,323	0,283	
		10-20	0,205	0,780	0,338	0,225	0,577	0,292	
		20-30	0,235	0,288	0,295	0,260	0,329	0,270	
		30-50	0,223	0,285	0,280	0,234	0,324	0,233	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	0,255	0,330	0,335	0,274	0,323	0,327	
		10-20	0,278	0,325	0,310	0,262	0,295	0,320	
		20-30	0,200	0,283	0,298	0,223	0,277	0,313	
		30-50	0,230	0,305	0,288	0,250	0,290	0,282	

Содержание общего азота в черноземе типичном в 2013 году, %

Удобрения		Глубина почвы, см	Содержание общего азота						
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			Зернопропашной севооборот			
			В	Б	М	В	Б	М	
0	0	0-10	0,195	0,193	0,308	0,238	0,260	0,294	
		10-20	0,173	0,200	0,313	0,256	0,247	0,288	
		20-30	0,198	0,260	0,285	0,264	0,294	0,283	
		30-50	0,220	0,263	0,245	0,257	0,254	0,244	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	0,195	0,218	0,275	0,258	0,247	0,282	
		10-20	0,220	0,255	0,328	0,280	0,234	0,321	
		20-30	0,203	0,240	0,338	0,249	0,284	0,329	
		30-50	0,235	0,223	0,270	0,273	0,216	0,293	
80	0	0-10	0,233	0,285	0,348	0,254	0,323	0,283	
		10-20	0,205	0,780	0,338	0,225	0,577	0,292	
		20-30	0,235	0,288	0,295	0,260	0,329	0,270	
		30-50	0,223	0,285	0,280	0,234	0,324	0,233	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	0,255	0,330	0,335	0,274	0,323	0,327	
		10-20	0,278	0,325	0,310	0,262	0,295	0,320	
		20-30	0,200	0,283	0,298	0,223	0,277	0,313	
		30-50	0,230	0,305	0,288	0,250	0,290	0,282	

Содержание общего азота в черноземе типичном в 2014 году, %

Удобрения		Глубина почвы, см	Содержание общего азота						
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			Зернопропашной севооборот			
			В	Б	М	В	Б	М	
0	0	0-10	0,195	0,193	0,308	0,238	0,260	0,294	
		10-20	0,173	0,200	0,313	0,256	0,247	0,288	
		20-30	0,198	0,260	0,285	0,264	0,294	0,283	
		30-50	0,220	0,263	0,245	0,257	0,254	0,244	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	0,195	0,218	0,275	0,258	0,247	0,282	
		10-20	0,220	0,255	0,328	0,280	0,234	0,321	
		20-30	0,203	0,240	0,338	0,249	0,284	0,329	
		30-50	0,235	0,223	0,270	0,273	0,216	0,293	
80	0	0-10	0,233	0,285	0,348	0,254	0,323	0,283	
		10-20	0,205	0,780	0,338	0,225	0,577	0,292	
		20-30	0,235	0,288	0,295	0,260	0,329	0,270	
		30-50	0,223	0,285	0,280	0,234	0,324	0,233	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	0,255	0,330	0,335	0,274	0,323	0,327	
		10-20	0,278	0,325	0,310	0,262	0,295	0,320	
		20-30	0,200	0,283	0,298	0,223	0,277	0,313	
		30-50	0,230	0,305	0,288	0,250	0,290	0,282	

Содержание гидролизуемого азота в черноземе типичном в 2012 году, мг/кг

Удобрения		Глубина почвы, см	Содержание гидролизуемого азота						
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			Зернопропашной севооборот			
			B	Б	M	B	Б	M	
0	0	0-10	147,0	135,8	140,0	142,8	136,5	137,2	
		10-20	144,2	102,2	131,6	138,6	117,6	130,2	
		20-30	131,6	121,8	109,2	128,8	127,4	116,9	
		30-50	98,0	93,8	92,4	117,6	103,6	104,3	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	144,2	147,0	162,4	147,0	144,2	143,5	
		10-20	128,8	133,0	134,4	138,6	136,5	129,5	
		20-30	137,2	105,0	131,6	137,9	116,9	128,1	
		30-50	109,2	102,2	109,2	121,8	110,6	109,2	
80	0	0-10	140,0	144,2	145,6	140,0	142,8	140,0	
		10-20	142,8	135,8	135,8	144,2	138,6	129,5	
		20-30	126,0	130,2	126,0	133,0	132,3	124,6	
		30-50	112,0	120,4	119,0	125,3	124,6	110,6	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	158,2	149,8	168,0	149,1	148,4	156,8	
		10-20	142,8	144,2	162,4	144,2	142,1	154,0	
		20-30	144,2	141,4	140,0	149,8	143,5	143,5	
		30-50	128,8	130,2	126,0	131,6	135,1	128,1	

Приложение Д

Содержание гидролизуемого азота в черноземе типичном в 2013 году, мг/кг

Удобрения		Глубина почвы, см	Содержание гидролизуемого азота						
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			Зернопропашной севооборот			
			B	Б	M	B	Б	M	
0	0	0-10	154,4	142,6	147,0	149,9	143,3	144,1	
		10-20	151,4	107,3	138,2	145,5	123,5	136,7	
		20-30	138,2	127,9	114,7	135,2	133,8	122,7	
		30-50	102,9	98,5	97,0	123,5	108,8	109,5	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	151,4	154,4	170,5	154,4	151,4	150,7	
		10-20	135,2	139,7	141,1	145,5	143,3	136,0	
		20-30	144,1	110,3	138,2	144,8	122,7	134,5	
		30-50	114,7	107,3	114,7	127,9	116,1	114,7	
80	0	0-10	147,0	151,4	152,9	147,0	149,9	147,0	
		10-20	149,9	142,6	142,6	151,4	145,5	136,0	
		20-30	132,3	136,7	132,3	139,7	138,9	130,8	
		30-50	117,6	126,4	125,0	131,6	130,8	116,1	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	166,1	157,3	176,4	156,6	155,8	164,6	
		10-20	149,9	151,4	170,5	151,4	149,2	161,7	
		20-30	151,4	148,5	147,0	157,3	150,7	150,7	
		30-50	135,2	136,7	132,3	138,2	141,9	134,5	

Содержание гидролизуемого азота в черноземе в 2014 году, мг/кг

Удобрения		Глубина почвы, см	Содержание гидролизуемого азота						
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			Зернопропашной севооборот			
			B	Б	M	B	Б	M	
0	0	0-10	137,4	126,9	130,8	133,5	127,6	128,2	
		10-20	134,8	95,5	123,0	129,5	109,9	121,7	
		20-30	123,0	113,8	102,1	120,4	119,1	109,3	
		30-50	91,6	87,7	86,4	109,9	96,8	97,5	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	134,8	137,4	151,8	137,4	134,8	134,1	
		10-20	120,4	124,3	125,6	129,5	127,6	121,0	
		20-30	128,2	98,1	123,0	128,9	109,3	119,7	
		30-50	102,1	95,5	102,1	113,8	103,4	102,1	
80	0	0-10	130,8	134,8	136,1	130,8	133,5	130,8	
		10-20	133,5	126,9	126,9	134,8	129,5	121,0	
		20-30	117,8	121,7	117,8	124,3	123,6	116,4	
		30-50	104,7	112,5	111,2	117,1	116,4	103,4	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	147,9	140,0	157,0	139,3	138,7	146,5	
		10-20	133,5	134,8	151,8	134,8	132,8	143,9	
		20-30	134,8	132,1	130,8	140,0	134,1	134,1	
		30-50	120,4	121,7	117,8	123,0	126,3	119,7	

Нитрификационная способность чернозема типичного в 2012 году, мг/кг

Удобрения		Глубина почвы, см	Нитрификационная способность						
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			Зернопропашной севооборот			
			B	Б	M	B	Б	M	
0	0	0-10	21,9	36,3	30,2	30,2	26,3	26,3	
		10-20	28,8	25,7	22,4	28,2	28,2	26,9	
		20-30	26,3	25,7	17,8	23,4	25,1	26,3	
		30-50	20,0	20,9	10,2	25,1	26,9	26,9	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	44,7	22,9	33,9	36,3	40,7	43,6	
		10-20	30,9	17,0	9,1	17,4	31,6	38,0	
		20-30	27,5	22,4	17,4	36,3	19,5	28,2	
		30-50	30,0	20,0	4,7	13,8	7,4	16,2	
80	0	0-10	30,2	36,3	5,6	26,9	28,8	47,9	
		10-20	28,8	23,4	4,8	26,9	26,9	43,6	
		20-30	28,8	23,4	20,0	22,4	26,3	28,2	
		30-50	3,4	5,6	5,9	11,0	7,9	6,9	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	32,4	26,3	40,7	36,3	40,7	4,8	
		10-20	30,2	22,4	34,7	28,8	38,9	34,7	
		20-30	32,4	16,6	28,8	36,3	36,3	38,9	
		30-50	34,7	17,4	26,3	32,4	23,4	19,5	

Нитрификационная способность чернозема типичного в 2013 году, мг/кг

Удобрения		Глубина почвы, см	Нитрификационная способность						
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			Зернопропашной севооборот			
			B	Б	M	B	Б	M	
0	0	0-10	20,9	35,5	41,7	18,6	26,3	21,9	
		10-20	14,8	38,9	38,0	23,4	23,4	20,4	
		20-30	18,2	30,0	30,2	20,9	15,1	13,8	
		30-50	14,1	38,9	22,4	13,5	5,8	2,9	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	77,6	162,2	46,8	32,4	128,8	69,2	
		10-20	57,5	134,9	39,8	31,6	79,4	55,0	
		20-30	36,3	6,6	17,8	39,8	60,3	97,9	
		30-50	24,6	39,8	13,2	24,0	52,5	21,9	
80	0	0-10	22,4	46,8	33,9	25,1	43,6	38,9	
		10-20	24,0	53,7	30,9	24,0	144,5	36,3	
		20-30	21,4	24,0	16,6	19,1	36,3	15,9	
		30-50	6,9	22,4	17,0	9,1	35,5	4,4	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	56,2	114,8	43,6	46,8	37,2	55,0	
		10-20	22,4	173,8	27,5	25,1	30,9	47,9	
		20-30	24,0	70,8	17,0	15,9	28,2	33,9	
		30-50	37,2	22,9	16,2	16,6	9,3	6,9	

Приложение 3

Нитрификационная способность чернозема типичного в 2014 году, мг/кг

Удобрения		Глубина почвы, см	Нитрификационная способность						
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			Зернопропашной севооборот			
			B	Б	M	B	Б	M	
0	0	0-10	44,7	57,5	49,0	54,7	56,9	78,8	
		10-20	63,1	40,7	83,2	75,1	55,0	49,8	
		20-30	38,0	57,5	11,5	41,9	53,8	51,6	
		30-50	12,3	13,8	14,8	28,5	13,5	21,3	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	57,5	64,6	67,6	47,8	68,5	62,5	
		10-20	30,2	44,7	63,1	49,7	68,0	51,8	
		20-30	44,7	56,2	53,7	51,8	47,6	55,0	
		30-50	27,5	63,1	11,2	71,2	40,1	46,3	
80	0	0-10	91,9	34,7	104,7	74,1	44,2	34,7	
		10-20	75,9	66,1	70,8	74,2	71,9	54,9	
		20-30	66,1	56,2	67,6	61,2	66,1	49,5	
		30-50	85,1	37,2	29,5	63,9	41,5	29,6	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	125,9	89,1	79,4	86,4	82,5	98,2	
		10-20	125,9	52,5	56,2	88,6	37,0	67,9	
		20-30	123,0	56,2	61,7	96,1	66,1	66,1	
		30-50	89,1	66,1	67,6	69,6	63,2	64,6	

Приложение И

Содержание нитратного азота в черноземе типичном в 2012 году, мг/кг

Удобрения		Глубина почвы, см	Содержание нитратного азота						
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			Зернопропашной севооборот			
			B	Б	M	B	Б	M	
0	0	0-10	4,90	5,10	3,09	5,60	2,00	3,20	
		10-20	4,60	3,80	5,50	3,90	2,70	3,00	
		20-30	4,90	2,90	10,70	2,82	2,90	2,69	
		30-50	7,40	2,69	8,30	3,50	3,60	2,69	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	6,90	5,20	3,40	3,90	3,90	8,50	
		10-20	6,20	4,70	7,50	8,90	4,30	6,60	
		20-30	5,50	3,50	5,20	6,90	3,40	5,60	
		30-50	4,90	3,00	3,50	2,40	2,09	3,60	
80	0	0-10	4,10	9,60	1,95	5,60	4,70	14,50	
		10-20	4,10	4,90	3,00	4,10	3,10	7,90	
		20-30	4,70	6,40	3,00	2,82	1,86	3,90	
		30-50	1,86	1,20	2,19	3,20	2,24	1,86	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	8,90	4,50	9,10	8,50	12,00	11,50	
		10-20	7,00	3,60	6,20	9,90	9,40	9,30	
		20-30	4,90	3,20	4,30	6,30	7,10	10,00	
		30-50	4,90	2,46	2,24	17,80	4,60	3,90	

Приложение Й

Содержание нитратного азота в черноземе типичном в 2013 году, мг/кг

Удобрения		Глубина почвы, см	Содержание нитратного азота						
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			Зернопропашной севооборот			
			B	Б	M	B	Б	M	
0	0	0-10	0,87	5,20	6,20	3,70	9,80	7,40	
		10-20	12,00	5,50	3,30	3,20	9,10	4,50	
		20-30	6,30	4,30	3,20	2,51	4,60	2,69	
		30-50	3,50	2,29	2,46	21,40	2,69	2,24	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	69,20	4,10	20,00	19,50	20,40	20,90	
		10-20	39,80	4,90	12,60	26,30	5,50	11,50	
		20-30	13,20	6,90	4,70	9,60	3,10	13,20	
		30-50	4,00	7,60	11,50	4,60	3,70	4,60	
80	0	0-10	3,60	11,50	8,30	2,46	12,00	6,00	
		10-20	4,30	11,80	4,70	2,40	4,30	4,80	
		20-30	5,60	9,80	3,80	4,10	2,57	27,50	
		30-50	1,32	3,80	2,57	3,70	3,30	2,51	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	6,60	0,00	16,20	30,20	19,10	11,80	
		10-20	4,60	0,00	4,90	9,30	8,90	10,50	
		20-30	2,69	87,10	3,50	13,20	6,60	8,10	
		30-50	2,51	13,80	3,00	5,10	3,30	3,50	

Содержание нитратного азота в черноземе типичном в 2014 году, мг/кг

Удобрения		Глубина почвы, см	Содержание нитратного азота						
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной			Зернопропашной севооборот			
			В	Б	М	В	Б	М	
0	0	0-10	5,40	13,50	11,20	13,15	20,50	20,70	
		10-20	8,90	10,50	11,20	16,45	13,00	7,45	
		20-30	9,80	13,20	11,00	9,45	12,10	7,35	
		30-50	5,90	10,50	3,70	7,30	10,60	4,55	
	N_{180}	0-10	16,20	8,70	12,00	23,55	28,85	11,75	
		10-20	8,50	14,80	13,50	14,25	24,75	10,20	
		20-30	9,80	22,90	12,90	8,35	19,55	8,45	
		30-50	10,20	29,50	16,60	12,00	19,55	9,50	
80	0	0-10	45,70	29,50	10,70	31,75	24,30	7,10	
		10-20	25,70	11,20	13,20	20,95	10,95	11,60	
		20-30	15,10	7,60	7,20	12,65	9,05	9,60	
		30-50	15,90	5,10	12,30	13,05	4,35	10,05	
	N_{180}	0-10	91,20	25,10	30,20	52,20	18,45	18,90	
		10-20	91,20	7,10	20,40	51,60	9,55	28,35	
		20-30	69,20	10,70	20,90	40,35	9,90	26,65	
		30-50	39,80	11,20	49,00	24,90	10,05	56,80	

Содержание гумуса в черноземе типичном в 2012 году, %

Удобрения		Глубина почвы, см	Содержание гумуса						
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			Зернопропашной севооборот			
			B	Б	M	B	Б	M	
0	0	0-10	5,41	5,77	6,50	5,47	5,40	5,38	
		10-20	5,62	5,27	5,81	5,53	5,34	5,56	
		20-30	5,37	5,40	5,75	5,47	5,27	5,46	
		30-50	5,33	4,96	5,10	5,40	5,14	5,42	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	5,85	5,50	6,35	5,69	5,57	5,57	
		10-20	5,77	5,38	5,53	5,59	5,42	5,66	
		20-30	5,61	5,26	5,59	5,52	4,82	5,31	
		30-50	5,27	4,52	5,01	4,94	3,65	4,65	
80	0	0-10	5,80	6,12	5,72	5,61	5,54	5,74	
		10-20	5,78	5,70	5,45	5,42	5,34	5,69	
		20-30	5,87	5,69	5,51	5,33	5,05	5,59	
		30-50	4,59	4,62	4,67	4,55	3,97	4,83	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	6,08	5,91	5,90	5,55	5,83	5,66	
		10-20	6,07	5,62	5,76	5,40	5,69	5,96	
		20-30	6,07	5,50	5,53	5,41	5,54	5,75	
		30-50	6,08	5,49	5,52	4,86	4,91	5,60	

Содержание гумуса в черноземе типичном в 2013 году, %

Удобрения		Глубина почвы, см	Содержание гумуса						
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			Зернопропашной севооборот			
			B	Б	M	B	Б	M	
0	0	0-10	6,07	5,57	5,99	5,70	5,35	5,62	
		10-20	5,43	5,67	5,83	5,38	5,35	5,35	
		20-30	5,30	5,42	5,59	5,51	5,14	5,30	
		30-50	5,43	5,24	5,57	4,80	4,77	4,62	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	5,91	5,74	5,69	5,91	6,05	5,97	
		10-20	5,65	5,72	5,54	5,89	5,83	5,97	
		20-30	5,54	5,29	5,28	5,75	5,70	5,88	
		30-50	5,17	5,17	4,94	5,83	5,41	5,36	
80	0	0-10	5,70	5,83	5,51	5,41	5,99	5,78	
		10-20	5,54	5,62	5,62	5,33	5,65	5,72	
		20-30	5,49	5,67	5,65	5,30	5,46	5,17	
		30-50	4,22	4,96	4,56	4,53	4,49	4,99	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	5,65	5,88	5,73	5,91	5,90	6,01	
		10-20	5,70	5,59	5,70	5,73	5,54	5,78	
		20-30	5,88	5,54	5,25	5,67	5,49	5,57	
		30-50	5,70	5,17	4,80	5,65	5,38	4,27	

Содержание гумуса в черноземе типичном в 2014 году, %

Удобрения		Глубина почвы, см	Содержание гумуса						
Навоз, т/га	NPK, кг/га		Зернотравянопропашной севооборот			Зернопропашной севооборот			
			B	Б	M	B	Б	M	
0	0	0-10	5,78	5,38	5,49	5,30	5,25	5,28	
		10-20	5,17	4,45	5,11	4,98	4,75	4,97	
		20-30	4,69	5,01	4,48	4,74	4,95	4,55	
		30-50	4,29	4,18	3,78	4,51	4,28	4,05	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	5,43	5,49	4,93	5,25	5,33	4,87	
		10-20	5,19	5,03	5,73	5,14	5,04	5,24	
		20-30	5,06	4,21	5,51	5,05	4,64	5,13	
		30-50	5,25	4,37	5,14	5,10	4,60	4,85	
80	0	0-10	5,70	5,41	5,38	5,46	5,38	5,17	
		10-20	5,54	5,30	4,90	5,41	5,24	4,87	
		20-30	5,17	4,98	4,77	5,13	4,98	4,84	
		30-50	5,11	4,82	4,72	5,06	4,74	4,37	
	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0-10	5,03	5,62	5,61	5,25	5,52	5,37	
		10-20	5,25	5,49	5,64	5,33	5,40	5,39	
		20-30	5,41	5,25	5,66	5,41	5,29	5,39	
		30-50	5,19	5,22	5,07	5,17	5,14	4,95	

Урожайность озимой пшеницы в 2012 году, т/га

Удобрения		Урожайность озимой пшеницы	
Навоз т/га	NPK*, дозы	зернотравянопропашной севооборот	зернопропашной севооборот
Вспашка			
0	0	2,61	2,35
	2	4,06	3,91
80	0	3,51	3,98
	2	4,60	4,84
Безотвальная обработка			
0	0	2,45	2,47
	2	3,82	3,67
80	0	3,17	3,44
	2	4,83	4,77
Минимальная обработка			
0	0	2,71	2,59
	2	3,90	4,12
80	0	4,07	3,89
	2	4,81	5,34

*Одинарная и двойная дозы минеральных удобрений – N₉₀P₆₀K₆₀ и N₁₈₀P₁₂₀K₁₂₀ соответственно.

Урожайность озимой пшеницы в зависимости от способов обработки и удобрений в зернотравянопропашном и зернопропашном севооборотах в 2013 году, т/га

Удобрения		Урожайность озимой пшеницы	
Навоз т/га	NPK*, дозы	зернотравянопропашной севооборот	зернопропашной севооборот
Вспашка			
0	0	3,52	3,67
	2	4,86	5,20
80	0	4,40	4,43
	2	5,27	5,50
Безотвальная обработка			
0	0	3,40	3,67
	2	4,47	4,70
80	0	4,13	4,37
	2	5,17	5,23
Минимальная обработка			
0	0	3,70	3,33
	2	5,17	4,43
80	0	4,70	4,20
	2	5,57	4,90

*Одинарная и двойная дозы минеральных удобрений – N₉₀P₆₀K₆₀ и N₁₈₀P₁₂₀K₁₂₀ соответственно.

Урожайность озимой пшеницы в зависимости от способов обработки и удобрений в зернотравянопропашном и зернопропашном севооборотах в 2014 году, т/га

Удобрения		Урожайность озимой пшеницы	
Навоз т/га	NPK*, дозы	зернотравянопропашной севооборот	зернопропашной севооборот
Вспашка			
0	0	2,81	2,76
	2	3,98	4,02
80	0	3,14	2,94
	2	4,22	4,20
Безотвальная обработка			
0	0	3,10	3,14
	2	4,16	4,18
80	0	3,30	3,23
	2	4,46	4,20
Минимальная обработка			
0	0	3,29	3,22
	2	4,26	4,40
80	0	3,53	3,38
	2	4,50	4,56

*Одинарная и двойная дозы минеральных удобрений – N₉₀P₆₀K₆₀ и N₁₈₀P₁₂₀K₁₂₀ соответственно.