

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

На правах рукописи



Осипова Анна Гаврииловна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ
ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ
ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

4.1.1.Общее земледелие и растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
Нещадим Николай Николаевич

Краснодар – 2025

СОДЕРЖАНИЕ

	С.
ВВЕДЕНИЕ	4
1 ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	10
1.1 Основные направления оптимизации подготовки почвы к посеву пшеницы озимой	10
1.2 Система удобрений при выращивании пшеницы озимой	14
1.3 Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от агротехнологий выращивания	19
2 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА	26
2.1 Почвенные и климатические условия	26
2.2 Схема эксперимента и методика исследований	29
3 ЗАВИСИМОСТЬ РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ, УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ОТ РАЗЛИЧНЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ (РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, ОПЫТ 1)	34
3.1 Влияния агротехнологий на продолжительность вегетационного периода	34
3.2 Высота растений и густота стояния	36
3.3 Изменение фотосинтетических показателей посевов пшеницы озимой в условиях различных агротехнологий	44
3.4 Влияния агротехнологий на фитосанитарное состояние посевов пшеницы озимой	65
3.5 Продуктивность пшеницы озимой, структура урожая и качество зерна	75
4 ИЗМЕНЕНИЕ РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ, УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОТДЕЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ ПЛОДОРОДИЯ, ДОЗ УДОБРЕНИЙ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ (ОПЫТ 2)	98
4.1 Особенности фотосинтетических показателей пшеницы озимой в зависимости от изучаемых факторов	98
4.2 Интенсивность разложения клетчатки в почве под посевом пшеницы озимой	107
4.3 Изменение урожайности пшеницы озимой в зависимости от изучаемых факторов	112
4.4 Оценка качества зерна пшеницы озимой в зависимости от изучаемых факторов	118

5	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ	ОЦЕНКА	ПОКАЗАТЕЛЕЙ	
	ЭФФЕКТИВНОСТИ	ЭЛЕМЕНТОВ	ТЕХНОЛОГИИ	120
	ВЫРАЩИВАНИЯ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ (ОПЫТ 1)			
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ			124
	ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ			129
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ			130
	ПРИЛОЖЕНИЯ			158

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований. Производство зерновых культур в мире является определяющим в сельскохозяйственном производстве. Необходимо отметить, что пшеница занимает вторую позицию от общего количества зерна зерновых культур. Известно, что население планеты увеличивается и может достигнуть до девяти миллиардов, то есть потребность в зерне будет возрастать.

Сейчас основными производителями зерна в мире являются Китай, Индия и Россия. Китай на данный момент производит до 17% мирового сбора зерна пшеницы, Индия – 14%, а Россия – 11%. Средняя мировая урожайность зерна пшеницы в мире составляет до 36 ц с гектара. Посевные площади пшеницы в РФ составляют 28 млн га.

На Кубани пшеница выращивается на площади 1,6 миллионов гектар и является главной культурой. Россия занимает второе место в мире по экспорту зерна и доля её составляет до 13% от мирового экспорта зерна.

На данный период селекционными ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» вводится в сельскохозяйственное производство высокопродуктивные сорта озимой пшеницы. В Краснодарском крае почти вся площадь под озимой пшеницей занята сортами кубанской селекции.

Ранее учеными и селекционерами в нашем регионе были созданы сорта и разработаны технологии выращивания этих сортов. Большой вклад в создания сортов озимой пшеницы внесли П.П. Лукьяненко (1990), Л.А. Беспалова (2004, 2022). Позднее учеными были изучены и рекомендованы основные элементы агротехнологии выращивания: Я.В. Губанов (1988), Н.Г. Малюга (1985, 2014), П.П. Васюков (2008), В.М. Кильдюшкин (2013).

В современных условиях, определяющим условием при выращивании озимой пшеницы, является необходимость учитывать адаптивность новых сортов, особенности почвообрабатывающих орудий, а также финансовой составляющей элементов агротехники. Необходимо учитывать тот фактор, что

плодородие черноземных почв ухудшалось и поэтому необходима разработка таких технологий выращивания перспективных сортов, позволяющих сохранить свойства черноземов на Кубани.

Итак, изучение комплекса факторов, направленных на разработку энергосберегающих технологий для перспективных сортов озимой пшеницы остается актуальным.

Цель исследований: научное обоснование комплексного совершенствования ресурсосберегающих технологий (система подготовки почвы, уровень минерального питания и защиты растений), а также отдельно влияние изучаемых факторов для получения гарантированного и качественного урожая нового сорта озимой пшеницы Антонина в условиях Западного Предкавказья.

Задачи исследований:

- определить комплексное действие подготовки почвы, плодородия, доз минеральных удобрений, систем защиты растений на рост пшеницы озимой сорта Антонина;
- изучить комплексное влияние элементов агротехнологий на площадь листовой поверхности, содержание пигментов в листьях и фитосанитарное состояние;
- установить комплексное влияние агротехнологий на урожайность и качество зерна сорта пшеницы озимой Антонина;
- определить доли взаимодействия изучаемых факторов на полученные показатели;
- выявить зависимость отдельно плодородия, доз минеральных удобрений и средств защиты растений на рост, продуктивность и показатели качества зерна пшеницы озимой сорта Антонина;
- провести экономическую оценку рассмотренных агротехнологий на основании полученных данных.

Научная новизна. Впервые в многофакторном стационарном опыте на черноземе выщелоченном получены оригинальные данные комплексного

влияния подготовки почвы к посеву, доз минеральных удобрений и систем защиты растений на ростовые процессы, урожайность и показатели качества зерна пшеницы озимой сорта Антонина в условиях Западного Предкавказья.

Получены данные о влиянии отдельно изучаемых факторов в эксперименте на фотосинтетическую деятельность, на разложение клетчатки и урожайность пшеницы и качество продукции.

Научно доказана экономическая эффективность выращивания нового сорта пшеницы Антонина в зависимости от агротехнологий в условиях Западного Предкавказья.

Теоретическая и практическая значимость.

Результаты исследований, а именно, разработка энергосберегающих технологий с учетом сортовых особенностей, имеют огромное значение в повышении урожайности пшеницы озимой, а также сохранении почвенного плодородия. Результаты исследований с экономическими расчетами рекомендованы сельхозпроизводителям, что позволит получению гарантированного урожая с максимальной рентабельностью. Эти рекомендации позволяют выбор оптимальной технологии с целью получения качественного урожая и сохранения почвенного плодородия.

Степень достоверности и апробация результатов эксперимента.

Достоверность экспериментальных данных подтверждается методически правильной постановкой многофакторного опыта, определенным количеством учетов в многофакторном стационарном опыте, а также методами расчета корреляционного анализа, долей взаимодействия факторов и экономическим анализом.

Данные эксперимента и выводы по работе оригинальны и получены с использованием апробированных методик: Методика полевого опыта (1985), Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985), Методические рекомендации по определению экономической эффективности использования научных разработок в земледелии (1986), Методические указания по регистрационным испытаниям ВИЗР (2013).

Основные материалы исследований по теме диссертации были представлены на следующих конференциях: Международная научно-практическая конференция «Научные исследования и разработки в эпоху глобализации» (Киров, 2016); XI Всероссийская конференция молодых ученых, посвященная 95-летию Кубанского ГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» (Краснодар, 2017); 72-я научно-практическая конференция преподавателей по итогам НИР (Краснодар, 2017); VIII Международная научно-практическая конференция ученых, посвященная 95-летию Кубанского государственного аграрного университета (Краснодар, 2017); X Всероссийская конференция молодых ученых, посвященная 120-летию И.С. Косенко (Краснодар, 2017); 73-я научно-практическая конференция преподавателей (Краснодар, 2018); Международная конференция «Энтузиасты аграрной науки» (Краснодар, 2018); ежегодная научно-практическая конференция преподавателей по итогам НИР (Краснодар, 2023); XI Международная научно-практическая конференция (Краснодар, 2023).

Методология и методы исследований. Проведение опыты базировались на теории поставки планирования многофакторного эксперимента. В теоретическом плане исследования основывались на научных трудах российских и иностранных исследованиях по проблемам разработки новых элементов технологии выращивания пшеницы.

В ходе исследования использовались лабораторные и полевые методики, которые планировались и проводились с постановкой опытов, принятых в научных учреждениях.

Результаты собственных исследований обрабатывались с использованием программ Statistica, дисперсионный анализ – по методическим указаниям, предложенными Доспеховым Б.А.

Основные положения, выносимые на защиту:

- особенности ростовых процессов и фотосинтетических показателей пшеницы озимой сорта Антонина при комплексном влиянии обработки почвы, уровня минерального питания и средств защиты растений;
- формирование продуктивности растений пшеницы озимой сорта Антонина при комплексном использовании различных агротехнологий в условиях Западного Предкавказья;
- доля взаимодействия элементов агротехнологий (способы подготовки почвы, удобрения, средства защиты растений) на структуру урожая и качественные показатели зерна пшеницы озимой сорта Антонина;
- зависимость фотосинтетических показателей, продуктивность пшеницы озимой и качества продукции от отдельного влияния уровня плодородия, питания и доли их взаимодействия;
- экономическая оценка ресурсосберегающих технологий выращивания пшеницы озимой на черноземе выщелоченном.

Объект и предмет исследований. Предмет исследований – способы обработки почвы, системы удобрений, система защиты растений. Объект исследований – сорт пшеницы озимой Антонина.

Публикации. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 15 научных статьях, в том числе 3 научных статьи в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК РФ.

Личный вклад соискателя. Автор лично принимал участие в построении программы эксперимента, в проведении лабораторных и полевых исследований. Автор обобщил данные, они были подвергнуты математическому анализу и оформлены в виде диссертационной работы. Процент личного участия в научных публикациях, выполненных в соавторстве, пропорционально количеству соавторов.

Структура и объем диссертационной работы. Работа оформлена на 216 страницах машинописного текста и включает введение, пять глав, заключение, рекомендации производству, список использованной литературы и приложения.

Диссертационная работа включает 54 таблицы, 32 рисунка и 54 приложения. Список использованной литературы включает 230 источников, в том числе 37 – иностранных авторов.

1 ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ НА РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Основные направления оптимизации подготовки почвы к посеву пшеницы озимой

В современном сельскохозяйственном производстве при выращивании культур механическая обработка почвы – самая актуальная, но по ее проведению есть много дискуссионных вопросов. Известно, что обработка почвы должна учитывать биологические и агротехнические особенности пшеницы озимой и также комплексное влияния и на последующие культуры в севообороте [62, 72, 73, 74, 155].

Работами ученых доказано, что создание оптимальных условий для ростовых процессов пшеницы озимой в значительной степени определяется приемами основной обработки почвы. И с этим связано какое механическое воздействие оказано на почву рабочими органами сельскохозяйственных орудий [22, 55, 74, 155].

Известно, что определяющей задачей основной обработки почвы является создание пахотному слою оптимальной плотности. Показатель плотности почвы определяет многие параметры, но особенно в регулировании водно–воздушного режима [1, 6, 126, 150].

Как уже указывалось, что физические свойства почвы имеют большое значение, а особенно, величина плотности почвы, которая складывается в процессе обработки почвы. При оптимальных значениях плотности в почве формируются лучшие условия для водно–воздушного и питательного режимов, что в дальнейшем способствует хорошему развитию растений. При создании равновесной плотности почвы, оптимальной для развития растений озимой пшеницы, ростовые процессы протекают более интенсивно [69, 75, 90, 126, 160]. Определенный тип почвы в естественном состоянии характеризуется своей плотностью, к которой почвенный покров стремится

под действием силы тяжести, осадков в условиях отсутствия обработки почвы (Горянин О.И., 2018).

Исследованиями С.Н. Шевченко и В.А. Корчагина (2006) установлено, что для Заволжья на обыкновенном черноземе оптимальная плотность почвы для растений пшеницы составляет $1,0 \text{ г/см}^3 - 1,25 \text{ г/см}^3$, на черноземе южном и темно-каштановой почвах $1,2 \text{ г/см}^3 - 1,3 \text{ г/см}^3$ [183].

Многими учеными показано, что создание плотности сложения почвы в пределах $1,2 \text{ г/см}^3 - 1,3 \text{ г/см}^3$ является нормальным для протекания ростовых процессов у многих озимых культур [49, 76, 126, 130].

Работами ученых установлено, что плотность почвы сильно сказывается на полевой всхожести семян, что в дальнейшем определяет оптимальную густоту стояния для многих полевых культур [49, 84, 126, 226, 227, 228].

Вместе с тем необходимо отметить, что для различных регионов и типов почв оптимальная плотность различна. Так, исследованиями Е.В. Письменной, М.Ю.Азаровой и Л.Г.Курасовой (2020) показано, что для условий Ставропольского края (темно-каштановые почвы) оптимальные значения этого показателя составляют $1,20 \text{ г/см}^3 - 1,28 \text{ г/см}^3$ [139].

Однако имеются противоречивые результаты экспериментов по характеру воздействия обработки почвы на ее плотность. Некоторые авторы указывают, что замена отвальной системы обработки почвы в севообороте на минимальные или комбинированные не изменяют значения плотности почвы [87, 11, 56, 45, 48].

Р.Х. Якупов (2020) в результате своих исследований в условиях Иркутской области установил, что значение плотности почвы при применении отвальной обработке менее оптимальны, чем при безотвальном способе подготовке почвы [196]. Исследования, проведенные в условиях Западного Предкавказья, показывают положительное влияние обработки почвы безотвальными агрегатами на значение плотности почвы [106].

Имеются данные, что использование прямого посева в различных регионах показывают, что значение плотности почв увеличивается при

проведении различных приемов безотвальной обработки [7, 67, 70, 111, 112, 113].

Вместе с тем, исследования, проведенные в Ивановской области показывают, что на дерново-подзолистой почве наибольшее количество агрономически ценных агрегатов 0.25–10 мм отмечено по минимальной обработке. А наименьшее – по интенсивной глубокой. Кроме того, коэффициент структурности в среднем за вегетационный период по минимальной обработке составил 3,85, по глубокой уменьшился [114].

Данные экспериментов показывают, что при различных способах обработки на черноземных почвах не отмечено существенного влияния плотности почвы, так как различия на вспашке и на минимальной обработке незначительны [172].

Исследования, проведенные в другой зоне (Среднем Заволжье) показывают, что наименьшая плотность в весенний период под озимыми культурами была по вспашке $-1,14 \text{ г/см}^3$, а при применении безотвальной обработки плотность несущественно увеличивалась [33].

Одним из главных показателей плодородия выступает содержание гумуса. Учеными установлено, что при проведении глубоких отвальных и безотвальных приемов обработки почвы отмечается уменьшение содержания гумуса в почве [24, 171].

На содержание гумуса в почве при различных системах обработки почвы нет единого мнения. Некоторые авторы указывают о положительном балансе гумуса при применении безотвальной обработке почвы и тоже об увеличении его запасов при минимальной обработке почвы [140, 162, 174]. Указывается о более интенсивном уменьшении количества гумуса при отвальной обработке было характерно только для зернопаропропашного севооборота [46, 47, 170].

Положительное изменения продуктивности полевых культур невозможно без совершенствования приемов и систем подготовки почвы. Способы подготовки почвы изменяют водно-воздушный и тепловой режим,

кроме того обработка почвы положительно изменяет микробиологические процессы, т.е. показатели плодородия, что приводит к увеличению урожайности сельскохозяйственных культур [127, 129, 179, 219, 220].

Так, в ходе исследований не установлено положительного влияния на урожайность озимой пшеницы приемов обработки почвы. Ряд авторов показывают отсутствие изменений в урожайности при переходе от традиционной системы обработки почвы к ресурсосберегающим технологиям [52, 140].

Результаты других исследователей показывают снижение продуктивности озимой пшеницы при замене вспашки на поверхностную безотвальную обработку почвы [123]. Результаты ученых указывают о значительном повышении урожайности этой культуры при отказе от отвальной обработке [68, 81, 224].

Научные результаты ученых КНИИСХа в условиях Кубани показали, что минимальная обработка под озимую пшеницу в среднем за годы исследований способствовала снижению урожайности в сравнении с традиционной обработкой [20].

Изучение различных способов подготовки почвы к посеву озимой пшеницы в условиях Западного Предкавказья показал, что урожайность озимой пшеницы изменялась от 4,37 до 7,29 т/га. Анализ средних данных по фактору А показал, что при поверхностной и традиционной системах основных обработок почвы существенных отличий на урожайность не выявлено.

Одним из дискуссионных вопросов в агрономии является разработка способов основной обработки почвы при выращивании пшеницы озимой в различных почвенно-климатических условиях страны. Разработка систем основной обработки почвы – это определяющий фактор регулирования почвенного плодородия, которое определяет воздушный режим почвы и обеспечивает влагообеспеченность растений.

Анализ научных источников позволяет заключить, что в условиях современного развития сельскохозяйственного производства необходим комплексный подход к выбору систем обработки почвы, особенно в севообороте, а также с учетом сортовой особенности новых сортов пшеницы озимой.

Поэтому научные исследования в данном направлении остаются и требуют экономического обоснования ресурсосберегающих технологий выращивания пшеницы озимой в условиях Западного Предкавказья.

Представленный анализ литературных научных источников показывает противоречия научных данных по влиянию систем основной обработки почвы на плодородие почвы, на продуктивность, экономическую эффективность. Все выше сказанное не вызывает сомнений в необходимости и актуальности проведения дальнейших научных разработок по данной тематике.

1.2 Система удобрений при выращивании пшеницы озимой

Продуктивность пшеницы озимой и формирование качества зерна зависят от условий питания растений элементами минерального питания.

Известно, что интенсивные сорта более требовательны к уровню питания, а также при сбалансированном обеспечении питательными веществами способны реализовать свой генетический потенциал. Пшеница озимая выносит с урожаем из почвы, при урожае зерна 10 ц/га: 25–35 кг азота, 11–15 кг фосфора, 20–28 кг калия, 5 кг кальция [109].

Исследованиями установлено, что чем выше урожай – тем больше вынос питательных веществ. Культура пшеницы выращивается во многих регионах страны, но достаточное содержание в легкодоступной форме NPK практически не бывает. В связи с этим, для получения стабильного урожая пшеницы требуется вносить минеральные и органические удобрения.

Ранее установлено, что продуктивность определяется от лимитирующего фактора, а именно от элемента, содержание которого в почве в минимуме. Нарушения в соотношении азота, фосфора и калия может

способствовать уменьшению урожайности пшеницы озимой [79, 80, 109, 163, 188, 190]. Установлено, что достижение максимального урожая и с высоким качеством желательно преобладание азота в пределах 1,5:1:1,2.

Учеными доказано, что удобрения вносятся, как правило в три приема. Первый – под основную обработку осенью, второй в рядки при посеве и третий – это подкормки во время вегетации.

Как правило, полную дозу фосфорных и калийных вносят под основную обработку почвы. Эффективней вносить минеральные удобрения под вспашку, чем достигается глубокое перемешивание удобрений.

При таком внесении, то есть под вспашку, растения будут обеспечены элементами питания практически во время всей вегетации. Доказано, что внесение удобрений весной, значительно снижает их эффективность.

При внесении минеральных удобрений под пшеницу озимую необходимо учитывать особенности азотного питания растений, а также характеристику азотных удобрений. При составлении нормы азотных удобрений необходимо учитывать то, что в начале вегетации нельзя допускать избыточного питания азотом и обеспечить его достаток после весны.

В этих целях, для постоянного обеспечения озимой пшеницы азотом необходима доступность этого элемента в течении всей вегетации [120, 121, 188].

Так, внесение азотных удобрений ранней весной способствует процессу кущения, что повышает густоту растений к уборке. Количество азота во время первой подкормки, как правило определяется состоянием посевов и вносится до 20–30% от рекомендованной нормы.

При проведении второй подкормки отмечается значительное влияние на урожайность зерна. Нормы удобрений при второй подкормке зависит от доз при первой подкормке. И как правило, доза её составляет до 50% от полной нормы минеральных удобрений.

Для улучшения качества зерна пшеницы озимой применяется подкормка в фазе начала колошения и в производстве она идет как третья подкормка.

Доступность элементов питания, а главное азотных, в это период повышает фотосинтетическую активность верхних листьев, что способствует повышению качества зерна [103, 189].

Ресурсосберегающие технологии выращивания озимой пшеницы нацелены на оптимизацию поглощения элементов технологии, что во многом связано с ценовой политикой на минеральные удобрения [38, 94, 126, 175].

Проведенные исследования установлена прямая зависимость продуктивности культур, да и качества зерна, за счет применения минеральных удобрений [86, 120, 161, 167, 173, 191, 233].

Важным фактором в построении урожая пшеницы озимой и её качества является внесение минеральных удобрений, а особенно азотных. Установлено, что низкие дозы азотных удобрений приводят не только к уменьшению продуктивности, но снижается и качество зерна [107, 127, 135, 173, 200].

Эффективность азотных удобрений зависит от дозы применяемого удобрения, а также от почвенно–климатических условий и особенности сортов [37, 118, 173, 215].

Ранее установлено, что поступление азота отмечается в начале вегетации и до середины налива зерна. Основное поглощение, до 55%, происходит в период выхода в трубку – колошения. От поступления азота в растения зависит протекание ростовых веществ и увеличивается продуктивность флагового листа [18, 43, 121, 142, 151, 209].

Ростовые процессы урожайность и качество продукции определяется рядом факторов: плодородие, влагообеспеченность, тепловой режим, содержание в почве в доступной для растений форме азота, фосфора и калия. Применение минеральных удобрений является условием для регулирования питания растений. Известно, что дозы удобрений должны удовлетворять потребности растений для повышения урожайности культур [36, 94, 146].

Исследователи Губанов Я.В., 1988; Шоков Н.Р, 1999; Lentz E., 2003 и другие установили, что при дефиците азота на начальных этапах органогенеза отрицательно сказывается на закладке побегов кущения. На последующих

этапах от обеспеченности озимой пшеницы азотом зависит реализация колосков. Начиная с девятого по двенадцатые этапы азот оказывает значение на озернённость колоса и массу 1000 семян [42, 151, 171, 192, 222].

Поступление фосфора в оптимальных дозах в растения влияет на формирование корневой системы. Фосфор, потребляется с ранних фаз и до полной спелости. Он необходим также для нормального протекания процессов, происходящих в набухающем зерне и проростках пшеницы [119, 134, 224].

Поступление фосфора в начале вегетации составляет 8–10 кг/га. Установлено, что в начале рост озимой пшеницы реагирует от недостатка основных элементов питания. Как указывалось, избыток азота осенью приводит к плохой перезимовке растений. А повышенное содержание азота в более поздние периоды отрицательно сказывается на созревании растений и устойчивости к болезням [24, 59, 131, 163].

Поступление в растение элементов питания сильно коррелируется с ростом фитомассы. Интенсивное потребление элементов отмечается от фазы весеннего кущения до колошения. К началу трубкования пшеницы образуют 10–20% биомассы, а потребление азота составляет на этот период 25–28% от всего, фосфора до 20% и калия до 30%. Перед уходом в зиму озимой пшенице необходимо усиленное фосфорное питание. Фосфор стабилизирует рост корневой системы и повышает устойчивость к перезимовке. Оптимальное питание фосфором и калием в этот период способствует кущению и росту растений. Недостаток фосфорных удобрений осенью может привести к плохой перезимовке [24, 109, 196].

Установлено, что калийные и фосфорные удобрения наибольший эффект дают под основную обработку почвы, а азотные – дробно, под основную обработку и в подкормки [24, 44, 109].

Данные опытов показывают, что лучшие результаты получены при дробном внесении минеральных удобрений. Так, внесение $N_{120}P_{90}$ под озимую пшеницу дает увеличение урожая зерна на 5–10 ц/га в зависимости от срока

внесения. Лучшие результаты получены при внесении P_{80} под основную обработку, P_{10} в рядки и всей дозы N_{120} в подкормку весной [12, 27, 178].

Итак, повышение урожайности пшеницы озимой возможно при комплексном сочетании всех звеньев агротехнологий, и в первую очередь, оптимизации минерального питания [41, 42]. Известно, что формирование высокого урожая растений в период роста и развития расходует значительное количество питательных элементов, особенно при высоком урожае (Muller S., Vielmeyer H.P., Vanselow G., Janert R., 1985; Пруцков Ф.М., 1970; Афендулов К.П., Лантухова А.И., 1973).

Исследованиями Я.В. Губанова и других авторов показано, что применение высоких доз минеральных удобрений может вызывать полегание растений пшеницы озимой. Особенно при выращивании высокорослых сортов [41, 42].

С.В. Жиленко (2015) проводил испытания на озимой пшенице сорта «Батько» в условиях центральной зоны Краснодарского края и показал, что удобрения, внесенные под основную обработку в дозах $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{45}P_{45}K_{45} + N_{50}$ – ранневесенняя подкормка и $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{50}$ эффективны. Внесение также некорневых азотных подкормок положительно влияет на прибавку урожая пшеницы и рентабельность культуры [61].

Также многочисленными исследователями показана высокая эффективность ранневесенних подкормок озимой пшеницы в период начала возобновления весенней вегетации [63, 103, 128, 184].

Исследованиями Н.Г. Малюги, А.Х. Шеуджена и других установлено, что качество озимой пшеницы формируется в период налива зерна. Так, белок в зерне накапливается за счет поступления азота из почвы. 60–70% азота в зерне накапливается за счет реутилизации его из вегетативной массы и 30–40% – за счет азота почвы. Недостаток азота в ранневесенний период налива зерна – к снижению качества зерна вследствие малого накопления белка [63, 103, 109, 189].

Учеными доказано, что для создания оптимальных условий формирования зерна пшеницы с высокими качественными показателями проводят внекорневую подкормку азотными удобрениями. При этом содержание белка и клейковины в зерне от этого приема может увеличиться соответственно до 4%. При этом улучшается качество клейковины [103, 109, 121].

Доказано, что самым оптимальным сроком проведения внекорневой подкормки озимой пшеницы является фаза колошения. Также установлено, что внекорневая подкормка эффективна на высоких агрофонах и при хорошем удобрении до посева [59, 63, 103, 128].

Зарубежными исследователями установлено, что применение внесения высоких доз азотных удобрений до 200 кг/га повышает урожайность зерна до 80 ц с гектара, но при этом не всегда обеспечивают содержание белка в зерне свыше 11-12% [203, 198].

На основании анализа литературных источников показано, что повышение урожайности озимой пшеницы и что важно для новых сортов, возможно при комплексном сочетании всех звеньев агротехнологий, а также при оптимизации минерального питания. Система удобрений под озимую пшеницу должна быть направлена на создание оптимального режима питания с учетом получения гарантированных урожаев, а также с целью наиболее полной реализации ее потенциальной продуктивности.

1.3 Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от агротехнологий выращивания

В сельском хозяйстве постоянно внедряются новые сорта пшеницы озимой, разрабатываются соответствующие агроприемы не только для увеличения урожая, но и для поднятия качественных показателей зерна [74, 130].

Однако, возделываемая в мире пшеница только на 25% соответствует показателю сильных. Примерная такая проблема существует и при

производстве зерна в Российской Федерации и для получения качественного продукта применяются зерна пшеницы, которые обладают улучшенными свойствами.

В настоящее время для определения качественных показателей зерна пшеницы разработаны несколько признаков. Эти методики условно разделяются на прямые и косвенные.

Прямой метод заключается в размоле зерна и тестовая выпечка хлеба. В сельскохозяйственном производстве применяется другой метод, который основывается на применении следующих показателей: натура, стекловидность, количество протеина, содержание клейковины и её качество и некоторые физические показатели [14, 55, 164, 208, 213, 229].

Современные методы и способы определения свойств теста базируются на современных приборах, а также определяются для оценки новых сортов пшеницы [17, 100, 102].

Показатели натуры зерна пшеницы озимой является важным фактором, и он применяется, как для оценки сортов, а также при определении товарных свойств зерна [64, 107, 108, 148, 149, 152].

Этот важный показатель качества зерна, так как он показывает связь количества муки с величиной натуры зерна и этот показатель входит в товарную классификацию зерна пшеницы [5, 13, 89, 128].

Натурный вес изменяется от агротехники выращивания (особенно применение удобрений, сроки уборки) и от погодных условий [4, 185, 193].

Необходимо отметить, что натурный вес во многом изменяется от влажности зерновой продукции, а также от степени засорения. Вторым показателем, который определяет технологические свойства зерна, является консистенция эндосперма или стекловидность. Стекловидность зерна определяется строением эндосперма, а именно стекловидного и мучнистого эндосперма [13, 66, 77, 98, 157].

Стекловидность зерна зависит от сортовых особенностей, а также от приемов выращивания. Определяющими являются условия питания, сроки уборки и другие факторы [17, 53, 106].

Со стекловидность зерна в сильной корреляционной зависимости находится содержание белка. Количество белка в зерне определяется свойствами зерна пшеницы, но кроме этого является важным фактором хлебопекарных качеств продукции [82, 83, 88, 106, 113].

Известно, что содержание белка пшеницы зависит от климатических условий, сорта, агротехнических приемов и других факторов. Отмечено, что содержание в зерне изменяется, но для технологии выпечки хлеба количество белка необходимо 12–13%т [154].

Исследования проводимые учеными показывают, что определяющим фактором при выращивании озимой пшеницы является получение продукции также с высоким количеством клейковины. Кроме того, исследователями отмечено, что формирование клейковины заканчивается с наступлением восковой спелости [40, 64, 85, 168].

Количество клейковины в продукции определяется зоной возделывания, сортовыми особенностями и содержание ее изменяется от 17 до 54%, в пересчете на сырую клейковину. Так, глиадин и глютеин, входящие в клейковину играют важную роль в брожении и получении эластичного теста. Также отмечено, что накопление белка и содержание клейковины находятся в прямой зависимости [8, 64, 169].

Содержание белка и клетчатки, как уже указывалось, определяется сортовыми особенностями озимой пшеницы и в том числе некоторыми мероприятиями агротехники. Сбалансированное минеральное питание способствует получению максимально качественного урожая. Ученые отмечают, что с ростом урожайности в зерна сокращается количество белка. Зерно пшеницы высокого качества получается на плодородных почвах с достаточным количеством азота [107, 128].

Исследователями Х.А. Малкандуева (2022) и других ученых показаны требования к качественным показателям зерна озимой пшеницы и разработаны приемы способы для определения качества зерна. В ходе исследований ими показано значение определенных приемов выращивания этой культуры. Так, дана роль раздельной уборки для формирования зерна с высоким качеством и показан биохимический процесс формирования клейковины из азотистых соединений [99, 101, 102, 103, 104].

Установлено, что отрицательное влияние на человека являются тяжелые металлы, которые накапливаются в зерне [3].

Все тяжелые металлы по классификации распределены на три группы. В первую группу, т.е. первый класс опасности относятся кадмий, мышьяк, ртуть, фтор, свинец, цинк. Во второй класс опасности входят – бор, кобальт, никель, молибден, медь, хром. И третью группу составляют: барий, вольфрам, марганец, стронций [124, 180].

Ранее проверенными исследователями установлено, что определяющими загрязнителями продукции среди тяжелых металлов это кадмий, ртуть, свинец, мышьяк. Они отрицательно влияют на урожайность культур, а также качество продукции. Также отмечено, что ингибирование ферментов в почве оказывают никель, серебро и цинк [147, 182].

Согласно классификации тяжелые металлы – это химические элементы, имеющие плотность более 5 г/см³, то есть относительную атомную массу более 40. Токсичными также являются ртуть, кадмий и свинец.

Тяжелые металлы существенно нарушают поступление в растения микроэлементов, выполняющих важные функции.

Проблема заражения почвы и продукции происходит по разным источникам. Так, ртуть и проблема её заражения состоит из-за довольно широкого её использования в различных отраслях народного хозяйства [9, 51]. В силу широкого её применения сложным является исключить её попадания в почву с промышленного производства. Кроме того, ртуть является

компонентом многих пестицидов, что также способствует накоплению её в обрабатываемых растениях.

Необходимо отметить, что в организме человека сохраняются во всех органах, тем самым вызывает нарушение обмена белков и отрицательно влияет на иммунную систему.

Известно, что мышьяк используется в изготовлении стекла, клея, красителей, а также при производстве фармацевтических препаратов. А главное при изготовлении кормовых добавок и пестицидов [65, 97, 122].

Кадмий представляет собой очень опасным соединением. Кадмий входит в состав продуктов переработки нефти (дизельное топливо, мазут), а также используется при производстве красящих продуктов и аккумуляторов. Известно, что в почву поступают выбросы промышленного производства, а затем он поступает из почвы в растения [10, 50].

Известно, что этот элемент обладает высокой токсичностью. Высокая фитотоксичность его определяется тем, что он нарушает работу ферментов и другие физиологические процессы. При замещении цинка кадмием в растениях отмечается цинковая недостаточность, что приводит к угнетению растений [3, 10].

Установлено, что он оказывает отрицательное действие на нервную систему человека, он накапливается в почках и способствует вытеснению кальция из костей.

Цинк относится к первому классу опасности. Он используется при производстве аккумуляторов, в печатной промышленности, а также в медицине. Необходимо отметить, что цинк содержится практически во всех растениях, а особенно значительное количество его в зерне злаков, грибах и какао.

При недостатке цинка отмечается ослабление памяти, нарушение деятельности щитовидной железы. Исследованиями М.Л. Берсеновой (2018) установлено, что определения содержания цинка в зерне пшеницы было значительным, но не превышало значение ПДК цинка [3, 9, 122].

Ранее установлено, что накопление и перемещение тяжелых металлов из почвы зависит от почвы, свойств растений и химических свойств элементов [25, 214, 217, 236].

Эксперимент по изучению действия известкования на накопления в зерне яровой пшеницы показало, что при увеличении дозы доломитовой муки реакция почвы изменилась до нейтральной. При известковании почвы мелиорантом в дозе, составляющей 60% от полной дозы, установлено максимальное снижение гидролитической кислотности почвы [60].

Также этими исследователями показано, что известкование почвы привело к достоверному уменьшению содержания кадмия в зерне.

Тяжелые металлы поступают в почву различными путями [133, 136, 216], а также вместе с атмосферными осадками. Проведенными исследованиями было установлено, что содержание кадмия в растениях зависело от аэротехногенных выпадений и содержания кислоторастворимых соединений металла в почвах. Коэффициент корреляции между содержанием этого элемента в растениях и его суммарным атмосферным потоком достигал 0,99 [71].

Этими исследователями отмечено, что качество свинца зависело от уровня аэротехногенной нагрузки. Кроме того, отмечено, что количество никеля не зависело от содержания металлов в почве.

Содержание тяжелых металлов в зерне во многом объясняется характеристиками почвы [71, 207, 217, 230]. Исследования в условиях Республике Мордовия показали, что содержание тяжелых металлов в зерне пшеницы озимой и яровой зависело от места произрастания культур [14]. Установлено, концентрации в зерне марганца и хрома практически не различаются по регионам выращивания. А содержание свинца в продукции озимой пшеницы было выше при выращивании на тяжелосуглинистых почвах.

Одним из путей поступления тяжелых металлов в почву является внесение их с минеральными удобрениями [25, 211, 212, 225].

Исследования, проводимые в условиях Тульской области показали, что содержание тяжелых металлов зависело от минеральных удобрений и их соотношения при внесении [91]. Результаты эксперимента показывают, что максимальный коэффициент накопления свинца получен при применении минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{60}K_{60}$.

Необходимо отметить, что у кадмия максимальный коэффициент накопления отмечен на варианте $N_{90}K_{60}$. Также установлено, что различное сочетание минеральных удобрений не сказалось на содержании меди в продукции яровой пшеницы. Курбаков Д.Н. (2022) указывает, что выявленные закономерности поведения ТМ в полевых исследованиях, вероятно, определялись тем фактом, что длительное применение физиологически кислых азотных и калийных удобрений способствовало подкислению почвенного раствора, что приводило к изменению химизма поведения ТМ в почве, их мобилизации и увеличению размеров накопления в растениях. Тем не менее, известь и фосфорные удобрения обогащали почву кальцием и фосфором, что способствовало образованию труднорастворимых соединений ТМ в почве, снижению их миграционной подвижности и уменьшению накопления в урожае зерновых культур [91].

Результаты исследований, проведенные в условиях центральной зоны Кубани, показывают, что содержание тяжелых металлов в зерне озимой пшеницы изменяется с количеством применяемых удобрений [25, 182].

Отмечено увеличение количества марганца, цинка, меди, кобальта и кадмия в зерна пшеницы озимой с увеличением норм применяемых удобрений.

Исходя из литературных источников видно, что содержание тяжелых металлов зависит от многих причин. Важным фактором накопления этих соединений в зерне является систематическое внесение минеральных удобрений. Но это во многом определяется качеством самих удобрений, их дозами и характеристиками почвы и исследования в этом направлении являются актуальными.

2 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

2.1 Почвенные и климатические условия

Эксперимент был заложен на опытной станции ФГБУ ВО «Кубанский государственный аграрный университете имени И.Т. Трубилина» (2014–2017 гг.). Предшественник – подсолнечник. Сорт озимой пшеницы Антонина. Исследования проводились в условиях длительного стационарного опыта.

Почвы – чернозем выщелоченный сверхмощный. Основными особенностями чернозема выщелоченного являются следующие признаки: а) четкая дифференциация генетических горизонтов; б) сложение – среднеуплотненное; в) большая мощность гумусового слоя (до 140 см); г) довольно хорошая оструктуренность; ж) выщелоченность от карбонатов кальция – сильная. Подробное описание почвы представлено в приложении 1.

Участок, где проводили исследования, расположен в центральной агроклиматической зоне Кубани и считается для этой зоны умеренно–континентальным и теплым климатом с неустойчивым увлажнением. Среднегодовая температура воздуха для этой зоны составляет 10,8 °С, а самая низкая в январе –2,5°С. Безморозный период составляет 175–225 дней.

Недостаток влаги отмечается в июне и августе месяце, кроме того осадки в этот период незначительны.

Господствующие ветра являются западного и восточного направления.

Распределение осадков и температурный режим за годы эксперимента показан на рисунках 1 и 2.

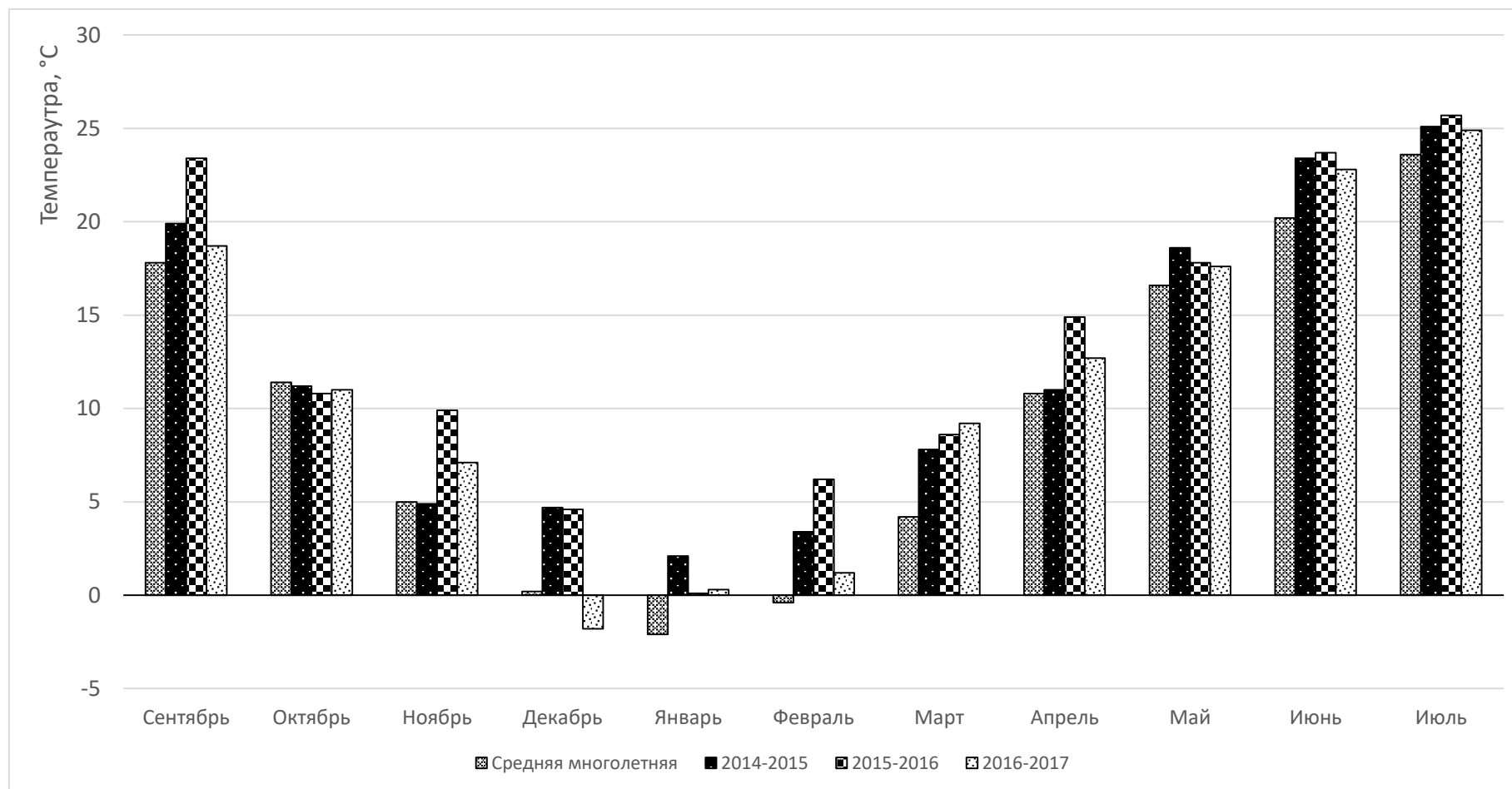


Рисунок 1 – Температура воздуха, за годы исследований (метеостанции ОПХ «Круглик», ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК)

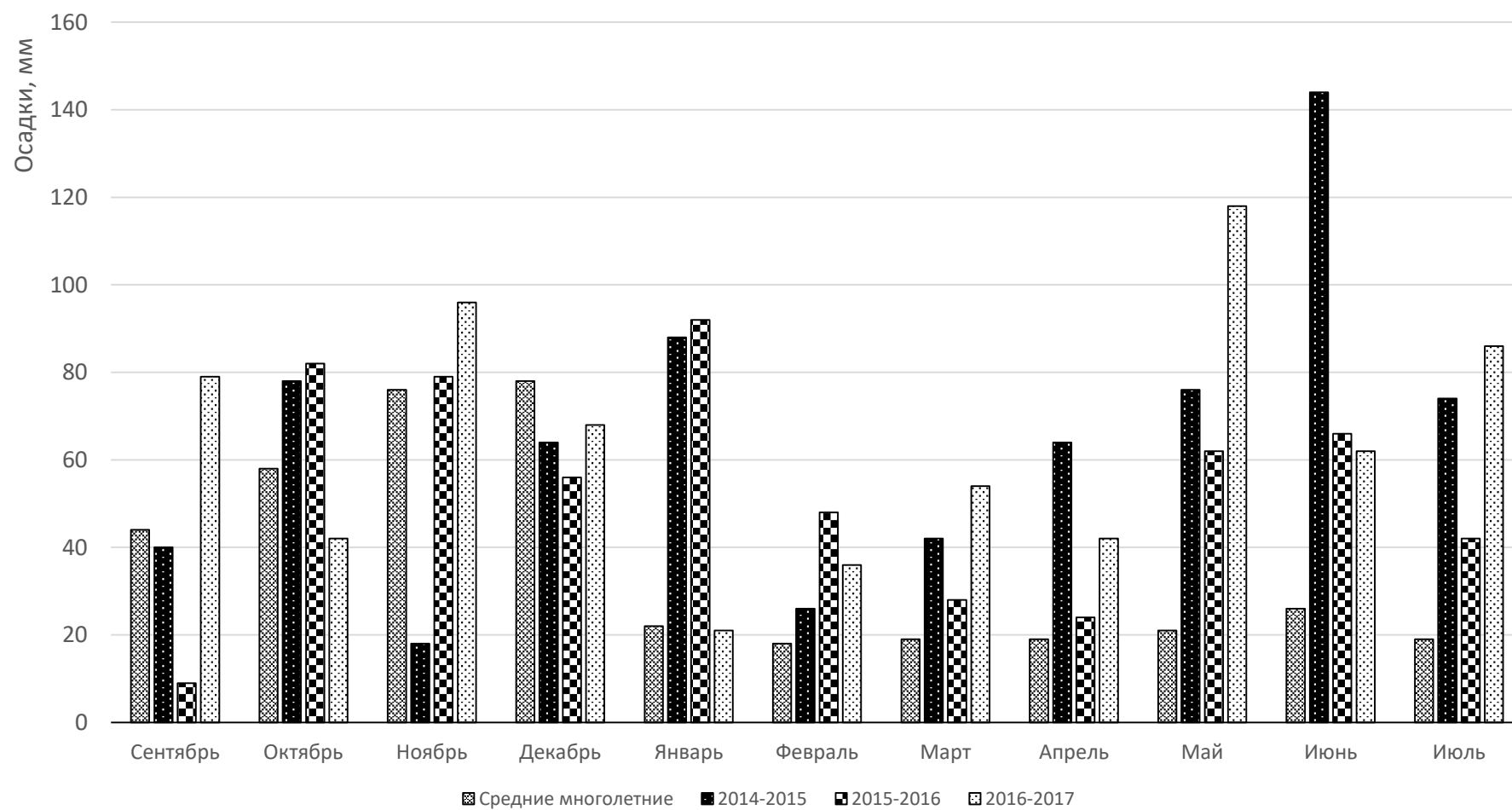


Рисунок 2 – Распределение осадков по годам эксперимента (метеостанции ОПХ «Круглик», ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК)

Описание погодных условий за годы проведения эксперимента представлены в приложении 2.

2.2 Схема эксперимента и методика исследований

Эксперимент включал два опыта. Повторность при постановке опыта – трехкратная. Размер учетной делянки 17 м на 2,0 м.

Опыт 1. Сравнительная оценка ростовых процессов, урожайности и качества зерна пшеницы озимой при комплексном влиянии различных способов подготовки почвы, плодородия почвы, системы удобрений и защиты растений в условиях Западного Предкавказья (номер государственной регистрации: 01.201423540). Проводился на стационаре в одиннадцатипольном севообороте: 1) люцерна; 2) люцерна; 3) озимая пшеница; 4) озимый ячмень; 5) подсолнечник; 6) озимая пшеница; 7) кукуруза на зерно; 8) озимая пшеница; 9) сахарная свекла; 10) озимая пшеница; 11) яровой ячмень (подсевом люцерны).

Эксперимент проводился на схеме двухфакторного опыта:

- 1) фактор А – способ обработки почвы;
- 2) фактор В – уровень плодородия, система удобрений, система защита растений.

Таблица 1 – Схема опыта

Способ основной обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрения, защита растений (фактор В)
Безотвальный	000
	111
	222
	333
Рекомендуемый (контроль)	000 (к)
	111
	222
	333
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000
	111
	222
	333

Фактор А – способ подготовки почвы:

- безотвальный (три лущения на глубину 8–10 см дисковым фирмы Кун);
- рекомендуемый способ (лущение на глубину 6–8 см дисковым фирмы Кун), вспашка оборотным плугом на глубину 20–22 см и предпосевная культивация (контроль);
- отвальный с периодическим глубоким рыхлением (лущение на глубину 6–8 см дисковым фирмы Кун), вспашка оборотным плугом на глубину 20–22 см и периодическое глубокое рыхление до 70 см дважды в ротацию севооборота через равные промежутки времени (под подсолнечник и люцерну).

Подробно схема фактора В опыта 1 представлена в приложении 3.

Плодородие почвы формировалось при закладке мониторинга в 1991 году. То есть в первую ротацию севооборота и повторное позднее в 2004 году при второй ротации. Для этого вносилось 200 тонн на гектар навоза А1– 200 кг/га P_2O_5 . В схеме опыта дозы фосфора А2 – доза составляла 400 кг/га, а А3 – 600 кг/га P_2O_5 .

Контроль – вариант 000, то есть с исходным уровнем плодородия, без внесения удобрений и средств защиты растений при проведении поверхностной подготовки почвы.

В опыте 1 все учеты, наблюдения и определения проводили согласно принятым методикам (приложение 4).

Опыт 2. Урожайность и качество зерна пшеницы озимой сорта Антонина при влиянии отдельно плодородия, минерального питания и системы защиты растений в условиях Западного Предкавказья. В задачу исследований входило, установить отдельное влияние каждого фактора (плодородие, удобрения и защита растений) на изучаемые показатели (таблица 2).

Опыт проводился в стационарном мониторинге по схеме трехфакторного опыта (номер государственной регистрации: 01.201423540).

- 1) Фактор А – уровень плодородия;
- 2) Фактор В – доза минеральных удобрений;
- 3) Фактор С – система защиты растений.

Таблица 2 – Схема опыта 2

Вариант	Уровень плодородия почвы (фактор А)	Фактор В (система удобрений)	Фактор С (система защиты растений)
000 (к)	исходный уровень плодородия (А ₀)	без удобрений (В ₀)	без применения средств защиты растений (С ₀)
002	исходный уровень плодородия (А ₀)	без удобрений (В ₀)	химическая система защиты растений от сорняков (С ₂)
020	исходный уровень плодородия (А ₀)	(N ₁₄₀ P ₉₀ K ₆₀ + N ₆₀ при возобновлении весенней вегетации; В ₂)	без средств защиты растений (С ₀)
022	исходный уровень плодородия (А ₀)	(N ₁₄₀ P ₉₀ K ₆₀ + N ₆₀ при возобновлении весенней вегетации; В ₂)	химическая система защиты растений от сорняков (С ₂)
200	повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р ₂ О ₅ ; А ₂)	без удобрений (В ₀)	без средств защиты растений (С ₀)
202	повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р ₂ О ₅ ; А ₂)	без удобрений (В ₀)	химическая система защиты растений от сорняков (С ₂)
220	повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р ₂ О ₅ ; А ₂)	(N ₁₄₀ P ₉₀ K ₆₀ + N ₆₀ при возобновлении весенней вегетации; В ₂)	без средств защиты растений (С ₀)
222	повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза + 400 кг/га Р ₂ О ₅)	(N ₁₄₀ P ₉₀ K ₆₀ +N ₆₀ при возобновлении весенней вегетации)	химическая система защиты растений от сорняков

Способ обработки почвы рекомендованный (после уборки лушение с глубиной до 8 см, вспашка на глубину до 22 см и предпосевная культивация).

Уровень плодородия почвы создавался при закладке эксперимента (изложено в методике при проведении опыта 1).

Контролем служил вариант 000 – с исходным уровнем плодородия, без удобрений и без средств защиты.

В опыте все наблюдения, учеты и анализы проводили принятыми методиками:

1. Наступление фенологических фаз вегетации озимой пшеницы согласно методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур.

2. Биометрические показатели растений: высота растений, густота стояния, количество побегов определялось в следующие фазы: кущение, выход в трубку, колошение, восковая спелость – по методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур.

3. Площадь листовой поверхности определялась по методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур в фазы: кущение (весной), выход в трубку, колошение, восковая спелость.

4. Накопление хлорофилла и каротиноидов в листьях растений озимой пшеницы определяли спектрофотометрическим методом на спектрофотометре SS 2107.

5. Определение активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов по методике Федорова С.А.

6. Поражение растений озимой пшеницы – по методике ВИЗР.

7. Структура урожая озимой пшеницы (длина колоса, количество колосков в колосе, и зерен в колосе, масса 1000 зерен, количество общих и продуктивных побегов) определяли перед уборкой по методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур.

8. Качество зерна определяли с помощью инфракрасного анализатора Инфра ЛЮМ ФТ – 10. Градуировка анализатора осуществлялась с помощью программы Спектра Люм/Про.

9. Содержание тяжелых металлов в зерне определяли согласно: ГОСТа 30178–96 Сырье и продукты пищевые. Атомно–абсорбционный метод определения токсичных элементов и ГОСТа 26929–94 Сырье и продукты пищевые. Минерализация для определения содержания токсичных

10. Содержание фосфора в зерне определяли фотометрическим методом согласно ГОСТу 26657–97, а содержание калия в зерне согласно ГОСТу 30504–97.

11. Определение содержание микотоксинов в зерне определяли согласно ГОСТу 3153–2012.

12. Статистическую обработку данных эксперимента проводили в программе STATISTIKA, дисперсионный анализ – по методике, разработанной Б.А. Доспеховым.

3 ЗАВИСИМОСТЬ РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ, УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АГРОТЕХНОЛОГИЙ (РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, ОПЫТ 1)

3.1 Влияния агротехнологий на продолжительность вегетационного периода

Применение различных агротехнологий направлено на оптимальное протекание основных жизненных периодов пшеницы озимой, что в конечном итоге влияет на величину сбора зерна с единицы площади. Протекание межфазных периодов и всего вегетационного периода, во-первых, объясняется особенностью сорта, а, во-вторых от погодных условий в течении вегетации.

В процессе эксперимента нами установлено, что период от посева до всходов в среднем за три года составил 13 до 15 дней (таблица 3).

Таблица 3 – Изменение продолжительности межфазных периодов пшеницы озимой при различных элементах агротехнологий, дн. (2014 - 2017 гг.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрения, защита растений (фактор В)	Посев – всходы	Всходы–конец осенней вегетации	Начало весенней вегетации – колошение	Колошение – полная спелость	Вегетационный период без зимнего покоя
Безотвальный	000	13	47	66	43	169
	111	13	47	66	44	169
	222	13	47	65	47	171
	333	13	47	65	47	172
Рекомендуемый (к)	000 (к)	13	47	66	43	170
	111	13	47	66	43	170
	222	13	47	65	48	173
	333	13	47	65	48	173
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	15	45	66	44	171
	111	15	45	66	44	171
	222	15	45	66	46	172
	333	15	45	66	46	173

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Анализируя эти показатели видно, что всходы позднее отмечались при вспашке с последующим периодически глубоким рыхлением. Примерно такая же закономерность отмечена и по годам эксперимента. Необходимо отметить, что в 2016 году всходы появились на 15–17 дней (приложение 5). Задержка всходов в этот год объясняется тем, что в октябре месяце выпало 42 мм осадков, что меньше значения количества осадков по среднемноголетним данным. Анализируя средние данные видно, что вегетационный период без зимнего покоя изменялся от 169 до 173 дней (таблица 3). Более продолжительный вегетационный период отмечен при проведении отвального способа обработки почвы с периодическим глубоким рыхлением.

Таблица 4 – Изменение продолжительности межфазных периодов пшеницы озимой при различных элементах агротехнологий, дн. (2014 - 2015 гг.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрения, защита растений (фактор В)	Посев – всходы	Всходы – конец осенней вегетации	Начало весенней вегетации – колошение	Колошение – полная спелость	Вегетационный период без зимнего покоя
Безотвальный	000	12	49	67	40	168
	111	12	49	67	41	169
	222	12	49	65	45	171
	333	12	49	67	45	173
Рекомендуемый (к)	000 (к)	12	49	67	40	168
	111	12	49	67	41	169
	222	12	49	65	45	171
	333	12	49	67	45	173
Отвальный с периодически глубоким рыхлением	000	14	48	67	42	171
	111	14	48	67	42	171
	222	14	48	67	43	172
	333	14	48	67	45	174

НСР₀₅

А

1,14

1,18

В

1,18

1,23

АВ

2,07

2,18

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Нами установлено, что внесение минеральных удобрений, особенно высоких доз, способствовало удлинению межфазных периодов. Так, к примеру, отмечается некоторое увеличение продолжительности периода колошение – полные спелость. Допустим в 2016 году увеличение этого периода в зависимости от плодородия, уровня питания увеличивается в сравнении с контролем. Эти изменения под действием фактора В математически достоверны (приложение 5). Такая же закономерность отмечена и у растений в 2015 году (таблица 4).

3.2 Высота растений и густота стояния

Как правило, высота растений пшеницы озимой ассоциируется с количеством междоузлий и листьев, а также устойчивости особи к полеганию.

Анализ полученных данных по высоте растений показывает, что в течение наблюдений высота растений изменяется и достигает максимума в период колошения – восковая спелость зерна (таблица 5, приложение 7, 8, 9). Анализируя величину высоты растений пшеницы озимой в нашем эксперименте видно, что минимальное значение отмечено на контрольном варианте. Так, в среднем за три года в фазу колошения на безотвальной обработке на контрольном варианте (000) получена высота 74,4 см (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние агротехнологий на высоту растений пшеницы озимой, см (2015 - 2017 гг.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Кущение (весна)	Трубкавание	Колошение	Восковая спелость зерна
1	2	3	4	5	6
Безотвальный	000	28,2	44,7	74,4	84,1

1	2	3	4	5	6
	111	32,7	53,6	78,5	88,5
	222	39,2	54,2	82,6	92,7
	333	42,3	62,5	85,3	94,4
Рекомендуемый (к)	000 (к)	28,3	44,3	74,0	85,0
	111	33,2	54,1	77,8	89,4
	222	39,5	60,5	82,8	94,2
	333	44,5	63,3	91,5	96,2
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	29,3	45,1	75,1	87,3
	111	34,8	55,0	78,5	92,4
	222	39,8	61,5	84,5	96,4
	333	43,6	64,6	88,2	97,6

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

С увеличением уровня плодородия, доз минеральных удобрений и средств защиты нами отмечена тенденция увеличения высоты стебля. И он достигает максимума при выращивании на варианте 333, то есть, где было самое высокое плодородие, применялись максимальные дозы органических и минеральных удобрений.

Эта закономерность отмечается и по результатам 2017 года. Видно, что с увеличением уровня плодородия и доз удобрений возрастает и высота растений (рисунок 3).

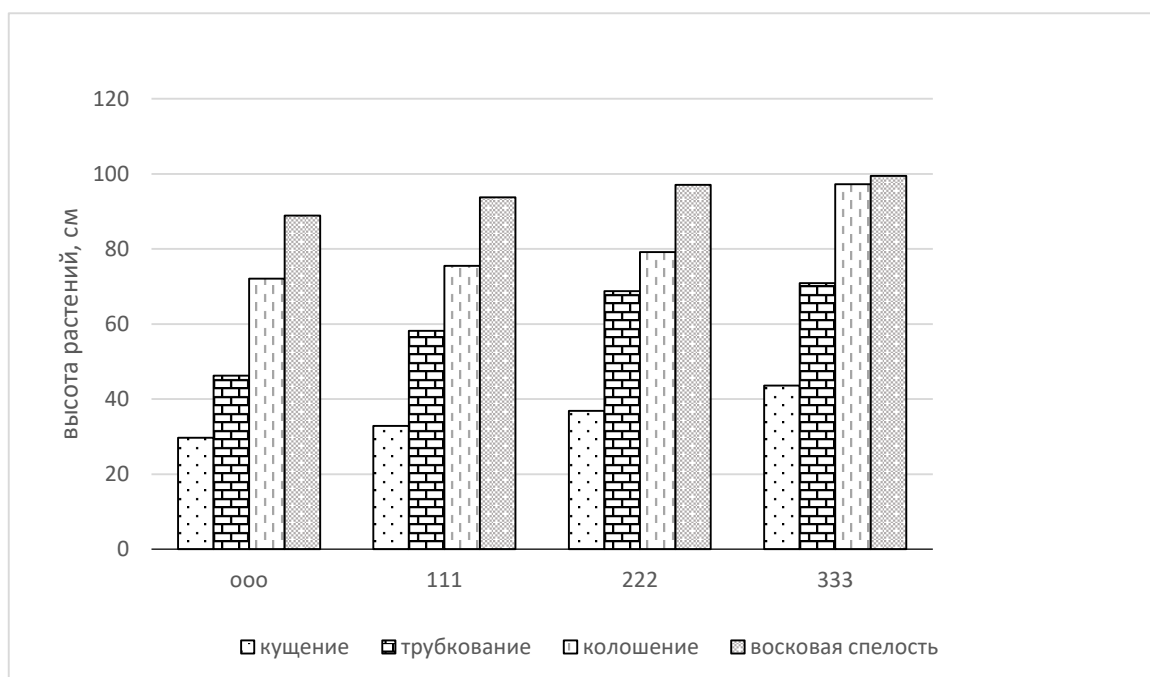


Рисунок 3 – Динамика высоты растений пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, см (рекомендуемый способ обработки почвы, 2017 г.)

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Причем эта закономерность отмечается во все периоды определения.

Нами установлено, что на высоту стеблей растений пшеницы озимой оказывает влияние и способы подготовки почвы к посеву (рисунок 4). Отмечена тенденция к увеличению высоты при применении отвальной обработки с периодическим углублением.

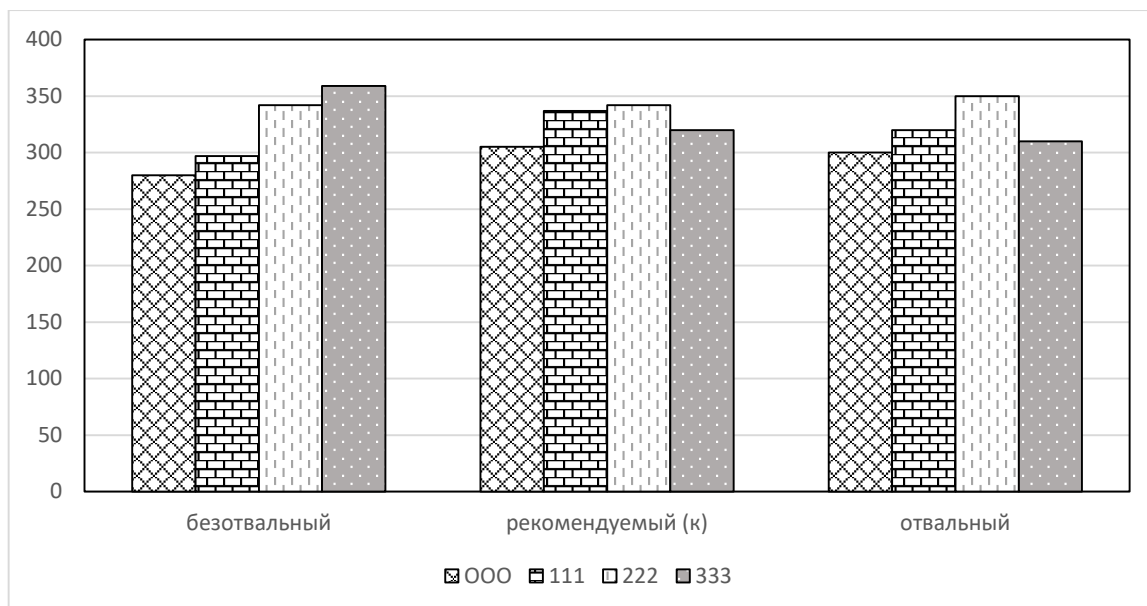


Рисунок 4 – Изменение высоты растений пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, см (фаза колошения, 2015 г.)

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Результаты математической обработки данных по высоте растений в фазу колошения показывает, что в среднем по вариантам опыта максимальная высота получена при проведении отвального способа обработки почвы с периодическим глубоким рыхлением и она составила 79,5 см (таблица 6). И это изменение в сравнении с другими способами обработки почвы математически достоверно. Также в ходе эксперимента установлено, что в среднем по вариантам существенное увеличение высоты растений получено на варианте 333 (таблица 6).

Таблица 6 – Изменение высоты растений пшеницы озимой в фазу колошения в зависимости от агротехнологий, см (2015 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 0,91
	000(к)	111	222	333	
1	2	3	4	5	6
Безотвальный	74,1	76,5	80,2	83,9	78,7

1	2	3	4	5	6
Рекомендуемый (к)	72,1	75,5	79,2	84,9	77,9
Отвальный	74,3	76,8	80,0	86,9	79,5
Среднее В – НСР 0,97	73,5	76,3	79,8	85,2	Х _{ср.} =78,7

Для средних АВ НСР 1,71

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Анализируя влияние факторов в опыте на высоту растений пшеницы озимой установлено, что значительное действие на значение высоты растений оказали уровень плодородия, дозы минеральных удобрений и с использованием различной системы защиты растений (рисунок 5). Доля взаимодействия обработки почвы на этот показатель были менее значительны (2,0%).

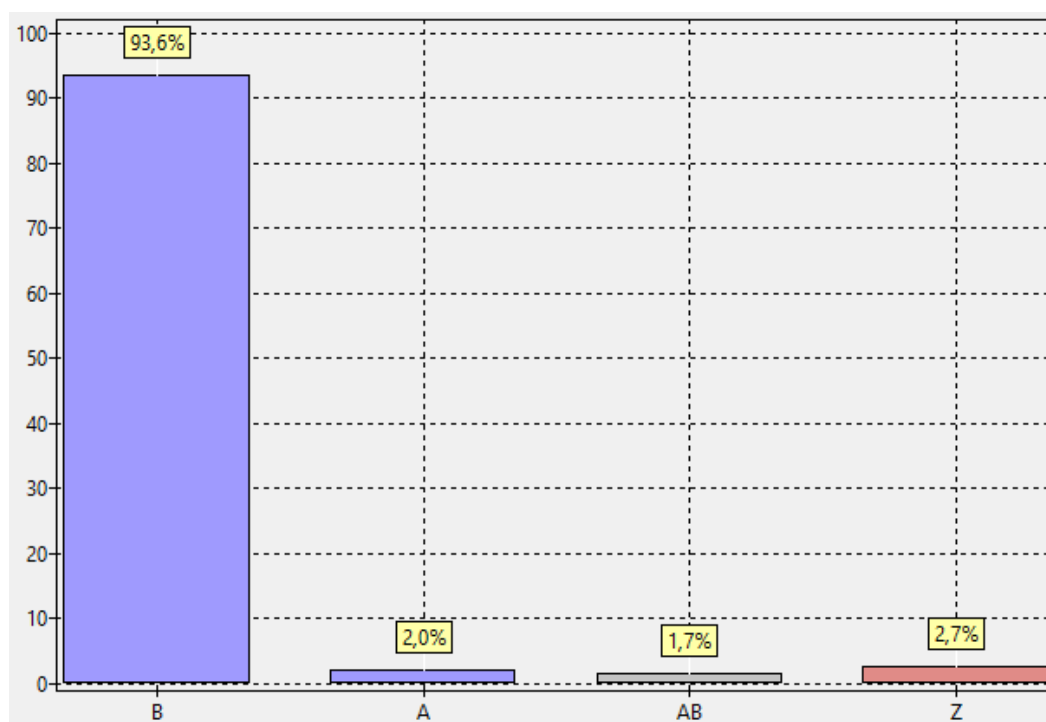


Рисунок 5 – Доля действия факторов на высоту растений пшеницы озимой в фазу колошения, % (2015 г.)

Примечание: фактор А (способ обработки почвы); фактор В (плодородие, удобрения, защита растений).

В ходе эксперимента нами отмечено, что такой важный показатель, как густота стояния растений, изменяется. Варьирование этого показателя зависело от погодных условий года проведения опыта, а также от вариантов в опыте и срока определения (таблица 7, приложение 10, 11, 12).

Максимальное значение густоты стояния отмечено на варианте, где создавался высокий уровень плодородия, вносились максимальные дозы удобрений и применялись средства защиты. Так, в среднем за годы исследований в фазу колошения при безотвальной обработке на варианте 000 количество растений было 294, а на варианте 333 – 374 растений (таблица 7).

Такая же тенденция отмечена и при выращивании растений при рекомендованной обработке. На контрольном варианте (000) количество растений было 317. А при высоком уровне плодородия и максимальном количестве внесенного удобрения значение этого показателя было на 14% больше.

В ходе эксперимента нами установлено, что максимальное количество растений по всем вариантам отмечено в период полных всходов (таблица 7, приложение 10, 11, 12). В дальнейшем количество их уменьшалось и в фазу колошения количество их варьировало от 294 до 363 шт. на квадратном метре (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние агротехнологий на густоту стояния растений пшеницы озимой, шт./м² (среднее 2015 - 2017 гг.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Полные всходы	Кушение весной	Трубкавание	Колошение	Восковая спелость зерна
1	2	3	4	5	6	7
Безотвальный	000	429,3	360,7	330,3	294,7	280,7
	111	451,0	385,7	357,0	312,7	300,0
	222	469,3	424,7	399,7	355,7	328,7
	333	489,0	441,3	416,7	374,3	343,3

1	2	3	4	5	6	7
Рекомендуемы й (к)	000 (к)	412,7	356,3	341,3	317,7	306,3
	111	438,0	377,3	355,7	337,3	316,7
	222	467,7	412,3	376,7	352,3	340,0
	333	484,7	436,3	406,7	363,3	342,0
Отвальн ^{ый} с периодически м глубоким рыхлением	000	425, 7	370,3	333,0	316,3	304,0
	111	449, 7	385,33	345,0	336,0	323,0
	222	474,0	400,3	369,0	350,0	338,3
	333	484,3	433,0	399,0	359,0	344,3

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Эта закономерность отмечалась нами и по годам эксперимента. Так, анализируя данные по густоте стояния растений пшеницы озимой в 2016 году видно, что максимальное количество особей было на варианте 333 (высокий уровень плодородия, максимальные дозы удобрений) (рисунок 6). Нами также установлено, что применение различных приемов обработки почвы также повлияло на плотность посевов пшеницы озимой по вариантам.

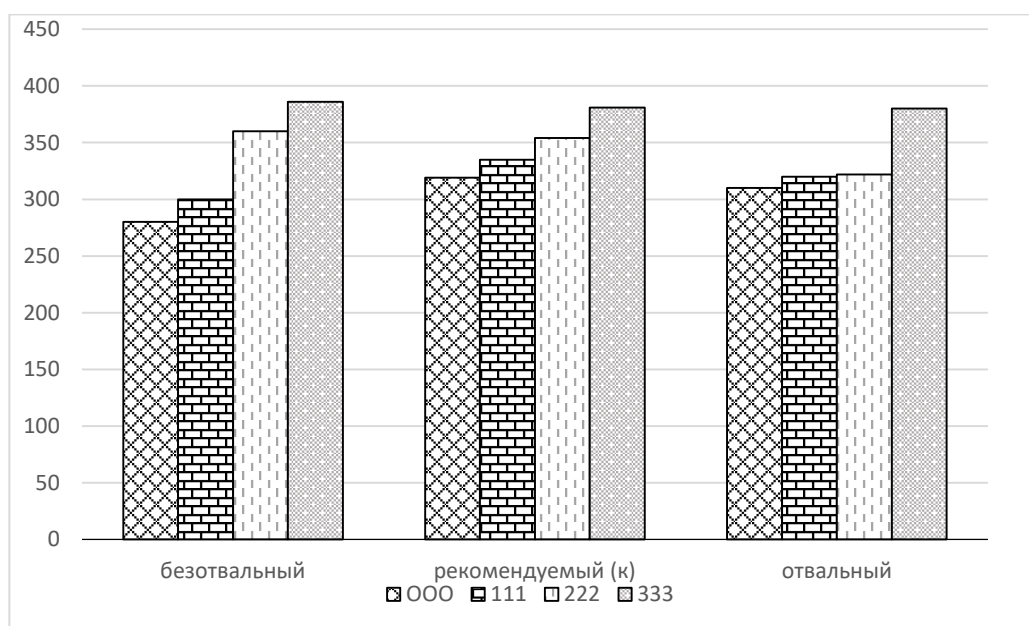


Рисунок 6 – Изменение густоты стояния растений пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, шт./м² (фаза колошения, 2016 г.)

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Математический анализ полученных данных по густоте стояния растений показывал, что в 2016 году в среднем по вариантам в опыте максимальное значение этого показателя отмечено при рекомендованной обработке (таблица 8).

Таблица 8 – Изменение густоты стояния растений пшеницы озимой в фазу колошения в зависимости от агротехнологий, шт./м² (2016 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 1,73
	000(к)	111	222	333	
Безотвальный	280,3	302,0	360,3	386,3	332,3
Рекомендуемый(к)	318,7	334,7	354,0	381,0	347,1
Отвальный	310,7	319,0	322,7	379,3	332,9
Среднее В – НСР 3,56	303,2	318,6	345,7	382,2	Х _{ср.} =337,4

Для средних АВ НСР 5,60

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Эта величина составила 347 особей на одном квадратном метре, и это увеличение математически достоверно с другими способами подготовки почвы. Также в ходе исследований нами установлено, что максимальное значение густоты стояния растений пшеницы озимой получено на варианте 333 и в среднем по опыту составляет 382 растения на 1м² (таблица 8). И разница, в среднем с другими вариантами математически достоверна.

Анализируя доли влияния факторов опыта на плотность посевов пшеницы озимой установлено, что максимальное действие на этот показатель

оказало уровень плодородия и количество внесенного удобрения (рисунок 7). Доля действия этого фактора на плотность посевов составила 82%.

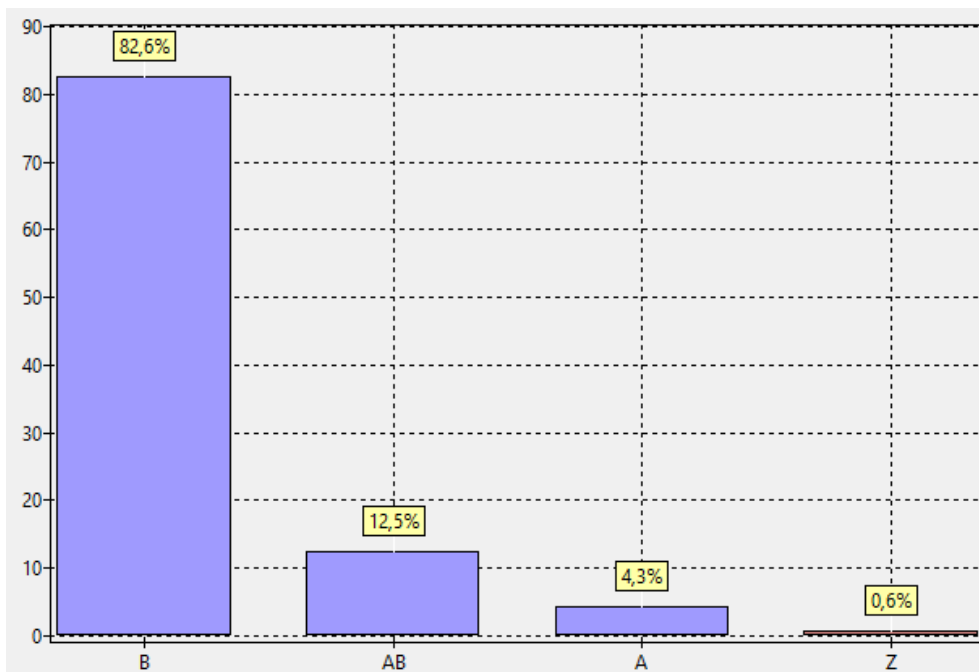


Рисунок 7 – Доля действия факторов на густоту стояния растений пшеницы озимой, % (фаза колошения, 2016 г.)

Примечание: фактор А (способ обработки почвы); фактор В (плодородие, удобрения, защита растений).

Итак, результаты исследований показали, что максимальная плотность посевов пшеницы озимой отмечена на варианте с интенсивной технологий, и разница с другими вариантами математически достоверна.

3.3 Изменение фотосинтетических показателей посевов пшеницы озимой в условиях различных агротехнологий

Определяющим фактором пшеницы озимой, который характеризует состояние посевов и фотосинтетическую деятельность является развитие поверхности листьев. Посевы, которые обладают оптимальной площадью листьев являются те, в которых листовая поверхность быстро формируется до 40–50 тыс. м²/га. При этом она долго сохраняется в активном состоянии до конца вегетационного периода [28, 132, 232, 234, 235, 237].

Основным показателем состояния посевов является площадь листьев и определяется в тысячах м² на гектар. Для характеристики ценоза используются также показатель – индекс листовой поверхности, который представляет собой как отношение площади листовой поверхности к единице поверхности посева.

Известно, что именно в листьях протекает в основном процесс фотосинтеза. Основным критерием тут выступает площадь ассимиляционной поверхности и именно значение этого показателя находится в корреляционной зависимости с урожаем [197, 210].

От размеров площади листьев зависит количество поглощенной посевом солнечной энергии [132].

Листьям принадлежит основная роль в создании биологического урожая пшеницы (около 80%). Листья верхних ярусов (стеблевые листья), как более крупные и долго живущие, имеют решающее значение в ассимиляционной работе растения, особенно в период налива.

Формирование сухого вещества определяется в основном числом и размерами листьев, продолжительностью их функционирования, величиной чистой продуктивности фотосинтеза [197, 202, 205, 231].

Установлено, что площадь листовой поверхности у всех полевых культур изменяется в течении вегетации, а также зависит от погодных условий и приемов агротехники.

Результаты, проведенных нами исследований, показали, что значение площади листьев на растении зависит от многих факторов. Установлено, что площадь ассимиляционной поверхности во многом зависит от фазы вегетации (таблица 9, 10, приложение 13, 14).

Нами показано, что максимальное значение этого показателя отмечено в период вступления растений пшеницы озимой в фазу колошения. Показатель среднего значения по годам исследования площади листовой поверхности в фазу весеннего кущения варьировал от 7 до 22 тыс. м²/га, в период колошения до 32 – 68 тыс. м²/га.

Таблица 9 – Влияние агротехнологий на площадь листьев растений пшеницы озимой, тыс.м²/га (2017 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Весеннее кущение	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
Безотвальный	000	8,0	17,9	33,1	6,2
	111	10,8	27,5	42,1	9,8
	222	13,8	33,7	51,7	15,1
	333	21,7	40,1	68,1	21,5
Рекомендуемый (к)	000 (к)	8,0	18,9	35,4	6,8
	111	10,9	27,7	46,4	10,6
	222	14,2	34,8	56,3	17,2
	333	22,9	43,7	69,9	21,6
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	8,5	18,8	35,6	7,3
	111	11,1	27,8	46,5	10,7
	222	14,3	35,3	56,5	18,3
	333	23,3	47,1	70,0	23,7

НСР₀₅

А – 1,07

В 0,83

AB 2,57

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

То есть видно, что максимальное значение площади листовой поверхности достигает в фазу колошения с последующим уменьшением к моменту созревания. В фазу молочной спелости величина листовой поверхности по вариантам изменялась от 6,0 до 22,4 тыс. м² на гектар (таблица 10).

Таблица 10 – Влияние агротехнологий на площадь листьев растений пшеницы озимой, тыс. м²/га (среднее 2015 - 2017 гг.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Весеннее кушение	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
Безотвальный	000	7,4	15,2	32,6	6,0
	111	10,4	24,9	40,0	8,9
	222	14,0	31,2	48,5	15,4
	333	21,0	39,0	62,7	20,5
Рекомендуемый (к)	000 (к)	7,4	16,8	35,2	6,7
	111	10,5	25,9	43,8	9,7
	222	14,6	33,0	54,5	16,9
	333	21,5	42,9	66,4	20,6
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	8,0	16,8	36,0	7,0
	111	10,7	26,0	44,0	9,8
	222	14,7	34,4	54,6	18,0
	333	22,4	46,9	68,2	22,4

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Нами в ходе эксперимента установлено, что на рост листовой поверхности оказал влияние фактор В, то есть уровень плодородия почвы, доза внесенного минерального и органического удобрения и применение средств защиты растений.

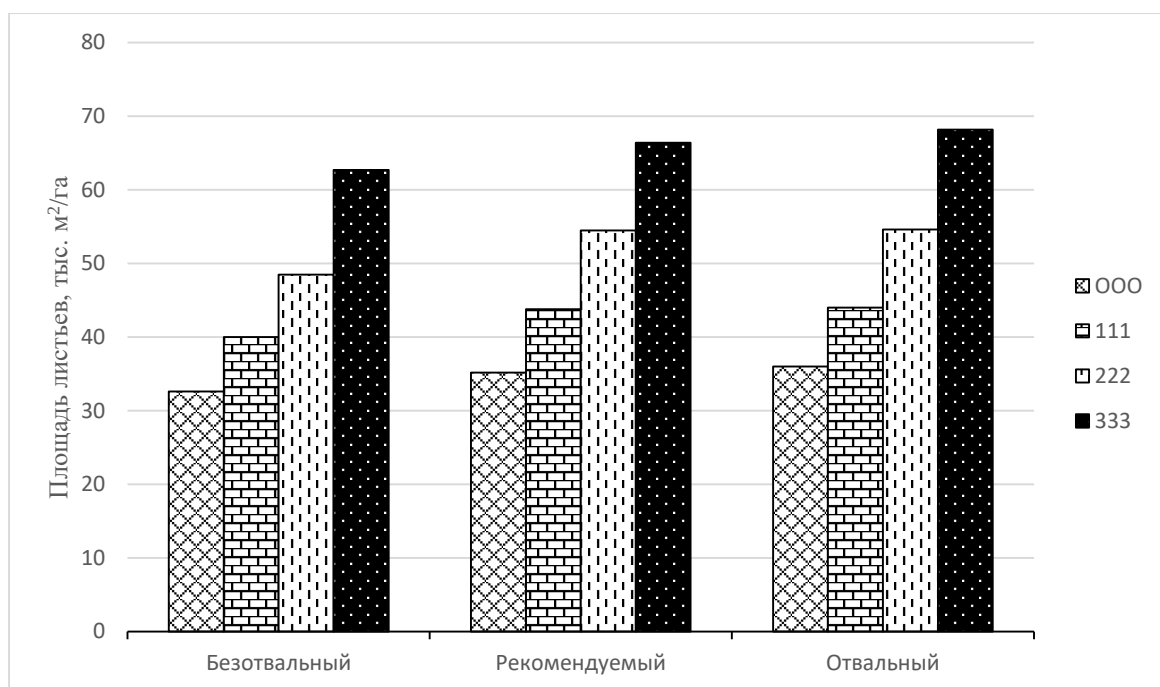


Рисунок 8 – Площадь ассимиляционной поверхности растений пшеницы озимой в фазу колошения в зависимости от технологий возделывания, тыс. м²/га (среднее 2015 - 2017 гг.)

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Рассматривая комплексное влияние плодородия почвы, удобрений и защиты растений видно, что значение площади листьев значительно отличается при сравнении этого значения на варианте 000 и варианте 333 (рисунок 8).

Так, при рекомендованном способе обработке почвы площадь листовой поверхности у растений на варианте 000 составила 35,2, то при выращивании на варианте 333 она достигла величины 66,4 тыс. м²/га.

То есть, можно отметить, что при высоком уровне плодородия и при внесении максимальных доз удобрений создаются оптимальные условия для ростовых процессов, что способствует формированию площади листовой поверхности.

Результаты математической обработки показали, что минимальная площадь листовой поверхности отмечена на вариантах, где проводили поверхностную обработку почвы (таблица 11). В среднем по вариантам

эксперимента она составила 44,2 тыс. м²/га. И это значение минимальное в сравнении с другими способами подготовки почвы и уменьшение математически достоверно.

Таблица 11 – Изменение площади листовой поверхности растений пшеницы озимой в зависимости от элементов технологии выращивания, тыс. м²/га (фаза колошения, 2016 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 0,76
	000(к)	111	222	333	
Безотвальный	31,5	38,7	47,8	58,9	44,2
Рекомендуемый (к)	34,9	42,0	52,6	63,1	48,2
Отвальный	35,3	42,1	52,6	68,3	49,6
Среднее В – НСР 0,59	33,9	40,9	51,0	63,4	Хср=47,3

Для средних АВ НСР 1,15

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Результаты исследований показали, что с увеличением уровня плодородия и доз удобрений вырастает и величина листовой поверхности (таблица 11). Так, на варианте 000 в среднем по трем способам обработки почвы показатель площади листьев составил 33,9 тыс. м²/га. С увеличением плодородия и уровня минерального питания площадь листовой поверхности растений озимой пшеницы вырастает и достигает максимума на варианте 333. Площадь ассимиляционной поверхности в среднем по способам обработки почвы составила 63,4 тыс. м²/га. И различия с другими вариантами существенны.

Рассматривая влияние факторов в эксперименте на формирование площади листовой поверхности установлено, что максимальный эффект действия (95%) отмечены от фактора В, то есть от уровня плодородия и доз вносимых минеральных и органических удобрений (рисунок 9).

Итак, площадь листовой поверхности растений пшеницы озимой сорта Антонина изменяется в течении вегетации и достигает максимального значения в фазу колошения и наибольшая доля влияния на этот показатель отмечена от плодородия, доз удобрений и системы защиты растений.

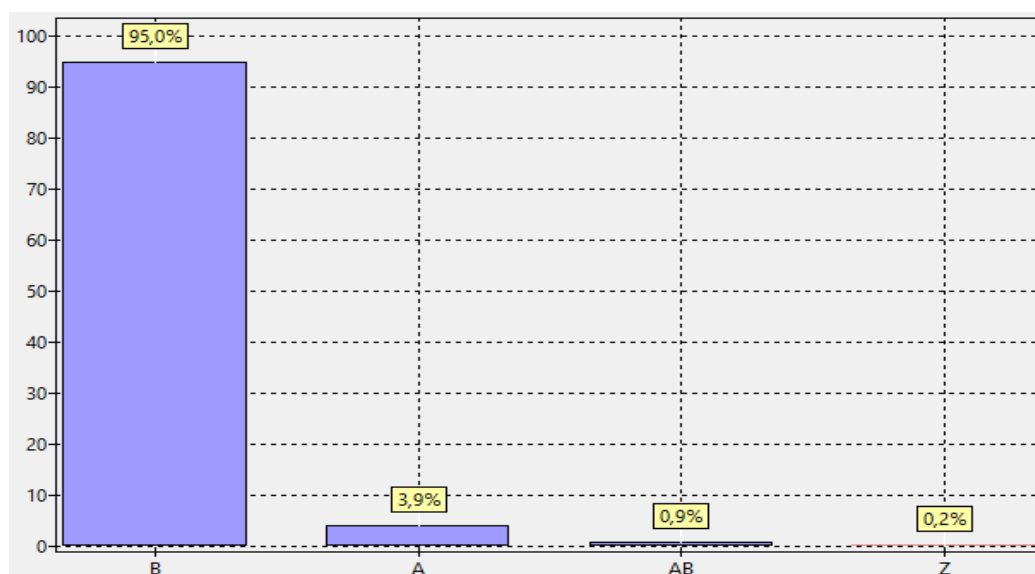


Рисунок 9 – Доля действия факторов на площадь листовой поверхности пшеницы озимой при различных элементах технологии, тыс. м²/га (фаза колошения, 2016 г.)

Примечание: фактор А (способ обработки почвы); фактор В (плодородие, удобрения, защита растений).

Установлено, что наибольшая площадь листьев формируется при высоком уровне плодородия и доз удобрений и что это увеличение математически достоверно в сравнении с другими вариантами.

Известно, что хлорофилл содержится в листьях, а также в зеленых стеблях пшеницы озимой. В растение формируются различные типы хлорофилла (хлорофилл а, хлорофилл b, хлорофилл с, хлорофилл d). Хлорофилл а – это наиболее часто встречаемый тип хлорофилла, который участвует в кислородном фотосинтезе [114, 145, 218, 221]. Хлорофилл а и b – это лучшие фоторецепторы. При этом каждая форма хлорофилла поглощает

различные по длине волны света. Так, хлорофилл а участвует в поглощении при 430–663 нм, тогда как хлорофилл b при 453–642 нм.

Хлорофилл а является наиболее важным пигментом, используемым в процессе фотосинтеза, а хлорофилл b выступает вторичным пигментом, поскольку он собирает энергию и передает ее хлорофиллу а.

Итак, фотосинтез – это процесс превращения солнечной инсоляции, углекислого газа в присутствии воды в сахар и кислород. Первое преимущество хлорофилла – это формирование сахара, который управляет хлорофиллом. При этом растение выступает как первичный производитель сахаров. Все остальные организмы в цепочке полагаются на сахара, которые растения создают для поддержания жизни. Формирование этих питательных веществ в природе было бы невозможно без хлорофилла [199, 201, 202].

И второе, при фотосинтезе выделяется кислород. Напрямую, хлорофилл не производит кислород, а связанный с ним комплекс белков передают электроны молекулам (таким, как АТФ и НАДФН), которые могут удерживать энергию в связях. Потребность в электронах для управления этим процессом заставляет молекулы воды расщепляться, образуя кислород.

Хлорофилл – это молекула, вырабатываемая растениями, которая способствует преобразованию световой энергии в химические связи.

Результаты исследований, проведенные нами, показывают, что накопление суммы хлорофиллов а и b зависит от многих факторов (таблица 12, 13, приложение 16, 17).

Таблица 12 – Влияние агротехнологий на количество хлорофилла в листьях растений пшеницы озимой, мл/г сырого вещества (2016 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
Безотвальный	000	4,36±0,15	5,93±0,17	5,81±0,08
	111	5,79±0,23	6,97±0,23	5,47±0,05

	222	6,44±0,20	7,66±0,17	5,85±0,12
	333	6,18±0,17	8,19±0,08	7,36±0,23
Рекомендуемый (к)	000 (к)	5,12±0,03	6,35±0,17	5,81±0,22
	111	6,19±0,08	7,40±0,20	7,35±0,10
	222	6,10±0,10	7,86±0,15	5,61±0,20
	333	6,04±0,15	7,60±0,11	7,40±0,15
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	5,97±0,24	7,2±0,23	5,91±0,13
	111	6,40±0,10	7,34±0,09	6,03±0,05
	222	6,08±0,05	7,31±0,14	6,01±0,13
	333	5,96±0,21	7,0±0,18	6,98±0,09

НСР₀₅

A – 0,09

B 0,14

AB –0,25

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Показано, что по данным формирования суммы хлорофилла a+b в 2016 году максимальное количество пигментов отмечено в фазу колошения (таблица 12). В этом году количество хлорофилла в фазу колошения варьировало от 5,93 до 8,19 мл/г сырого вещества. Значения эти больше, чем при определении пигментов в фазу трубкования, а также в фазу молочной спелости.

Такие же закономерности нами отмечены и при анализе данных по количеству хлорофилла a+b в среднем за годы эксперимента (таблица 13). Видно, что максимальное значение этого пигмента отмечено в период фазы колошения.

Таблица 13 – Динамика содержания хлорофилла в листья пшеницы озимой при различных агротехнологиях, мл/г сырого вещества (2015 - 2017 гг.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
Безотвальный	000	3,76	4,46	4,31
	111	4,72	5,33	4,80
	222	4,82	5,56	5,02
	333	4,90	5,67	5,37
Рекомендуемый (к)	000 (к)	4,02	4,55	4,42
	111	4,73	5,71	5,66
	222	4,53	5,64	4,75
	333	4,80	5,85	5,74
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	4,26	5,02	4,49
	111	4,75	5,54	5,07
	222	4,51	5,57	4,94
	333	4,60	5,54	4,96

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Установлено, что содержание хлорофилла (a+b) изменяется также и от плодородия почвы и доз органических и минеральных удобрений. По результатам трехлетних исследований установлено, что на варианте 000 количество пигментов было меньше в сравнение с другими вариантами (таблица 13). Так, в фазу трубкавания при проведении безотвальной обработки количество хлорофилла на варианте 000 составило 3,76 мл/г сырого вещества. При увеличении уровня плодородия и количества удобрений значение этого показателя вырастает и на варианте 333 составляет

4,90 мл/г сырого вещества. Такая же закономерность отмечена нами и на других способах подготовки почвы.

Анализ результатов содержания хлорофилла a+b в листьях пшеницы озимой показывал, что величина этого показателя зависит от плодородия почвы, количества внесенного органического и минерального удобрения, а также от применения средств защиты растений (рисунок 10).

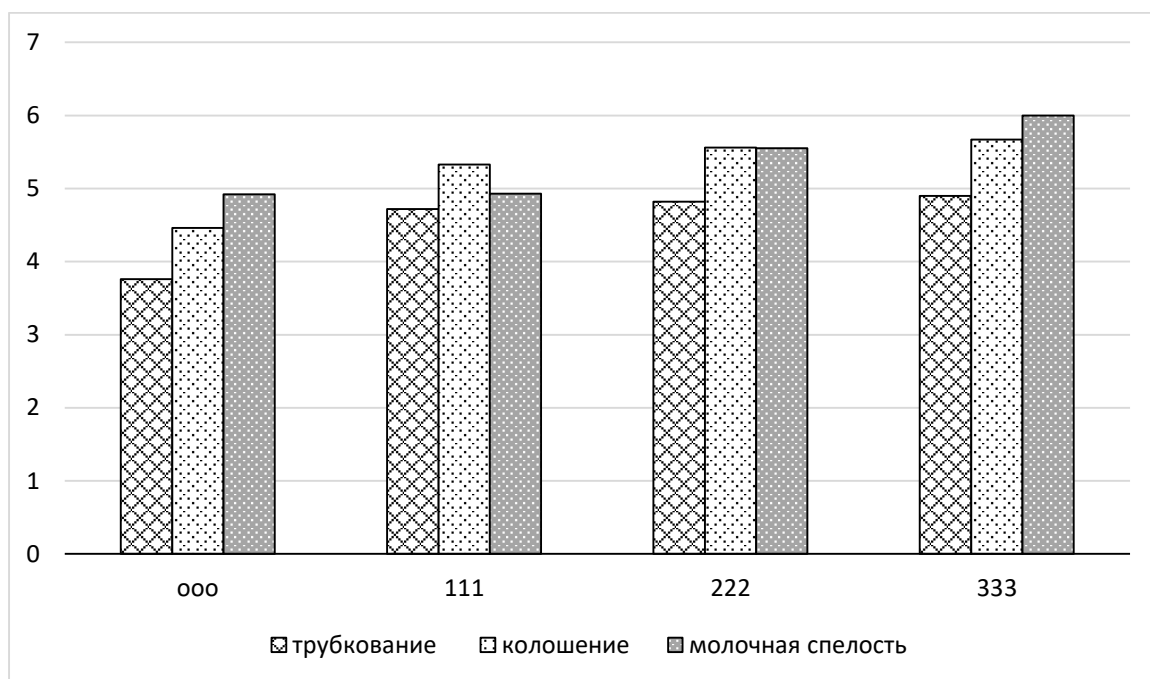


Рисунок 10 – Содержание суммы хлорофилла a+b в листьях растений пшеницы озимой в зависимости от технологий возделывания, мл/г сырого вещества (безотвальный способ обработки почвы, 2015 - 2017 гг.)

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Видно, что с увеличением уровня плодородия и доз удобрений возрастает количество этих пигментов.

Результаты математической обработки содержания суммы хлорофилла a+b показывают, что максимальное значение этого показателя отмечено на варианте 333 и составило 6,3 мл/г сырого вещества. Это значение существенно превышает показатели контрольного варианта.

Таблица 14 – Изменение содержания хлорофилла в листьях озимой пшеницы в фазу колошения, мл/г сырого вещества (2017 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 0,01
	000(к)	111	222	333	
Безотвальный	4,9	6,0	6,1	5,8	5,7
Рекомендуемый (к)	4,5	6,7	6,1	6,9	6,0
Отвальный	5,4	6,3	6,5	6,2	6,1
Среднее В – НСР 0,02	4,9	6,3	6,2	6,3	Хср.=5,9

Для средних АВ НСР 0,03

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Применение рекомендованного способа и отвальной обработки с периодическим глубоким рыхлением проводило к математически достоверному увеличению пигментов в сравнении с безотвальным способом подготовки.

Установлено, что большее действие на содержание хлорофилла (а+в) оказал фактор В (плодородие, нормы удобрений и химическая защита растений) и доля его влияния составила до 76% (рисунок 11). Эффект влияния взаимодействия двух факторов на количество хлорофилла также было высоким и составило 17–19% по годам.

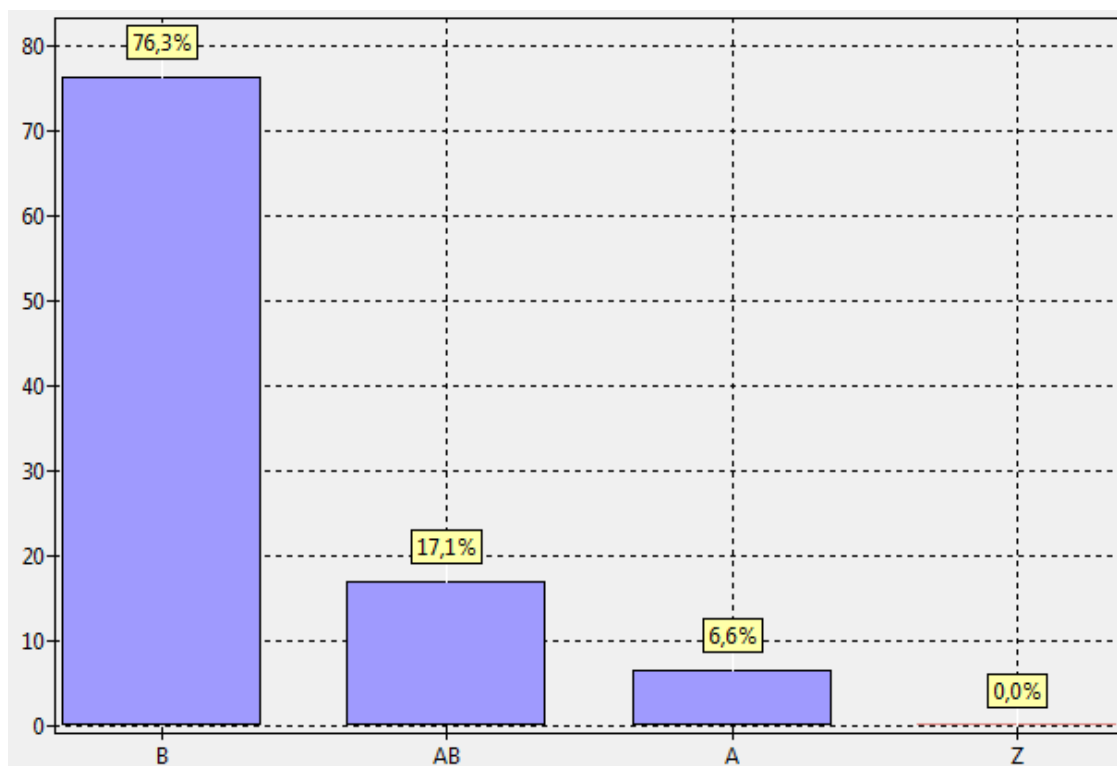


Рисунок 11 – Доля действия факторов на количество хлорофилла в листьях пшеницы озимой в фазу колошения, % (2017 г.)

Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, норма удобрения, система защиты растений).

Таблица 15 – Коэффициент уравнения регрессии, характеризующие зависимость количества хлорофиллов А+В в листьях пшеницы озимой от агротехнологий

Год	Фаза вегетации					
	трубкования			колошения		
	А	В	R ²	А	В	R ²
2015	-0,091	0,001	0,21	-0,049	0,002*	0,51
2016	0,205	0,003	0,39	0,013	0,003*	0,56
2017	-0,14	0,003	0,29	0,19	0,004*	0,69

Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, норма удобрения, система защиты растений), R² – коэффициент детерминации.

Установлено, что за годы эксперимента обработка почвы (А) и уровень плодородия и минеральное питание (В) не оказали достоверного влияния на накопление фотосинтетических пигментов в фазу трубкования.

Так, как коэффициент детерминации в фазу трубкования варьировал от 0,21 до 0,39 (таблица 15). Для сравнения характера действия изучаемых факторов на накопление хлорофилла были произведены расчеты в фазу колошения. Установлено, что система подготовки почвы (фактор А) не оказала достоверного влияния на накопление хлорофиллов. Нами показано, что уровень плодородия и система удобрений существенно влияли на накопление хлорофиллов в листьях пшеницы.

Результаты проведенных исследований показали, что суммарное содержание хлорофиллов в листьях пшеницы озимой формируется более интенсивно в фазу колошения (рисунок 12).

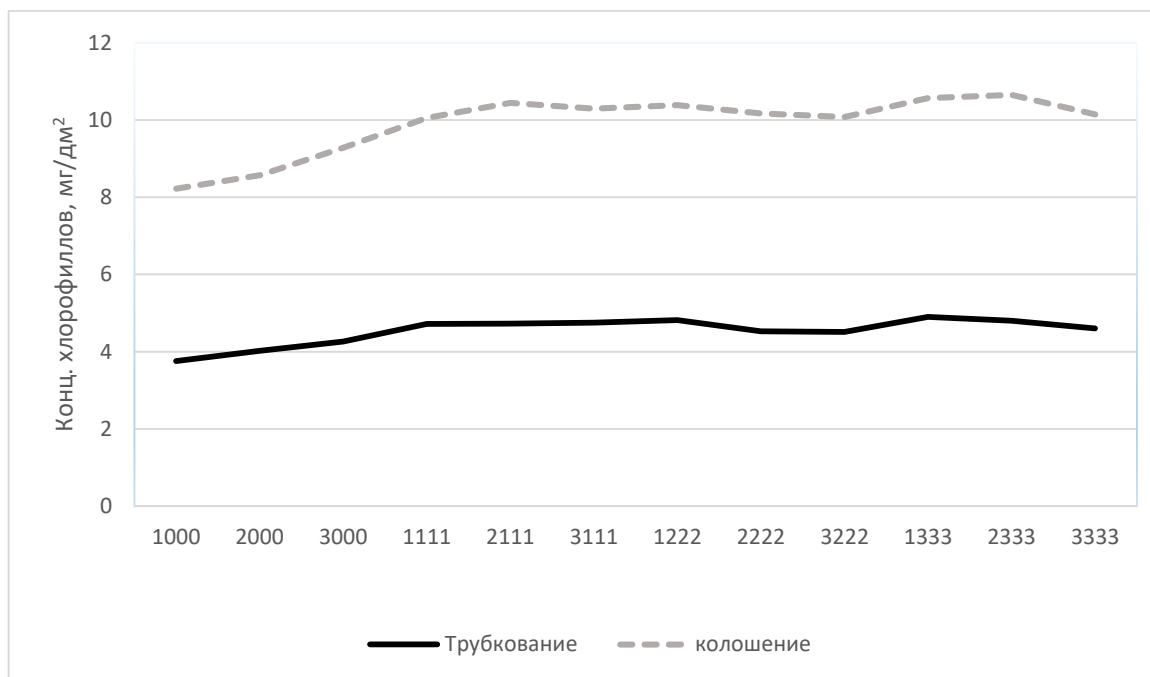


Рисунок 12 – Изменение содержания суммарного хлорофилла в листьях пшеницы озимой в зависимости от технологий выращивания, мг/г сырого вещества (2017 г.)

Примечание: 1000 – обработка безотвальная, естественное плодородие, без удобрений, без средств защиты; 2000 – обработка рекомендуемая, естественное плодородие, без удобрений, без средств защиты; 3000 –

обработка отвальная, с периодическим рыхлением, естественное плодородие, без удобрений, без средств защиты; 1111 - обработка безотвальная, среднее плодородие, минимальные дозы удобрений, биопрепараты; 2111 - обработка рекомендуемая, среднее плодородие, минимальные дозы удобрений, биопрепараты; 3111 - обработка отвальная, с периодическим рыхлением, среднее плодородие, минимальные дозы удобрений, биопрепараты; 1222 - обработка безотвальная, повышенный уровень плодородия, средние дозы удобрений, химические средства от сорняков; 2222 - обработка рекомендуемая, повышенный уровень плодородия, средние дозы удобрений, химические средства от сорняков; 3222 - обработка отвальная, с периодическим рыхлением, повышенный уровень плодородия, средние дозы удобрений, химические средства от сорняков; 1333 - обработка безотвальная, высокий уровень плодородия, высокие дозы удобрений, химическая защита; 2333 - обработка рекомендуемая, высокий уровень плодородия, высокие дозы удобрений, химическая защита; 3333 - обработка отвальная, с периодическим рыхлением, высокий уровень плодородия, высокие дозы удобрений, химическая защита.

С увеличением уровня плодородия и доз вносимых удобрений содержание хлорофиллов увеличивается в сравнении с контрольными вариантами (1000, 2000, 3000). Способы обработки почвы оказали меньшее влияние на накопление хлорофиллов.

Процесс накопления каротиноидов происходил аналогично формированию хлорофиллов в листьях пшеницы (рисунок 13).

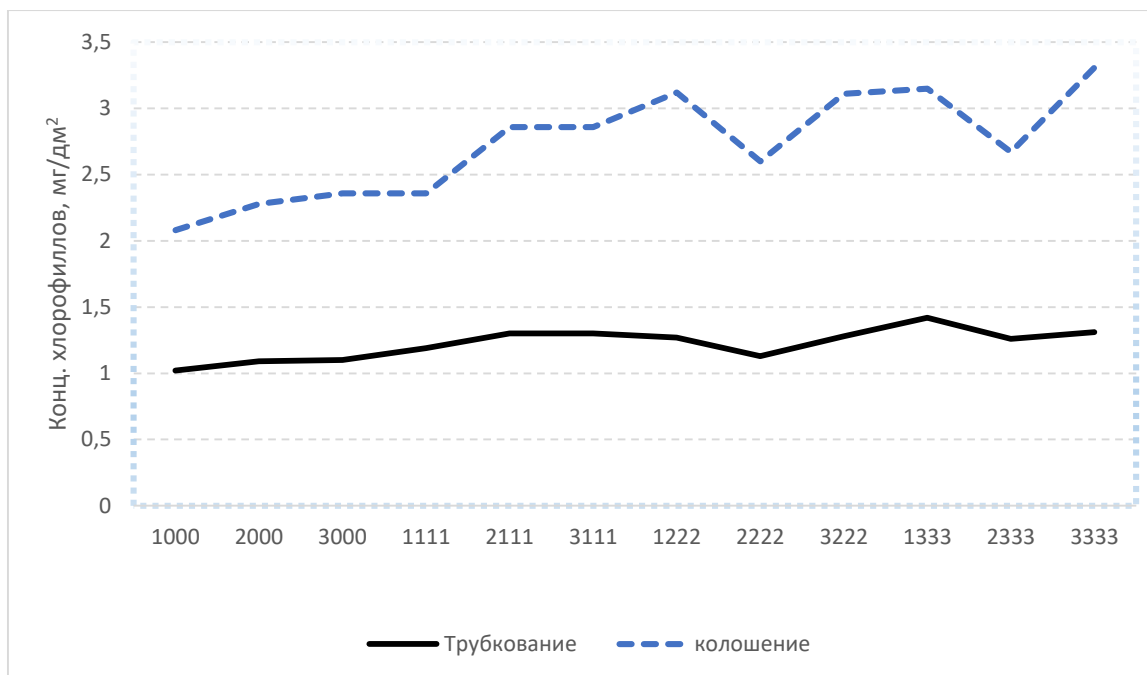


Рисунок 13 – Изменение содержания каротиноидов в листьях пшеницы озимой в зависимости от технологий выращивания, мг/г сырого вещества (2017 г.)

Примечание: 1000 – обработка безотвальная, естественное плодородие, без удобрений, без средств защиты; 2000 – обработка рекомендуемая, естественное плодородие, без удобрений, без средств защиты; 3000 – обработка отвальная, с периодическим рыхлением, естественное плодородие, без удобрений, без средств защиты; 1111 - обработка безотвальная, среднее плодородие, минимальные дозы удобрений, биопрепараты; 2111 - обработка рекомендуемая, среднее плодородие, минимальные дозы удобрений, биопрепараты; 3111 - обработка отвальная, с периодическим рыхлением, среднее плодородие, минимальные дозы удобрений, биопрепараты; 1222 - обработка безотвальная, повышенный уровень плодородия, средние дозы удобрений, химические средства от сорняков; 2222 - обработка рекомендуемая, повышенный уровень плодородия, средние дозы удобрений, химические средства от сорняков; 3222 - обработка отвальная, с периодическим рыхлением, повышенный уровень плодородия, средние дозы удобрений, химические средства от сорняков; 1333 - обработка безотвальная, высокий уровень плодородия, высокие дозы удобрений, химическая защита;

2333 - обработка рекомендуемая, высокий уровень плодородия, высокие дозы удобрений, химическая защита; 3333 - обработка отвальная, с периодическим рыхлением, высокий уровень плодородия, высокие дозы удобрений, химическая защита;

В эксперименте изучалось накопление каротиноидов в листьях пшеницы озимой в зависимости от способов подготовки почвы к посеву, а также от создаваемого плодородия, вносимых удобрений и систем защиты растений.

Таблица 16 – Влияние агротехнологий на содержание каротиноидов в листьях пшеницы озимой, мг/г сырого вещества (2017 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
Безотвальный	000	1,02±0,04	1,06±0,07	0,93±0,05
	111	1,19±0,01	1,17±0,03	1,05±0,02
	222	1,27±0,04	1,85±0,06	1,16±0,04
	333	1,42±0,04	1,73±0,06	1,25±0,03
Рекомендуемый (к)	000 (к)	1,09±0,04	1,19±0,07	1,00±0,01
	111	1,30±0,06	1,56±0,03	1,19±0,06
	222	1,13±0,08	1,47±0,05	1,15±0,06
	333	1,26±0,03	1,41±0,06	1,24±0,06
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	1,10±0,04	1,26±0,02	0,98±0,05
	111	1,30±0,03	1,56±0,04	1,09±0,06
	222	1,28±0,04	1,83±0,05	1,30±0,03
	333	1,31±0,01	2,00±0,04	1,36±0,02

НСР₀₅

А – 0,07

В – 0,04

АВ – 0,09

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Анализируя полученные данные видно, что содержание каротиноидов зависело от изучаемых в эксперименте вариантов (таблица 16, 17, приложение 17, 18).

В ходе ростовых процессов поглощение света каротиноидами имеют определенное значение в фотосинтезе при передаче электронов и для функционирования хлоропластов. При фотосинтезе каротиноиды поглощают свет и передают дополнительную энергию хлорофиллу [92, 218].

Анализируя содержание каротиноидов в листьях пшеницы озимой видно, что максимальное количество этого пигмента накапливается в фазу колошения с последующим уменьшением к созреванию (таблица 16). В 2017 году минимальное количество каротиноидов было на делянках, где в ходе эксперимента удобрения, как органические, так и минеральные не применялись (вариант 000). Нами отмечено, что с интенсивностью агротехнических приемов, то есть вариант 333, содержание каротиноидов возросло. Установлено, что в 2017 году при безотвальной обработке почвы в фазу колошения в листьях пшеницы этого пигмента на варианте 000 накопилось 1,06 мг/г сырого вещества, а делянках варианта 333 – 1,73.

Такая же закономерность отмечена в ходе исследований и на рекомендованной обработке и при отвальной с периодическим рыхлением в фазу колошения у растений на делянках варианта 000 количество каротиноидов составило 1,26, а у варианта 333 – 2,00 мг/г сырого вещества (таблица 16). И это изменение математически достоверно.

Анализируя результаты трехлетних данных по формированию в листьях каротиноидов видно, что максимальное количество этих пигментов накапливалось к периоду колошения растений озимой пшеницы (таблица 17).

Таблица 17 – Влияние агротехнологий на содержание каротиноидов в листьях пшеницы озимой, мг/г сырого вещества (среднее 2015 - 2017гг.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
Безотвальный	000	0,92	1,09	1,12
	111	1,13	1,24	1,09
	222	1,20	1,25	1,14
	333	1,21	1,52	1,13
Рекомендуемый (к)	000 (к)	1,02	1,17	1,10
	111	1,18	1,40	1,26
	222	1,16	1,40	1,05
	333	1,17	1,35	1,30
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	1,10	1,25	1,29
	111	1,20	1,40	1,28
	222	1,11	1,89	1,22
	333	1,16	2,08	1,30

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Показано, что на варианте при использовании органических и минеральных удобрений и при применении средств защиты растений, количество каротиноидов увеличивается. Так, в листьях растений содержание каротиноидов в фазу колошения на различных способах обработки почвы составило от 1,09 до 1,25 мг/г сырого вещества. Нами установлено, что значительное количество каротиноидов в фазу колошения сформировалось при высоким уровнем плодородия и дополнительным внесением органических и минеральных удобрений и составляло от 1,32 до 2,08 мг/г сырого вещества.

Итак, количество каротиноидов в листьях пшеницы озимой во многом определялось уровнем плодородия и внесением удобрений.

Анализ результатов математической обработки позволил установить, что максимальное содержание каротиноидов отмечено у растений на варианте 333 (таблица 18). При максимальном плодородии и наивысших дозах органических и минеральных удобрений (вариант 333), в среднем по способам обработки почвы количество каротиноидов составляло 2,0 мг/г сырого вещества. И эти изменения существенны в сравнении с другими вариантами опыта. Применения удобрений, как органических, так и минеральных способствует ростовым процессам и накоплению хлорофилла и каротиноидов.

Таблица 18 – Изменения содержания каротиноидов в листьях пшеницы озимой в зависимости от изучаемых факторов, мг/г сырого вещества (2017 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 0,05
	000(к)	111	222	333	
Безотвальный	1,6	1,8	1,9	2,1	1,8
Рекомендуемый (к)	1,6	1,9	1,9	2,0	1,8
Отвальный	1,9	1,9	1,9	2,0	1,9
Среднее В – НСР 0,02	1,7	1,9	1,9	2,0	Х _{ср.} =1,9

Для средних АВ НСР 0,06

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

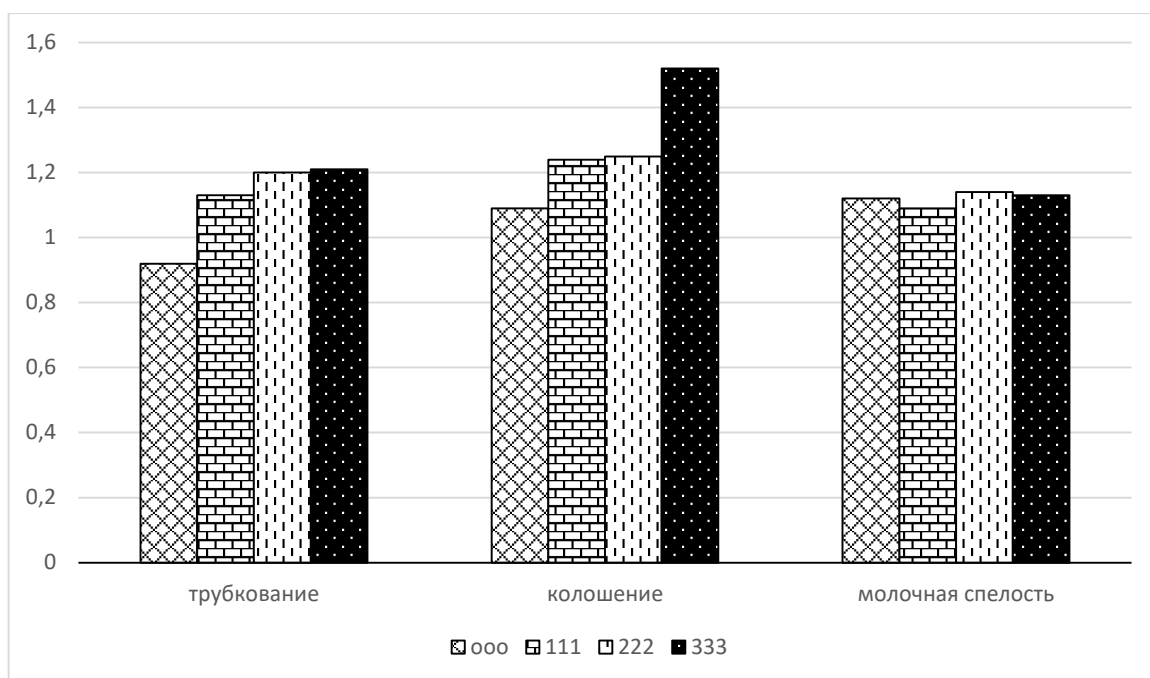


Рисунок 14 – Содержание каротиноидов в листьях растений пшеницы озимой в зависимости от технологий, мл/г сырого вещества (безотвальный способ обработка почвы, 2015 - 2017 гг.)

Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, нормы удобрения, система защиты растений).

Анализ данных по накоплению каротиноидов в динамике при проведении безотвальной обработки показывает, что с увеличением уровня плодородия и количества вносимых удобрений имеется тенденция к увеличению содержания каротиноидов в листьях (рисунок 14).

При проведении отвальной обработки с периодическим рыхлением в среднем по технологиям выращивания содержание каротиноидов составило 1,9 мл/г сырого вещества. Эти изменения математически достоверны в сравнении с другими способами подготовки почвы к посеву.

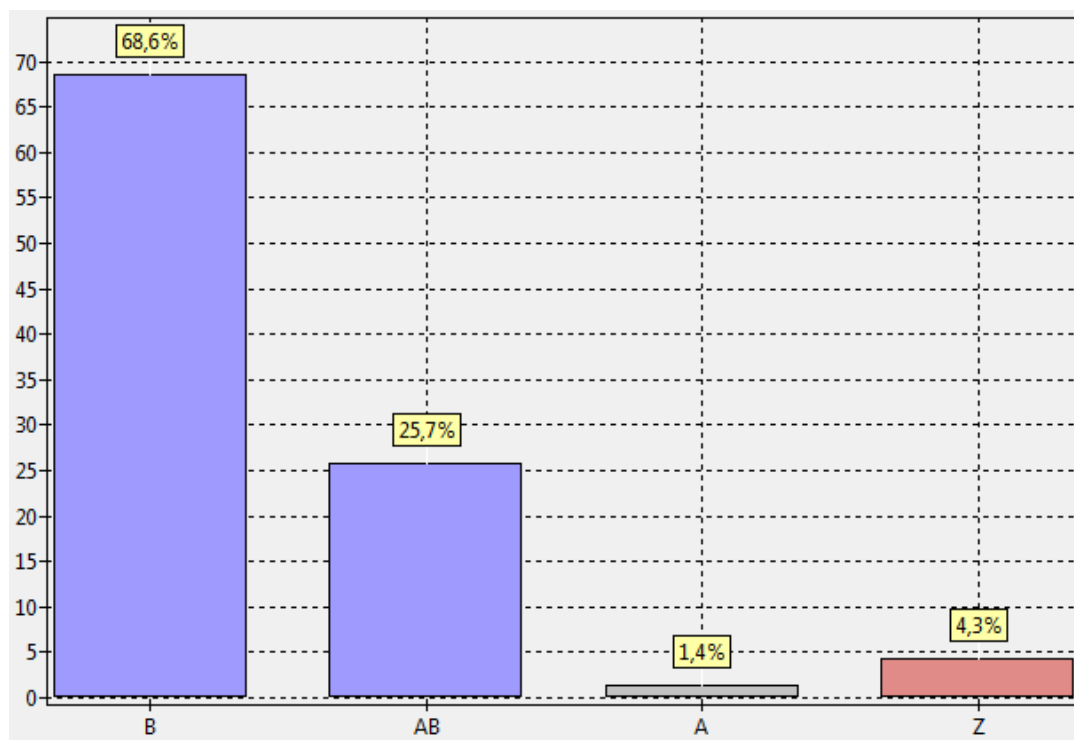


Рисунок 15 – Доля действия факторов на содержание каротиноидов в листьях озимой пшеницы в фазу колошения в зависимости от изучаемых факторов, % (2017 г.)

Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, нормы удобрения, система защиты растений).

Анализ доли влияния изучаемых факторов на формирование каротиноидов показал, что максимальное действие на количество пигмента оказал фактор В (68%) (рисунок 15). Также отмечено, довольно высокое действие (до 26%) взаимодействия изучаемых факторов А и В.

3.4 Влияния агротехнологий на фитосанитарное состояние посевов пшеницы озимой

Результаты проведенных исследований показали, что распространение и развитие пиренофороза определяется погодными условиями, а также зависит от вариантов в опыте (таблица 19, 20, приложение 19, 20). В 2015 году развития и распространение пиренофороза в фазу колошения было незначительным. Отмечено, что в этот период большее распространение (от

15 до 40 %) было на варианте при экстенсивном выращивании пшеницы озимой. В этом году в фазу налива зерна не отмечено увеличения процента заболевания пиренофорозом. Необходимо отметить, что интенсификация удобрений приводила к уменьшения этого заболевания (таблица 19). Также установлено, что применение химических обработок (вариант 333) снижает развития пиренофороза.

Таблица 19 – Зависимость поражения пшеницы озимой пиренофорозом от агротехнологий, 2015 г.

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Фаза вегетации			
		колошение		налив зерна	
		Р, %	Р, %	Р, %	Р, %
Безотвальный	000	10	1,9	15	2,0
	111	10	1,2	10	1,2
	222	10	1,8	10	1,2
	333	8	0	5	0,7
Рекомендуемый (к)	000(к)	15	1,6	20	5,3
	111	10	1,0	10	2,4
	222	10	1,6	10	2,8
	333	8	0,7	5	1,8
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	40	3,0	40	5,8
	111	40	1,4	49	5,0
	222	30	2,1	40	5,1
	333	15	0,5	10	3,1

HCP	A	1,90
	B	1,83
	AB	3,07

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

В 2016 году нами отмечено увеличение процента пораженных растений пиренофорозом (приложение 19). Наивысший процент поражения

пиренофорозом отмечен нами на варианте 000 (до 100%), то есть по экстенсивной технологии. Применение удобрений с нормой $N_{140}P_{90}K_{60}$ способствовало уменьшению процента пораженных растений. По результатам исследований основным фактором в этом году, которое тормозило заболевание является химическая защита.

В 2017 году сложились оптимальные условия для проявления пиренофороза на листьях, особенно на растения варианта 000 (при естественном плодородии без применения органических и минеральных удобрений) третий лист был поражен до 90% (приложение 20). Применение биологического препарата не дало снижения заболевания.

Отмечено уменьшение развития пораженных растений пшеницы озимой на вариантах, где вносились средние и повышенные дозы удобрений. Эффективным приемом, уменьшающим распространение болезни было применение фунгицида.

Таблица 20 – Зависимость поражения пшеницы озимой пиренофорозом от агротехнологий, 2015 - 2017 гг.

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Фаза вегетации			
		колошение		налив зерна	
		Р, %	Р, %	Р, %	Р, %
1	2	3	4	5	6
Безотвальный	000	43,3	4,3	68,3	12,5
	111	30,0	1,8	53,3	8,5
	222	30,0	2,9	53,3	8,7
	333	9,3	0,3	35,7	5,5
Рекомендуемый (к)	000(к)	45,0	3,7	70,0	14,2
	111	2,7	2,0	56,7	9,7
	222	30,0	3,3	56,7	9,9
	333	9,3	1,1	40,0	7,0
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	53,3	3,4	76,7	14,0
	111	36,7	2,3	66,7	13,4
	222	33,3	2,9	50,0	9,8
	333	11,7	1,5	30,0	6,5

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Результаты трехлетних исследований подтверждают, что более интенсивное развитие болезни получено на вариантах с экстенсивной технологией выращивания пшеницы озимой (вариант 000). Также нами отмечено, по результатам трехлетних исследований, что способы обработки почвы не оказали влияния на развитие пиренофороза.

Таблица 21 – Изменение поражения пиренофорозом пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, % (фаза молочной спелости 2016 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 4,68
	000	111	222	333	
Безотвальный	99,0	90,0	80,0	62,0	82,8
Рекомендуемый(к)	99,3	90,0	80,0	65,0	83,6
Отвальный	99,3	90,0	70,0	60,0	79,8
Средние В – НСР 4,09	99,2	90,0	76,7	62,3	Хср.=82,1

Для средних АВ НСР 7,65

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Результаты математической обработки показали, что наименьшее распространение пиренофороза отмечено при максимальной дозе внесения удобрения (333) и в среднем по вариантам опыта составила 62,3 (таблица 21). Изменения распространения болезни на этом варианте математически достоверно в сравнении с другими вариантами фактора В. Также нами отмечено, что не установлено существенного различия по распространению этого заболевания от способов обработки почвы. Различия между способами обработки почвы находятся в пределах НСР по фактору А.

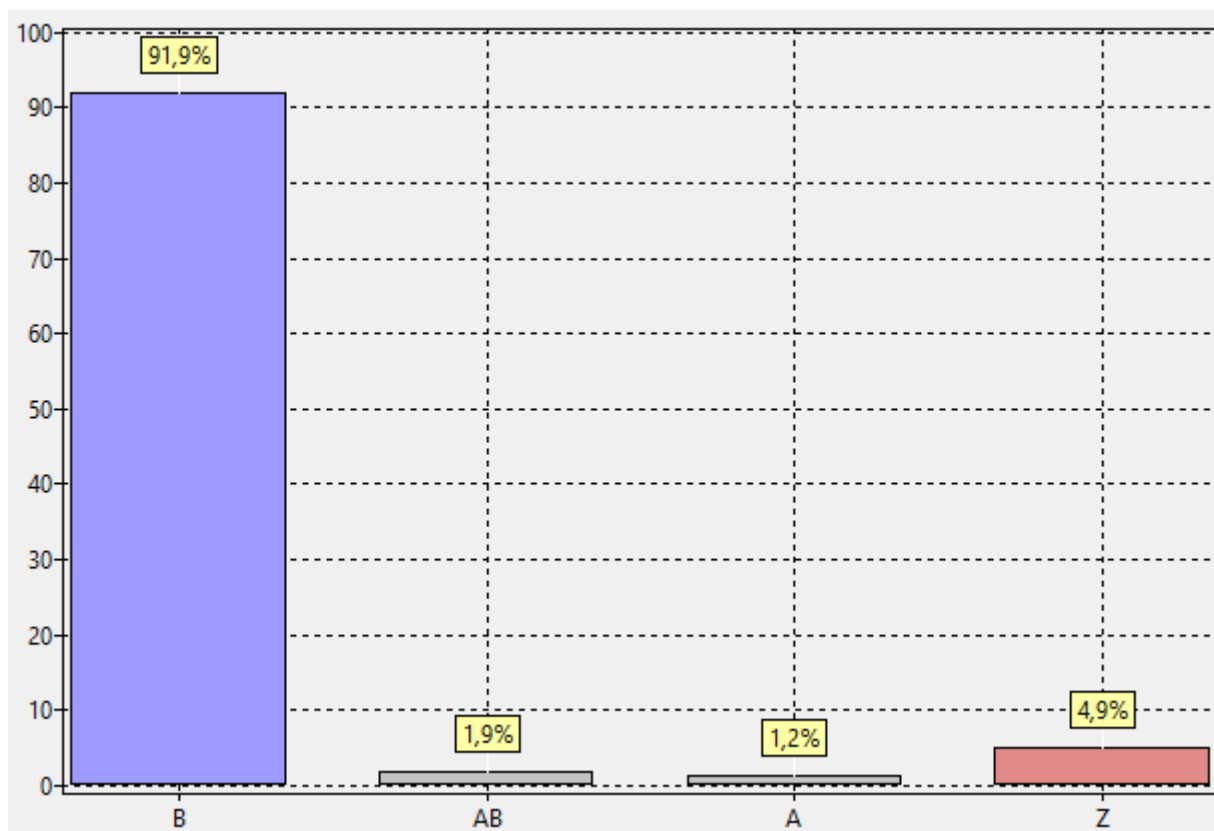


Рисунок 16 – Доля действия факторов на поражения пиренофорозом, %
(фаза молочной спелости, 2016 г.)

Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, норма удобрения, система защиты растений).

Рассматривая доли действия факторов на поражения пиренофорозом показывают, что максимальное влияние на распространения этого заболевания оказывает фактор В.

Распространение и развитие мучнистой росы зависело от погодных условий по годам эксперимента, а также от вариантов в опыте. Распространение этого заболевания отличалось по годам. Небольшое распространение мучнистой росы на безотвальном и рекомендованном способе обработки почвы объясняется, во-первых, устойчивостью данного сорта к мучнистой росе, а, во-вторых, погодными условиями. Так, в 2016 году в марте были отмечены отрицательные температуры, которые препятствовали развитию инфекционного процесса.

Установлено, что с повышением плодородия и внесением удобрений увеличивается степень поражения растений мучнистой росой (таблица 22). И максимальное распространение болезни было отмечено на варианте 333, где вносились высокие дозы удобрений. Большая степень поражения этим заболеванием была при проведении отвальной обработки с глубоким рыхлением.

В 2015 году мучнистая роса в большинстве вариантов поражала третий лист. Количество растений с поражением третьего листа в зависимости от варианта опыта колебалось от 11 до 80 %. При этом в варианте с экстенсивной технологией распространение и развитие заболевания было минимальным. Интенсификация технологий возделывания увеличивала поражение растений мучнистой росой. Максимальное поражение растений наблюдается в варианте с применением высоких доз удобрений на фоне последствия высокой дозы навоза (вариант 333) (таблица 22).

Таблица 22 – Зависимость поражения пшеницы озимой мучнистой росой от агротехнологий, (фаза выхода в трубку (2015 - 2017 гг.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	год					
		2015		2016		2017	
		Р,%	Р,%	Р,%	Р,%	Р,%	Р,%
1	2	3	4	5	6	7	8
Безотвальный	000	10	1,8	0	0	10	0,1
	111	30	2,7	10	0,2	10	0,5
	222	60	5,4	20	0,7	20	0,1
	333	70	5,8	30	5,0	50	2,0
Рекомендуемый (к)	000(к)	20	2,0	0	0	20	0,5
	111	40	1,3	15	0,1	20	1,8

1	2	3	4	5	6	7	8
	222	60	6,8	10	0,2	50	5,0
	333	80	7,0	40	1,8	50	5,0
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	30	1,8	15	2,2	20	0,5
	111	40	2,9	15	5,1	30	1,6
	222	70	7,6	80	11,2	50	6,2
	333	80	9,1	90	13,4	70	6,6

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

На посевах в 2017 года отмечалась примерно такая же тенденция, а именно, с увеличением доз удобрений процент распространения заболевания.

Таблица 23 – Изменение поражения мучнистой росой пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, % (фаза трубкования, 2016 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР=1,68
	000	111	222	333	
Безотвальный	0,0	10,0	20,0	30,0	15,0
Рекомендуемый(к)	0,0	15,0	10,0	40,0	16,3
Отвальный	15,0	15,0	80,0	90,0	50,0
Среднее В – НСР=2,77	5,0	13,3	36,7	53,3	Хср.=27,1

Для средних АВ НСР 4,46

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Результаты математического анализа по проценту распространения мучнистой росы в 2016 году показывает, что при интенсивной технологии (вариант 333) отмечен максимальный процент заболевания и в среднем по

вариантам он составил 53 % (таблица 23). Это изменение математически достоверно в сравнении с другими вариантами фактора В. Нами также установлено, что больший процент пораженных растений отмечен при проведении отвальной обработки с периодическим углублением. И это разница в сравнении с другими способами подготовки почвы существенна.

Установлено, что максимальная доля влияния на распространение мучнистой росой отмечено от фактора В и составила по годам 45–55 % (рисунок 17).

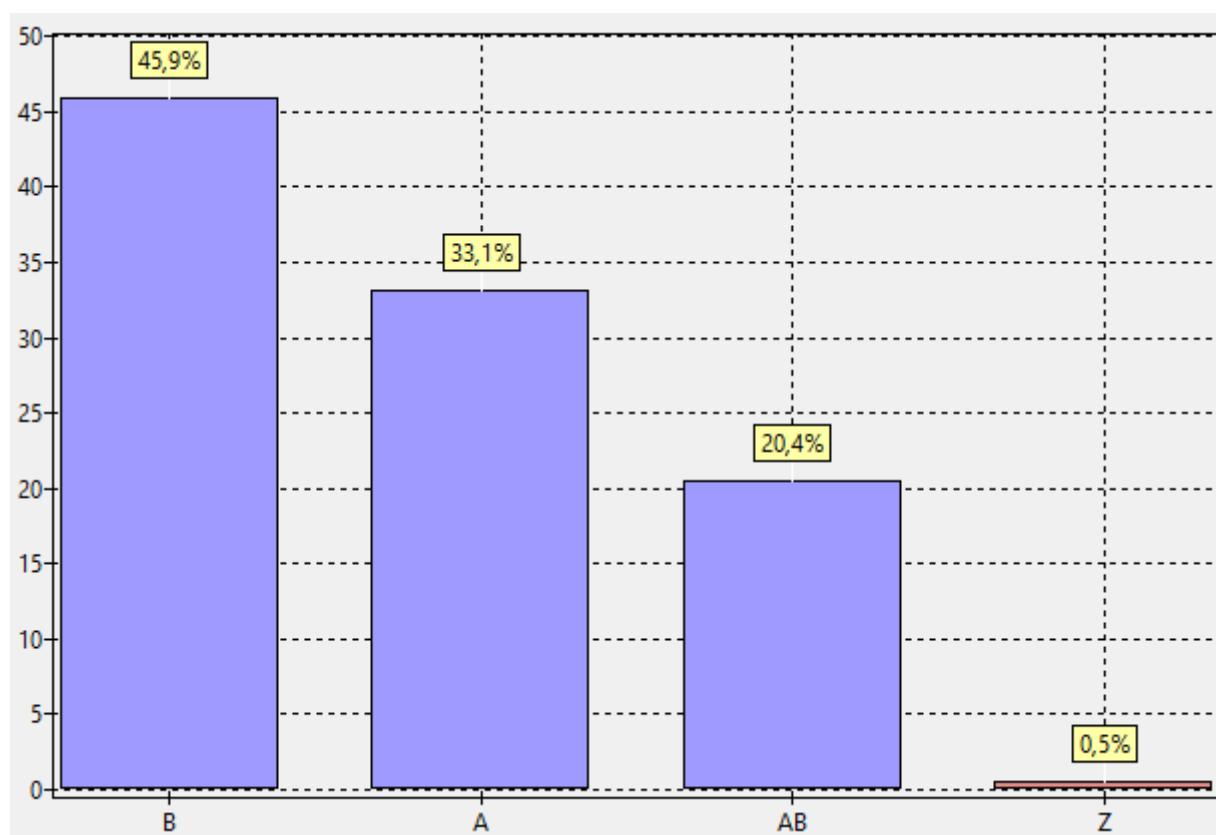


Рисунок 17 – Доля действия факторов на поражения мучнистой росой пшеницы озимой, % (фаза трубкования, 2016 г.)

Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, норма удобрения, система защиты растений).

Анализируя поражение растений пшеницы озимой корневыми гнилями видно, что оно определяется и вариантами опыта, а также от погодных условий по годам эксперимента (таблица 24).

В условиях 2014 - 2015 сельскохозяйственного года распространение корневых гнилей варьировало от 11 до 40%. Максимальное распространение

корневыми гнилями наблюдалось на фоне поверхностного и рекомендуемых способов обработки почвы. На отвальном способе основной обработки при периодической глубокой обработки процент поражения был меньше. На варианте 333 с максимальным внесение удобрений процент пораженных растений сокращается в сравнении с контролем. Полученные результаты показали, что усиление минерального питания явилось основным фактором, сдерживающим распространение корневых гнилей. Внесение минеральных удобрений на рекомендуемом способе обработки почвы снижало распространение корневых гнилей.

Таблица 24 – Зависимость поражения пшеницы озимой корневыми гнилями от агротехнологий, % (фаза кущения)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	год			Среднее
		2015	2016	2017	
1	2	3	4	5	6
Безотвальный	000	40	80	40	53
	111	30	30	25	28
	222	30	30	20	26
	333	20	25	20	23
Рекомендуемый (к)	000 (к)	40	75	50	55
	111	30	40	20	30
	222	20	60	25	35
	333	20	50	15	28
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	30	100	30	53
	111	20	70	20	36
	222	20	30	10	20
	333	10	40	10	20

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Итак, имеется реальная возможность снижения количества поражения растений пшеницы озимой корневыми гнилями внесением удобрений. При этом основным фактором, сдерживающим распространение корневых гнилей, явилось минеральное питание.

В условиях 2016 года поражение корневыми гнилями растений пшеницы не отличалось от предыдущих годов. То есть, максимальное распространение болезни отмечено при посеве по экстенсивной технологии.

Таблица 25 – Изменение корневых гнилей на растениях пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, % (фаза кущения, 2016 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 2,03
	000	111	222	333	
Безотвальный	80,0	30,0	30,0	25,0	41,3
Рекомендуемый(к)	75,0	40,0	60,0	50,0	56,3
Отвальный	100,0	70,0	30,0	40,0	60,0
Средние В – НСР 3,49	85,0	46,7	40,0	38,3	Хср.=52,5

Для средних АВ НСР 5,59

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Анализируя результаты математической обработки данных по распространению корневых гнилей на растениях пшеницы озимой видно, что минимальное поражение отмечено при интенсивной технологии выращивания (таблица 25). В среднем на этом варианте она составила 38,3 % и различия с контролем достоверно.

Необходимо отметить, что при проведении отвальной обработки почвы с периодическим глубоким рыхлением получено максимальное поражение

корневыми гнилями. И изменения в сравнении с рекомендованной и безотвальной системой математически достоверно.

Рассматривая долю влияния изучаемых в опыте факторов видно, что максимальную долю действия оказывает фактор В. И внесение высоких доз удобрений приводит к меньшему проценту поражения растений корневыми гнилями.

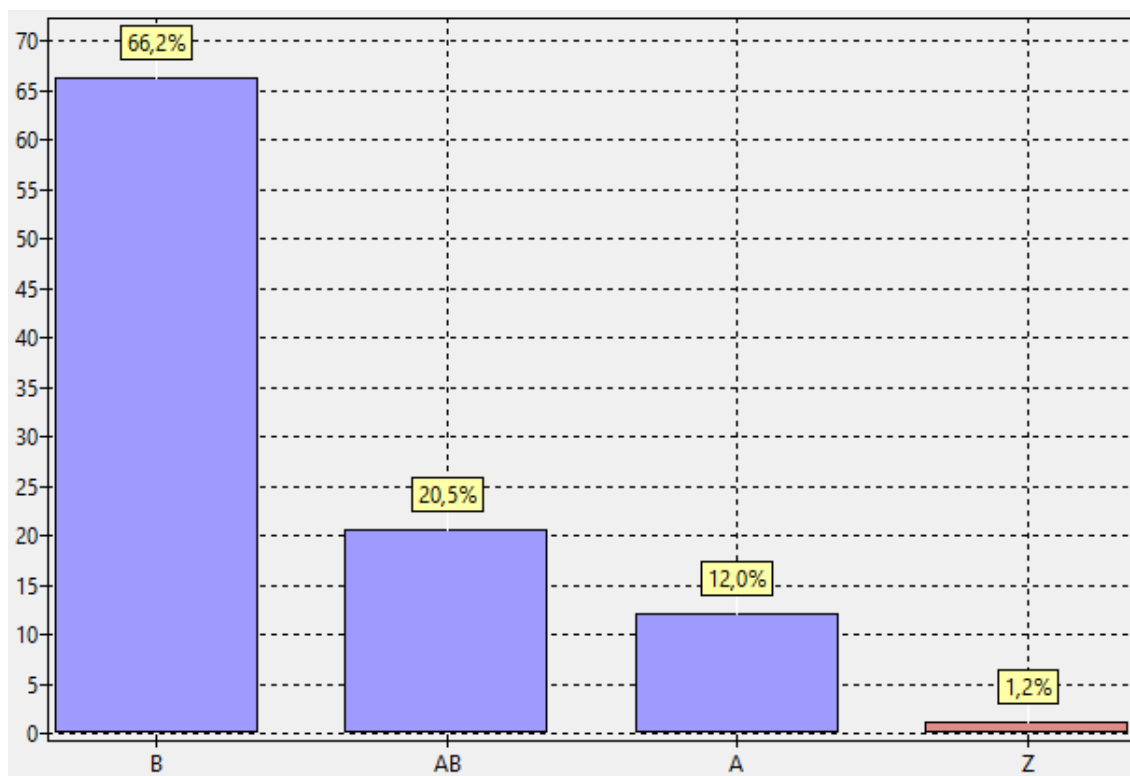


Рисунок 18 – Доля действия факторов на распространение корневых гнилей, % (фаза кущения, 2016 г.)

Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, норма удобрения, система защиты растений).

3.5 Продуктивность пшеницы озимой, структура урожая и качество зерна

Основным критерием сельскохозяйственного производства в растениеводстве является урожайность и где определяющую роль составляет продуктивность пшеницы – основной зерновой культуры.

Нами показано, что урожайность изменялась по годам исследования, а также на продуктивность оказывали влияние факторы опыта (таблица 26,

приложение 21, 22). Так, по результатам эксперимента, установлено, что с увеличением уровня плодородия и дополнительного внесения органических и минеральных удобрений отмечается повышение продуктивности. Анализируя данные урожайности при отвальной системе подготовки почвы с периодическим углублением при внесении средней дозы органических и минеральных удобрений видно, что сбор зерна увеличивается в сравнении с вариантом 000 и разница составила 1,73 т/га (таблица 26). А максимальный урожай получен на варианте 333 (высокое плодородие и наивысшие дозы удобрений).

Таблица 26 – Зависимость урожайности пшеницы озимой от агротехнологий, т/га

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие, система удобрений, система защиты растений (фактор В)	Год			В среднем за 2015–2017 гг.
		2015	2016	2017	
1	2	3	4	5	6
Безотвальный	000	5,06	4,99	5,25	5,10
	111	6,88	7,01	6,63	6,84
	222	8,40	7,00	8,07	7,82
	333	8,40	8,20	9,36	8,65
Рекомендуемый (к)	000 (к)	5,26	5,15	5,47	5,29
	111	7,31	7,27	7,37	7,31
	222	8,12	7,78	8,49	8,13
	333	8,49	8,29	9,43	8,74
Отвальный с периодическим	000	5,11	5,16	5,20	5,16
	111	7,00	7,06	7,60	7,39
	222	8,06	7,49	7,91	7,82

1	2	3	4	5	6
глубоким рыхлением	333	8,34	8,04	8,74	8,37
НСР ₀₅ фактор А		0,15	0,17	0,20	
НСР ₀₅ фактор В		0,19	0,12	0,18	
НСР ₀₅ фактор АВ		0,25	0,24	0,30	

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

При этом прибавка урожая в сравнении с вариантам 000 составила 4,8 т/га или 51%.

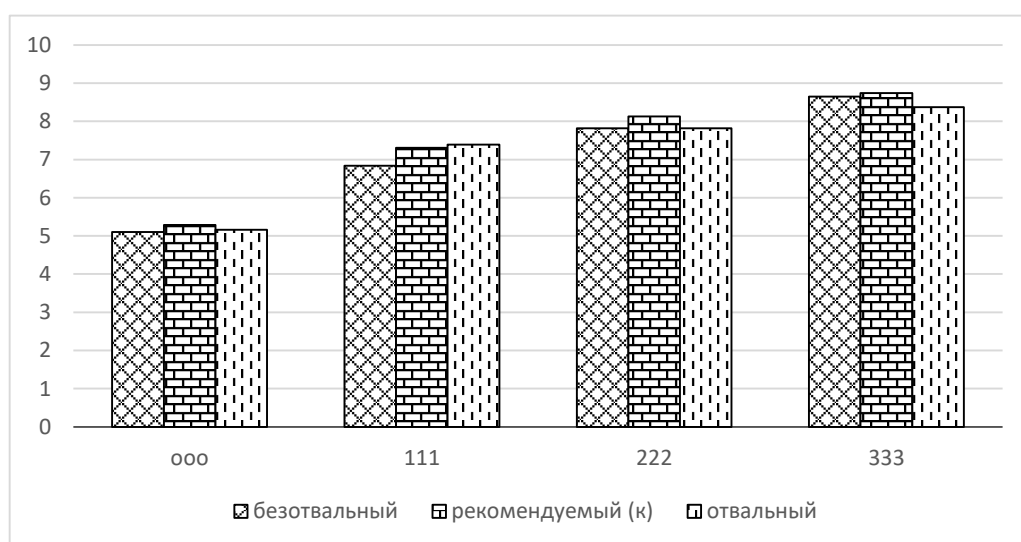


Рисунок 19 – Изменения урожайности пшеницы озимой при различных агротехнологиях, т/га (среднее 2015 - 2017 гг.)

Анализ данных по урожайности за три года эксперимента показывал, что с увеличением уровня плодородия и доз минеральных удобрений возрастает и этот показатель (рисунок 19). Показано, что максимальная урожайность на всех способах обработки почвы достигла на варианте 333.

Анализируя урожайные данные по годам эксперимента видно, что величина этого показателя варьировала по годам (таблица 26, приложение 21, 22). Изменения продуктивности определяется погодными условиями.

Максимальная урожайность по всем практически вариантам получена в 2017 году (таблица 26). Это во многом объясняется тем, что в осенний период 2016 года за сентябрь – ноябрь выпало 215 мм осадков. Осадки распределились равномерно, что позволило растениям уйти в зиму в оптимальном состоянии. Кроме того, в весенне–летний период 2017 года за май–июль месяцы выпало 270 мм осадков, что намного больше среднемноголетних данных. Все эти условия и способствовали высокой продуктивности растений в условиях 2016 – 2017 сельскохозяйственного года.

Таблица 27 – Изменение урожайности зерна пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, т/га (2016 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 0,17
	000 (0)	111	222	333	
Безотвальный	5,0	7,0	7,0	8,2	6,8
Рекомендуемый (к)	5,2	7,3	7,8	8,3	7,1
Отвальный	5,2	7,1	7,5	8,0	6,9
Среднее В – НСР 0,12	5,1	7,1	7,4	8,2	Хср.=7,0

Для средних АВ НСР 0,24

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Результаты математической обработки урожайных данных за 2016 год показывал, что максимальная величина этого показателя получена при высоком уровне плодородия и высоких дозах удобрений (вариант 333) и составила в среднем по вариантам 8,2 т/га (таблица 27). Различия с другими вариантами фактора В математически достоверно. Также установлено, что существенное различие в урожайности отмечено при проведении

рекомендованной обработки (7,1 т/га) в сравнении с другими способами обработки почвы.

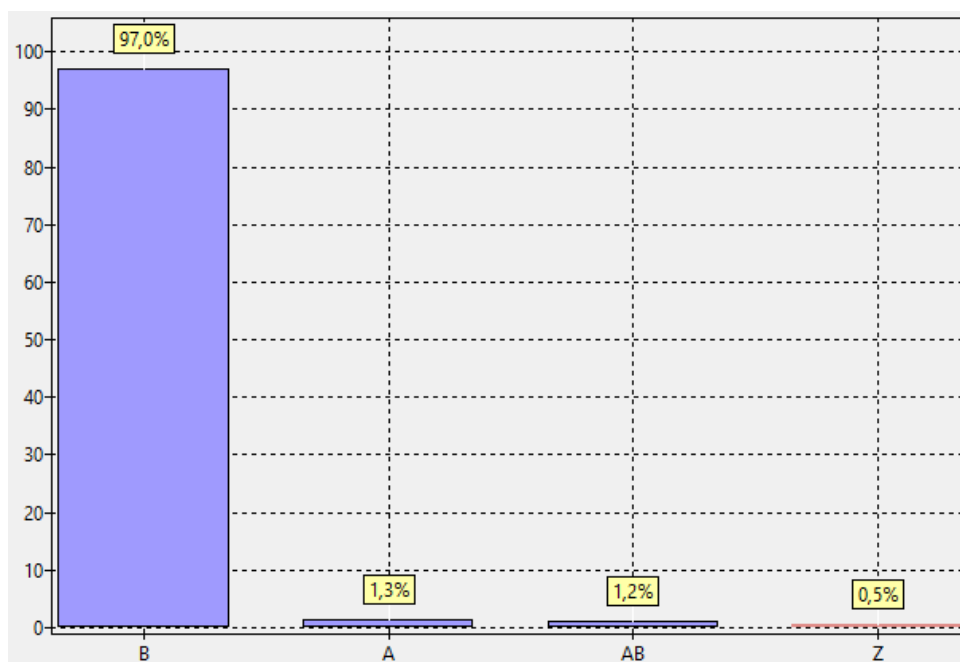


Рисунок 20 – Доля действия факторов на урожайность пшеницы озимой, %
(2016 г.)

Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, норма удобрения, система защиты растений).

В ходе исследований установлено, что максимальное влияние на формирование урожайности отмечено по фактору В, то есть где рассматривались различные дозы органических и минеральных удобрений (рисунок 20). Аналогичные данные получены нами и в другие годы эксперимента (приложение 21, 22).

В построение урожайности растений пшеницы озимой важным фактором являются показатели структуры урожайности. Элементы структуры урожая формируются рано, а именно при переходе от вегетативной фазы к генеративной. Поэтому на формирование колосовых бугорков оказывает влияние агротехнические факторы, а также погодные условия. У растений пшеницы основными элементами структуры урожая выступает – количество продуктивных побегов, число зерен в колосе и характер выполненности зерновок.

Анализируя перечисленные элементы структуры урожая полученные в ходе эксперимента, видно, что значения их обуславливаются уровнем агротехники и погодными условиями (таблица 28, 29, приложение 25, 26).

Таблица 28 – Зависимость показателей структуры урожая пшеницы озимой от агротехнологий, 2017 г.

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество колосков в колосе, шт.		Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с колоса, г
			всего	в т.ч. продуктивных		
Безотвальный	000	470	20	15	42,7	1,11
	111	511	21	17	43,7	1,40
	222	536	22	19	45,2	1,55
	333	554	22	21	45,3	1,69
Рекомендованный (к)	000 (к)	482	20	16	42,2	1,29
	111	517	21	18	44,8	1,54
	222	537	22	20	45,5	1,63
	333	556	23	21	45,6	1,73
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	498	20	16	42,5	1,25
	111	519	22	19	44,5	1,50
	222	534	23	20	45,6	1,48
	333	563	23	20	45,6	1,55

НСР А 5,30

В 5,07

АВ 9,20

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Таблица 29 – Зависимость показателей структуры урожая пшеницы озимой от агротехнологий, среднее 2015 - 2017 гг.

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество колосков в колосе, шт.		Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с колоса, г
			всего	в т.ч. продуктивных		
Безотвальный	000	425	17,0	13,7	43,23	1,22
	111	478	20,0	17,3	44,0	1,48
	222	519	24,3	22,0	45,4	1,50
	333	537	24,7	22,7	45,8	1,61
Рекомендуемый (к)	000	422	17,7	14,7	43,0	1,33
	111	500	20,3	18,0	44,8	1,53
	222	528	24,7	22,7	45,8	1,58
	333	551	26,3	24,7	46,2	1,64
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	449	17,7	15,0	43,3	1,34
	111	501	20,4	18,3	44,5	1,49
	222	531	24,7	22,7	44,6	1,53
	333	539	26	23,3	46,1	1,60

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Нами установлено, что на ростовые процессы оказали влияние уровень плодородия и дозы вносимого удобрения. Видно, что высота растений

зависела от этих факторов. Так, в среднем за три года исследования длина стебля к уборке варьировала от 75 см до 90 см (рисунок 21).

Максимальная высота стебля отмечена при максимальной интенсификации технологий (вариант 333).

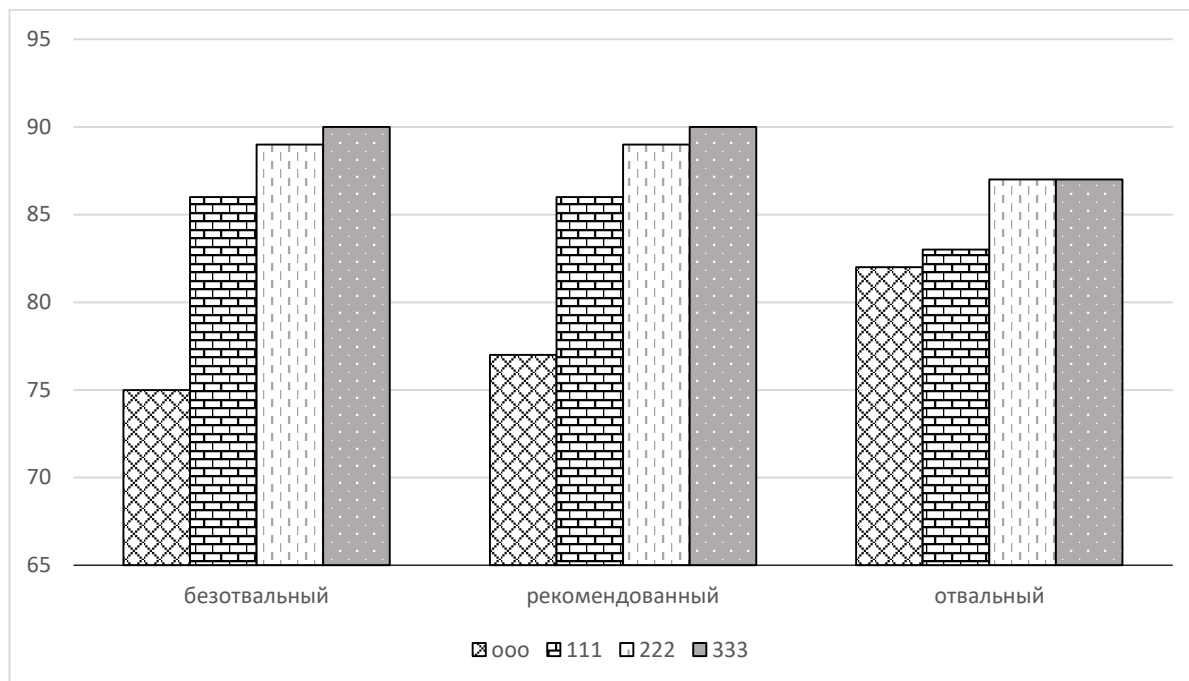


Рисунок 21– Изменение высоты стебля пшеницы озимой при различных агротехнологиях, см (среднее 2015 - 2017 гг.)

Результаты математической обработки показали, что нами не установлено достоверного изменения высоты растений в зависимости от способов обработки почвы (приложение 27). Математически достоверное изменение высоты растений отмечено от действия фактора В (плодородие, удобрения и защита растений). Существенное изменение высоты растений с контролем отмечено уже на варианте 111. Доля действия фактора В на высоту стебля составила 51 % (приложение 27). Необходимо отметить значительно высокую долю влияния и от взаимодействия факторов А и В.

Определенную роль в построении урожая имеет также длина колоса (рисунок 22).

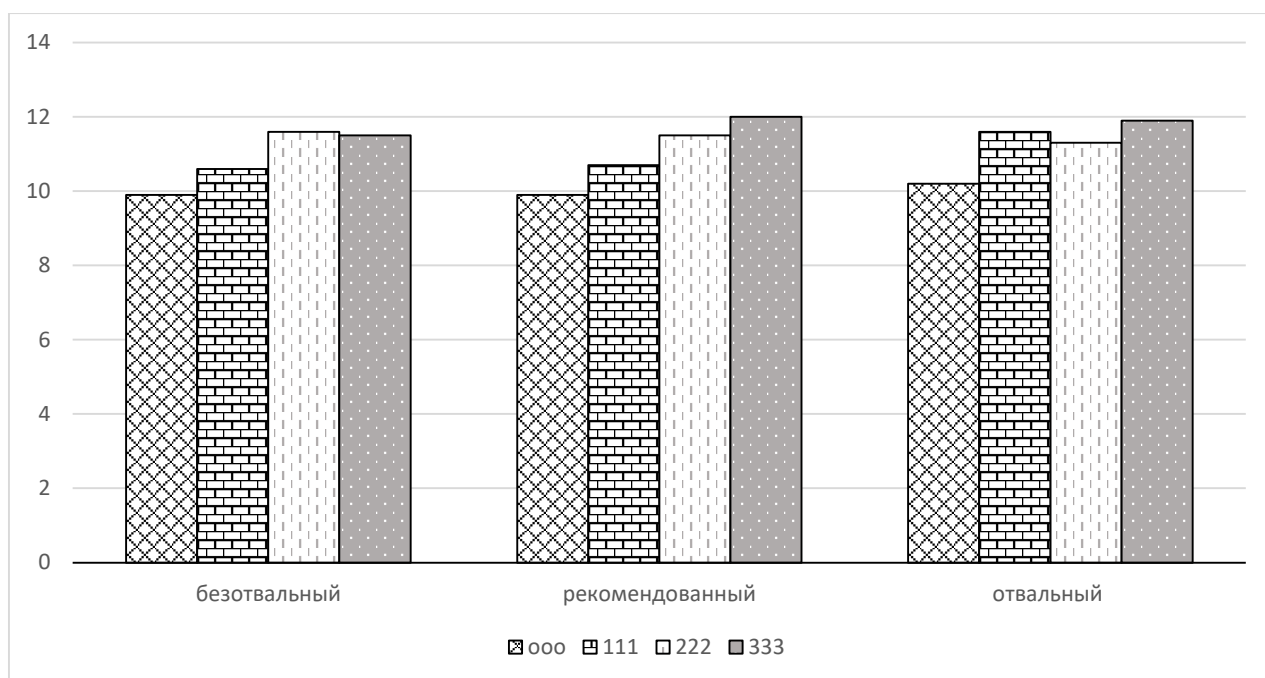


Рисунок 22 – Изменение длины колоса пшеницы озимой при различных агротехнологиях, см (среднее 2015 - 2017 гг.)

Видно, что применение различного уровня питания сказывается на длине соцветия. Значительное увеличение длины соцветия отмечено нами на вариантах 222 и 333.

Таблица 30 – Изменение длины колоса пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, см (2016 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 0,23
	000 (к)	111	222	333	
Безотвальный	10,9	11,3	11,8	11,3	11,3
Рекомендуемый(к)	10,3	10,7	11,4	12,0	11,1
Отвальный	10,6	12,3	11,6	12,0	11,6
Среднее В – НСР 0,35	10,6	11,4	11,6	11,8	Х _{ср.} =11,4

Для средних АВ НСР 0,57

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Результаты математической обработки показали, что с увеличением уровня плодородия и доз минеральных удобрений положительно изменяется

и длина колоса (таблица 30). При интенсификации технологий увеличивается длина колоса и эти изменения математически достоверны в сравнении с контролем (вариант 000).

Видно, что максимальное действие на этот показатель оказал уровень питания, то есть плодородие почвы и внесение минеральных удобрений. Установлено, что доля влияния фактора В составляет 47% (рисунок 23). Показано довольно высокое влияние и взаимодействие изучаемых факторов (26%).

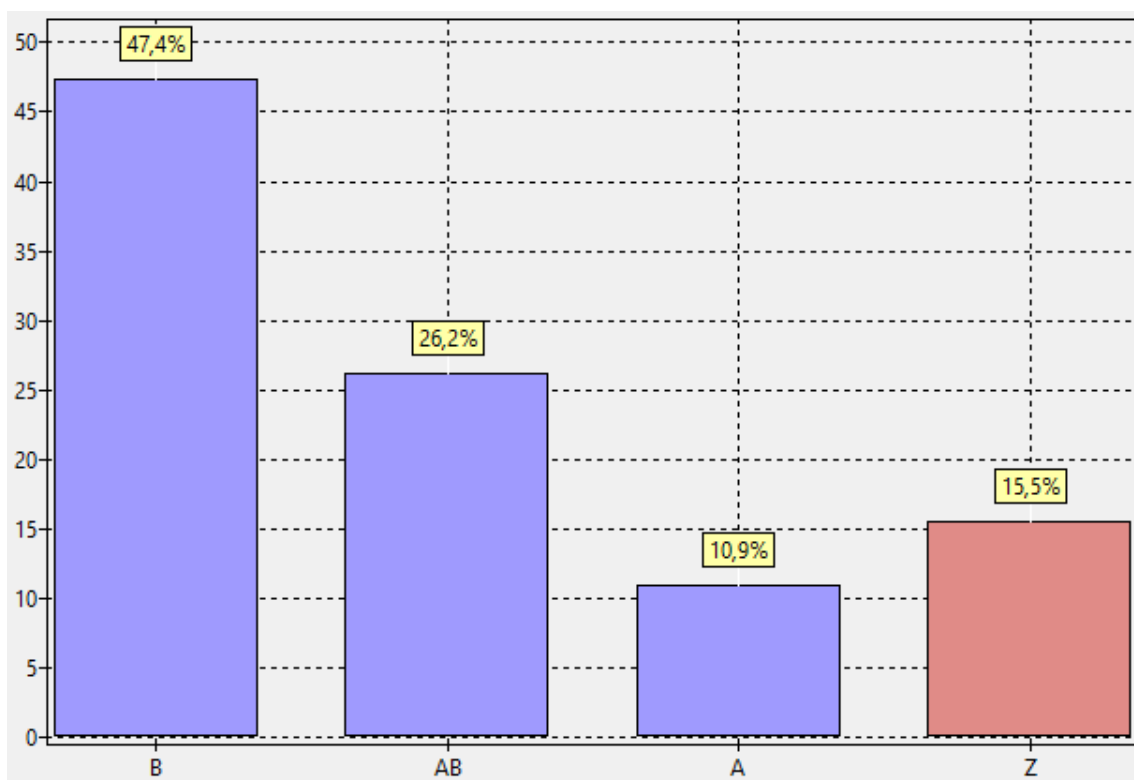


Рисунок 23 – Доля действия факторов на длину колоса пшеницы озимой, %
(2016 г.)

Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, норма удобрения, система защиты растений).

Показано, что применение максимального уровня питания и применение средств защиты растений (вариант 333) приводит к оптимальному формированию колоса. Это, естественно, положительно сказалось и на массе зерна с соцветия (таблица 28, 29, приложение 25, 26).

Одним из определяющих условий в формировании урожая является количество продуктивных побегов на единице площади. В опыте количество продуктивных побегов изменяется от вариантов в опыте. Так, в среднем, за годы эксперимента величина этого показателя составляла от 422 до 551 штук побегов на одном квадратном метре (таблица 29). Установлено, что имеется тенденция к увеличению количества продуктивных побегов по мере повышения уровня плодородия, а также от доз удобрений.

Результаты математического анализа показали, что минимальное количество побегов отмечено нами на контрольном варианте и составляет 483 побега (таблица 31). Повышение уровня плодородия и внесение возрастающих доз органических и минеральных удобрений способствует достоверному возрастанию плотности посевов.

Анализ изменения количества продуктивных побегов при проведении различных способов подготовки почвы показал, что величина этого показателя изменялась в пределах ошибки опыта по фактору А (таблица 31).

Таблица 31 – Изменение количества продуктивных стеблей пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, шт./м² (2017 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 5,30
	000 (к)	111	222	333	
Безотвальный	470	511	536	554	517,8
Рекомендуемый(к)	482	517	537	556	523,0
Отвальный	498	519	534	563	528,5
Среднее В – НСР 5,07	483,3	515,7	535,7	557,7	Хср.=523,1

Для средних АВ НСР 9,20

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Рассматривая долю влияния изучаемых факторов на количество продуктивных побегов в опыте видно, что максимальная доля действия отмечена от плодородия почвы и количества внесенных удобрений (рисунок 24).

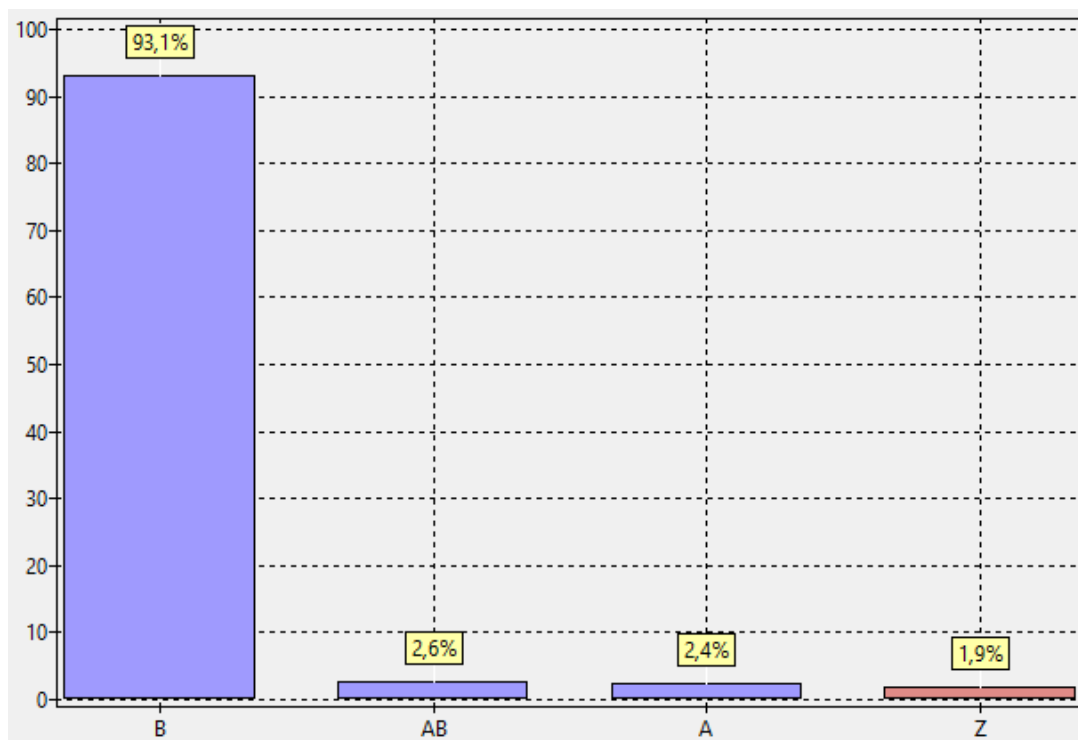


Рисунок 24 – Доля действия факторов на количество продуктивных стеблей у пшеницы озимой, % (фаза созревания, 2017 г.)

Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, норма удобрения, система защиты растений).

Создание различного уровня плодородия и использование органических и минеральных удобрений способствовало к математически достоверному возрастанию количества продуктивных побегов и массы зерна с колоса.

Результаты математической обработки показали, что математически достоверно увеличение длины колоса отмечено при рекомендуемом способе обработки почвы. Изменение уровня плодородия и доз минеральных удобрений (вариант 111, 222, 333) способствуют достоверному увеличению длины соцветия в сравнении с контролем.

Таблица 32 – Изменение массы зерна с колоса у пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, г (2017 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 0,07
	000 (к)	111	222	333	
Безотвальный	1,10	1,40	1,60	1,70	1,40
Рекомендуемый(к)	1,30	1,50	1,60	1,70	1,50
Отвальный	1,30	1,50	1,50	1,60	1,40
Среднее В – НСР 0,07	1,20	1,50	1,60	1,70	Хср.=1,5

Для средних АВ НСР 0,13

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Результаты математической обработки показали, что один из главных показателей структуры урожайности, а именно масса зерна с колоса изменяется как от уровня плодородия, доз удобрений и систем защиты растений, так и способов обработки почвы. Максимальная масса зерна по годам исследований отмечена при применении рекомендованного способа подготовки почвы и различия с другими вариантами фактора А существенны. Изменение уровня плодородия и доз минеральных удобрений способствует математически достоверному увеличению массы зерна с колоса. Максимальное значение этого показателя отмечено на варианте 333 – высокий уровень плодородия (600 т/га навоза + 600 кг/га, высокая доза ($N_{280}P_{120}K_{80}+N_{120}$ при возобновлении весенней вегетации), химическая система защиты растений от сорняков, вредителей и болезней.

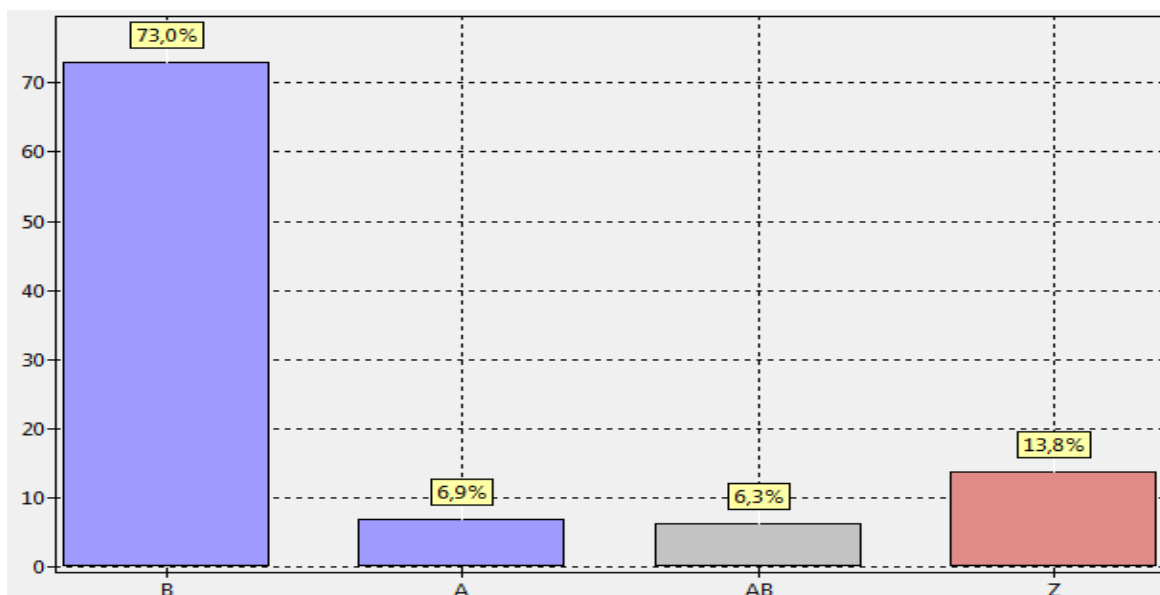


Рисунок 25 – Доля действия факторов на массу зерна с колоса у пшеницы озимой, % (2017 г.)

Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, норма удобрения, система защиты растений).

Статистический анализ данных по массе зерна показал, что максимальную долю влияния на этот показатель оказал фактор В (плодородие, норма удобрения, система защиты растений). Доля действия этого фактора по годам составляла от 65 до 73 % (рисунок 25). Нами отмечено, что на массу зерна с соцветия оказывают влияния также и погодные условия. Доля действия их по годам варьирует от 12 до 14 %.

Известно, что основные качественные показатели пшеницы (массовая доля белка, массовая доля клейковины, стекловидность, натура) во многом определяется уровнем агротехники, сортовыми особенностями, а также регионом выращивания. Установлено, что в формировании качественных показателей от погодных условий зависимость составляет до 20% (чрезмерное выпадение осадков или засуха).

Определяющую роль, характеризующую качество продукции озимой пшеницы является протеин (белок), который также формирует и клейковину. Клейковина представлена следующими фракциями белка – глиадин и глютенин.

Рассматривая показатели содержания протеина в зерне пшеницы видно, что значение его определялось уровнем питания, а также погодными условиями в годы проведения эксперимента (таблица 33).

Таблица 33 – Изменение содержания протеина в зерне пшеницы озимой от агротехнологий, %

А	Плодородие, система удобрений, система защиты растений (фактор В)	Год			В среднем за 2015– 2017 гг.
		2015	2016	2017	
Безотвальный	000	12,9	12,51	11,9	12,44
	111	13,5	13,95	13,6	13,67
	222	15,4	14,09	14,9	14,80
	333	16,1	14,36	14,37	15,05
Рекомендуемый (к)	000 (к)	13,4	12,33	12,1	12,61
	111	14,1	13,17	14,3	13,86
	222	15,6	14,04	14,5	14,71
	333	16,2	14,37	15,3	15,29
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	13,4	13,01	12,9	13,10
	111	13,8	14,11	14,8	14,24
	222	15,0	14,29	15,1	14,8
	333	16,3	14,61	14,7	15,20

НСР₀₅ А 0,41 0,32 0,71

НСР₀₅ В 0,38 0,30 0,37

НСР₀₅ АВ 0,70 0,64 0,90

Нами установлено, что с повышением уровня интенсивности изучаемых факторов количество протеина в зерне пшеницы озимой увеличивается. Минимальное количество протеина сформировалось на контрольном варианте, где растения выращивались в условиях естественного почвенного плодородия и без применения органических и минеральных удобрений. Так, в

среднем за три года эксперимента при проведении рекомендованной обработки почвы количество протеина в зерне составило в этом варианте 12,61 %. А с увеличением уровня плодородия и уровня питания отмечена тенденция к повышению содержания протеина и максимум его накапливается на варианте 333 (таблица 33). Такая же закономерность отмечена и при других способах подготовки почвы к посеву.

Результаты математической обработки содержания протеина в зерне показали, что нами отмечено математически достоверное увеличение его по вариантам опыта, где повышался уровень плодородия и при внесении возрастающих доз органических и минеральных удобрений (таблица 34).

Таблица 34 – Изменение содержания белка в зерне пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, % (2015 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 0,41
	000 (к)	111	222	333	
Безотвальный	12,9	13,5	15,4	16,1	14,5
Рекомендуемый(к)	13,4	14,1	15,6	16,2	14,8
Отвальный	13,4	13,8	15,0	16,3	14,6
Среднее В – НСР 0,38	13,2	13,8	15,3	16,2	Хср.=14,6

Для средних АВ НСР 0,70

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Исходя из результатов математической обработки по содержанию белка в зерне пшеницы видно, что при интенсивности технологий выращивания происходит увеличение количества белка (таблица 34, приложение 32). По годам исследования получено математически достоверное увеличение количества белка на всех вариантах фактора В в сравнение с контролем.

Применение различных способов подготовки почвы не оказало существенного влияния на содержание белка в зерне (таблица 09, приложение 32).

Анализ результатов математической обработки содержания белка показывает, что максимальную долю действия на этот показатель отмечена от уровня плодородия и доз удобрений (рисунок 26, приложение 33). И эта доля влияния по годам составила 80 – 90%.

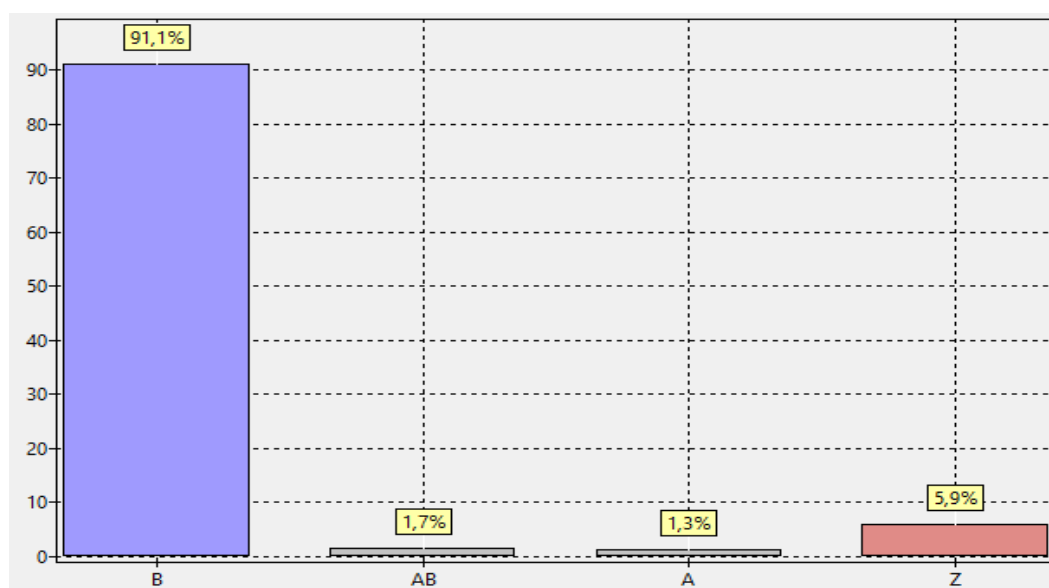


Рисунок 26 – Доля действия факторов на содержание белка в зерне пшеницы озимой, % (2015 г.)

Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, норма удобрения, система защиты растений).

Необходимо отметить, что по результатам математической обработки содержание белка в зерне зависело и от погодных условий, и доля влияния по годам составляло от 6 до 9%.

Исследования показали, что использование различного уровня плодородия и системы питания положительно сказывается на количестве клейковины в зерне (таблица 35, приложение 29).

Таблица 35 – Изменение качественных показателей зерна пшеницы озимой от агротехнологий, среднее 2015 - 2017 гг.

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие, система удобрений, система защиты растений (фактор В)	Клейковина, %	Белок, %	Натура, г/л
Безотвальный	000	20,49	12,44	736,7
	111	22,94	13,67	792,7
	222	25,84	14,80	785,3
	333	26,40	15,05	780,7
Рекомендуемый (к)	000 (к)	20,04	12,61	729,3
	111	24,39	13,86	779,7
	222	25,74	14,71	803,0
	333	27,10	15,29	812,0
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	21,90	13,10	767,0
	111	24,42	14,24	775,7
	222	25,77	14,8	777,0
	333	26,08	15,20	766,7

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Минимальное количество отмечено в 2017 году, что во многом объясняется количеством осадков. Так, по среднемноголетним данным за июнь–июль выпало 43 мм осадков, а в 2017 году за этот период количество осадков составило 147 мм.

Анализ данных, полученных при математической обработки данных содержания клейковины в зерне показал, что отмечены существенные различия вариантов по фактору В в сравнении с контролем (таблица 36, приложение 34).

Таблица 36 – Изменение содержания клейковины в зерне пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, % (2015 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 0,55
	000	111	222	333	
Безотвальный	21,4	22,4	27,1	28,5	24,9
Рекомендуемый(к)	22,1	26,6	27,3	28,4	26,1
Отвальный	23,1	23,4	25,6	26,8	24,7
Среднее В – НСР 0,39	22,2	24,1	26,7	27,9	Хср.=25,2

Для средних АВ НСР 0,80

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Установлено, что уже на варианте 111 имеется математически достоверное увеличение количества клейковины в сравнение с контролем.

Результаты статистической обработки содержания клейковины в зерне по годам эксперимента показали, что нами не установлено однонаправленных достоверных различий в зависимости от способов подготовки почвы к посеву.

Максимальную долю влияния на количество клейковины в зерне оказали различные уровни плодородия и система питания растений и применение средств защиты (рисунок 27, приложение 35).

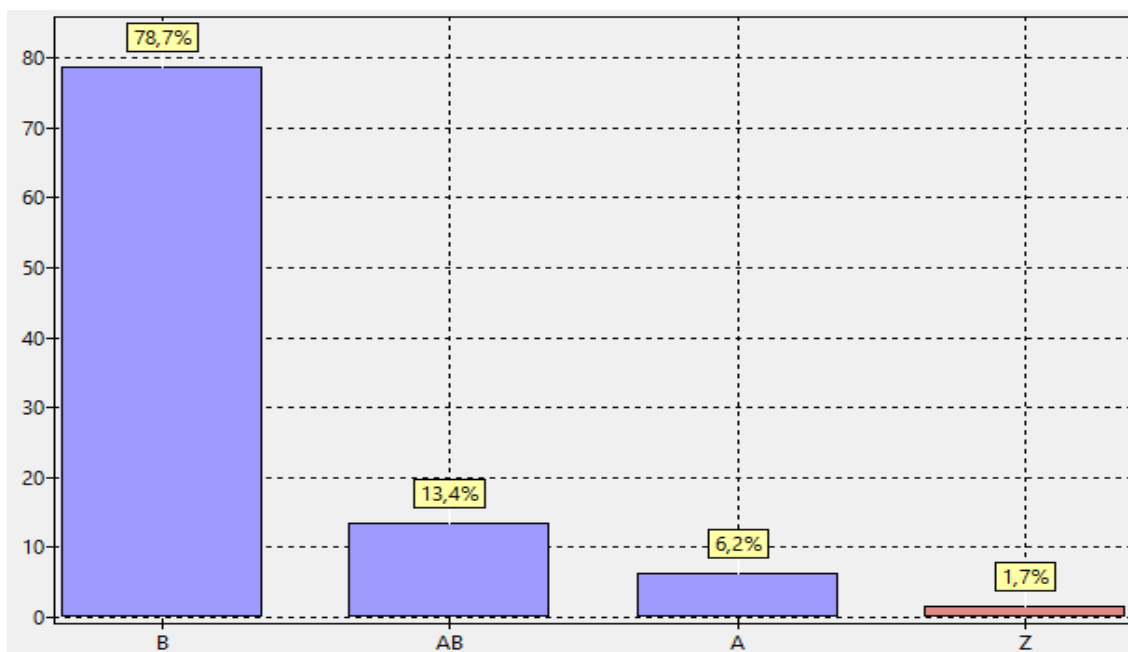


Рисунок 27 – Доля действия факторов на содержание клейковины в зерне пшеницы озимой, % (2015 г.)

Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, норма удобрения, система защиты растений).

Доля действия этого фактора по годам составляла от 67 до 78%.

Одним из качественных параметров зерна является натура. Этот показатель характеризует выполненность зерна, это показывает процесс формирования и налива зерновок, а также условия питания. Полученные результаты показывали, что минимальные значения натуры зерна получены при естественном плодородии и без применения удобрений (таблица 35). Величина натуры зерна у контрольных вариантов по способам обработки почвы варьировала от 729 до 767 г/л. С увеличением уровня плодородия и применения средств защиты растений натура зерна и достигла максимум увеличивалась и достигла максимума на варианте 222 и 333 (таблица 35).

Также показателем оценки качества зерна пшеницы озимой при комплексном действии органических, минеральных удобрений и системы защиты растений является накопление макроэлементов в зерне. Результаты исследований позволяют установить, что содержание фосфора и калия в зерне

имеет тенденцию к изменению в зависимости от доз органических и минеральных удобрений (таблица 37).

Таблица 37 – Влияние технологий выращивания на содержание макроэлементов в зерне пшеницы озимой, % среднее 2015 - 2017 гг.

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие, система удобрений, система защиты растений (фактор В)	P ₂ O ₅	K ₂ O
Безотвальный	000	1,16	0,63
	111	1,20	0,63
	222	1,20	0,64
	333	1,18	0,70
Рекомендуемый (к)	000 (к)	1,18	0,61
	111	1,21	0,60
	222	1,18	0,63
	333	1,17	0,71
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	1,15	0,62
	111	1,16	0,70
	222	1,21	0,70
	333	1,21	0,67

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Рассматривая накопления фосфора и калия в зерне пшеницы прослеживается закономерность, что на содержание этих элементов внесение доз удобрений и применение средств защиты не оказало значительного влияния.

В опыте рассматривалось содержание микотоксинов (продукты, вырабатываемые в ходе жизнедеятельности различных видов грибов). Исходя из схемы эксперимента применялись различные дозы минеральных и

органических удобрений, а также разные системы защиты растений. Известно около 290 видов микотоксинов, но наибольшую угрозу представляют дезоксиниваленолы, афлатоксины, Т-2 токсины и зеараленоны. Установлено, что в продукции урожая пшеницы озимой при различном уровне питания и применения системы защиты растений количество различных видов микотоксинов не превышает допустимых значений (таблица 38).

Таблица 38 – Влияние агротехнологий на количество микотоксинов в зерне пшеницы озимой (при рекомендованном способе обработки почвы 2015 – 2017 гг.)

Показатель	Вариант	Содержание, мг/кг	ПДК*, мг/кг	Нормативные документы
Афлатоксин В1	000 (к)	0,003	0,005	ГОСТ 307011–2001
	333	0,003	0,005	
Дезоксиниваленол	000 (к)	0,2	0,7	ГОСТ Р 51116–97
	333	0,3	0,7	
Т-2 токсин	000 (к)	0,1	0,1	ГОСТ 28001–88
	333	0,1	0,1	
Зеараленон	000 (к)	0,1	1,0	ГОСТ 31691–2012
	333	0,15	1,0	

Установление этой закономерности позволяет рекомендовать полученную продукцию пшеницы озимой, даже при высоких дозах удобрений, для использования в питании и на корм животным.

Нами отмечено положительное влияние вариантов в опыте на качественные показатели зерна. Установлено математически достоверное увеличение белка и клейковины при различных уровнях плодородия и доз

удобрений (фактор В). Доля влияния этого фактора на содержание белка в зерновке составляла по годам 80–90 %, а клейковины – 67–78%. Не установлено достоверное изменение количества белка и клейковины в зависимости от способов подготовки почвы.

С увеличением уровня плодородия и доз минеральных удобрений увеличивались показатели натуры зерна, и она достигала максимального значения на вариантах 222 и 333.

Установлено, что при возрастании уровня плодородия и питания увеличивается содержание белка в зерне. Отмечено математически достоверное увеличение белка и клейковины в зерне.

Изменение количества фосфора и калия по вариантам эксперимента не отмечено.

Содержание микотоксинов в зерне при внесении максимальных доз удобрений и применение средств защиты растений не превышало допустимых величин (ПДК).

4 ИЗМЕНЕНИЕ РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ, УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОТДЕЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ ПЛОДОРОДИЯ, ДОЗ УДОБРЕНИЙ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ (ОПЫТ 2)

4.1 Особенности фотосинтетических показателей пшеницы озимой в зависимости от изучаемых факторов

В полевом опыте под номером два мы рассматривали изменения фотосинтетической активности у растений пшеницы озимой при различных уровнях питания на рекомендованном способе подготовки почвы с целью установления влияния отдельно каждого изучаемого фактора: уровня плодородия, доз минеральных удобрений и средств защиты растений.

Результаты проведенных исследований показывают, что величина площади листовой поверхности варьировала в зависимости от уровня плодородия, доз удобрений и системы защиты растений (таблица 39, 40, приложение 36, 37). Установлено, что наблюдается изменение площади ассимиляционной поверхности в зависимости от сроков определения. Видно, что после весеннего отрастания площадь листьев увеличивается и достигает максимума к моменту образования соцветия по всем вариантам эксперимента. Нами отмечено, что минимальная площадь по всем фазам определения была при исходном плодородии почвы, без внесения органических и минеральных удобрений, а также без применения средств защиты растений. Так, по результатам данных полученных в 2015 году площадь листовой поверхности на варианте 000 составила в фазу трубкования 18,9 тыс. м²/га, что меньше в сравнении с другими вариантами. Так, на варианте 020, где вносились удобрения перед посевом в фазу трубкования величина листовой поверхности составила 27,4 тыс. м²/га, что больше на 44 % в сравнение с показателями варианта 000 (таблица 39).

Таблица 39 – Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на площадь листовой поверхности растений пшеницы озимой, тыс.м²/га (2015 г.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Весеннее кущение	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
0	0	0	7,4	18,9	35,4	5,8
0	2	0	10,4	27,4	43,9	10,5
0	0	2	8,3	19,5	39,3	7,3
0	2	2	14,6	28,0	53,1	13,8
2	0	0	8,8	24,9	40,9	8,1
2	2	0	15,0	33,6	54,2	14,6
2	0	2	9,2	25,3	41,2	8,6
2	2	2	15,4	31,6	54,6	17,6

НСР А	1,01	1,68
В	1,73	2,55
С	1,05	1,85
АВС	2,04	3,95

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Такая же закономерность отмечена и по другим годам исследования. Максимальное значение площади листовой поверхности в среднем за три года опыта получена на варианте 220, где создавался повышенный уровень плодородия и вносились минеральные удобрения (таблица 40).

Таблица 40 – Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на площадь листовой поверхности растений пшеницы озимой, тыс.м²/га (среднее 2015 - 2017 гг.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Весеннее кущение	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
0	0	0	7,4	16,8	35,2	6,7
0	2	0	10,7	25,0	42,8	9,8
0	0	2	8,0	17,0	36,1	7,6
0	2	2	13,4	28,5	49,3	12,1
2	0	0	8,9	22,0	38,0	7,7
2	2	0	15,2	32,0	52,8	14,1
2	0	2	9,3	23,1	39,0	8,2
2	2	2	14,6	33,0	54,5	16,9

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Проведенные нами результаты математической обработке по величине ассимиляционной поверхности показывают, что изучаемые факторы в опыте оказали различное влияние на площадь ассимиляционной поверхности. Видно, что лучшие условия для формирования площади листьев созданы при внесении минеральных удобрений (таблица 41, приложение 37).

Таблица 41 – Изменения площади листовой поверхности растений пшеницы озимой при отдельном влиянии плодородия, доз удобрений и системы защиты растений, тыс. м²/га (фаза колошения, 2015 г.)

Плодородие (фактор А)	Система удобрений (фактор В)	Система защиты растений (фактор С)		Среднее АВ НСР 3,00)	Среднее А НСР 1,68	Среднее В НСР 2,55
		0	2			
0	0	35,4	39,3	37,4	42,9	
0	2	43,9	53,1	48,5		
2	0	40,9	41,2	41,1	47,7	39,2
2	2	54,2	54,6	54,4		51,5
Среднее С – НСР 1,85		43,6	47,1	Х _{ср.} =45,3		

Для средних АВС НСР 3,95

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Максимальная площадь листьев формировалась в фазу колошение при внесении удобрений и среднее значение этого фактора по годам было от 48,6 до 51,5 тыс. м²/га. А максимальная площадь отмечена нами на варианте 222, то есть где улучшалось плодородие, где вносились средние дозы удобрений и где использовали средства защиты растений. И в среднем на этом варианте площадь листовой поверхности варьировала по годам от 54,6 до 56,3 тыс.м²/га (таблица 41, приложение 37). И различия с другими вариантами были математически достоверны. Наименьшее увеличения площадь листьев нами получены при использовании защиты растений.

Рассматривая доли влияния изучаемых факторов в опыте на величину площади листьев видно, что максимальная доля действия отмечена от фактора В (рисунок 28, приложение 37). И доля влияния от внесения удобрений по годам составила о 65 до 72%. Доля влияния на площадь листовой поверхности от изменения уровня плодородия меньше и по годам эксперимента составила 11 – 16%.

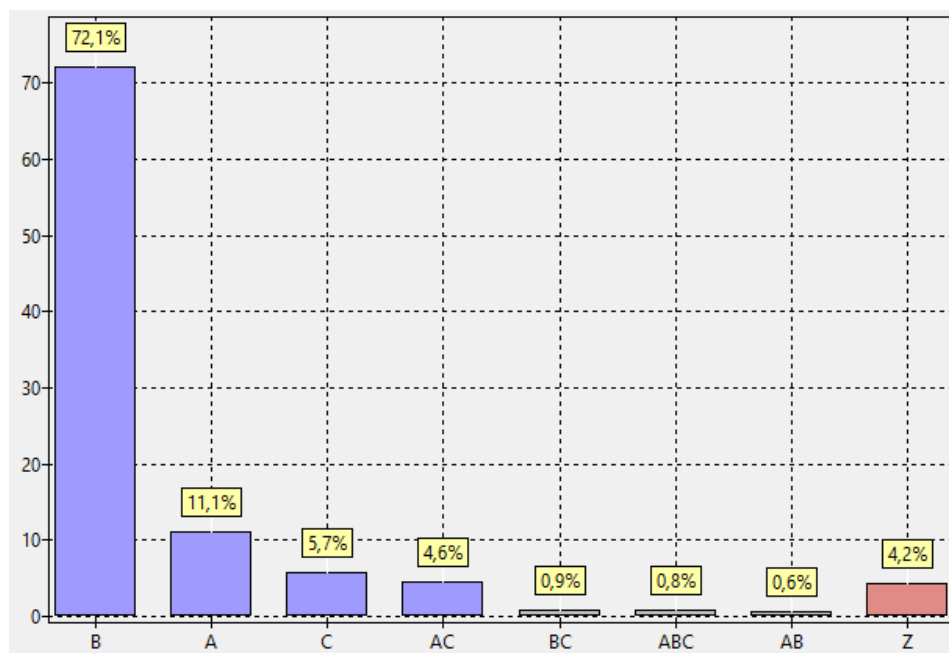


Рисунок 28 – Доля действия факторов на площадь листовой поверхности растений пшеницы озимой, % (фаза колошения, 2015г.)

Примечание: фактор А– плодородие; фактор В – система удобрений; фактор С – система защиты растений.

Важным было рассмотреть формирование хлорофилла в зависимости от уровня питания. Результаты исследований показывают, что накопление хлорофилла зависело от срока определения и от уровня питания (таблица 42, приложение 38, 39).

Таблица 42 – Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на содержание хлорофилла в листьях растений пшеницы озимой, мл/г сырого вещества (2017 г.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
0	0	0	4,90	4,54	4,78
0	2	0	5,76	6,67	6,67
0	0	2	4,95	5,11	5,01
0	2	2	6,58	8,03	7,16
2	0	0	6,34	5,64	5,73
2	2	0	5,94	6,44	6,05
2	0	2	5,71	5,94	6,09
2	2	2	4,85	6,09	6,10

НСР А 0,10

В 0,17

С 0,18

ABC 0,27

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Видно, что максимальное количество хлорофилла отмечено в период фазы колошения и достигало до 8 мл/г сырого вещества (таблица 43).

Таблица 43 – Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на содержание хлорофилла в листьях растений пшеницы озимой, мл/г сырого вещества (среднее 2015 - 2017 гг.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
0	0	0	4,02	4,55	4,35
0	2	0	4,49	5,65	4,67
0	0	2	3,65	4,21	4,40
0	2	2	5,13	6,16	5,73
2	0	0	4,17	5,14	4,99
2	2	0	4,80	5,81	4,90
2	0	2	4,26	5,15	5,12
2	2	2	4,53	5,64	4,86

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га P_2O_5)); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 ($N_{140}P_{90}K_{60} + N_{60}$ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Результаты математической обработки данных показали, что с увеличением уровня плодородия увеличивается и содержание хлорофилла (таблица 44). Так, в среднем по вариантам содержание хлорофилла при

естественном плодородии составило 6,5 мл/г сырого вещества. При повышении уровня плодородия (вариант А2) увеличивается количество хлорофилла и эта разница математически достоверна с контролем. Нами показано, что без применения удобрений содержание хлорофилла составляло 6,5 мл/г сырого вещества, а при внесении удобрений 7,7 мл/г сырого вещества. И это изменение существенно.

Применение средств защиты растений не оказывало влияния на содержание в листьях пшеницы количества хлорофилла и все изменения были в основном в пределах ошибки опыта (таблица 44).

Таблица 44 – Изменения содержания хлорофилла в листьях пшеницы озимой при отдельном влиянии плодородия, доз удобрений и системы защиты растений, тыс. м²/га (2016 г.)

Плодородие (фактор А)	Система удобрений (фактор В)	Система защиты растений (фактор С)		Среднее АВ НСР 0,17	Среднее А НСР 0,09	Среднее В НСР 0,15
		0	2			
0	0	6,4	5,9	6,1	6,5	
0	2	7,5	7,4	7,4		
2	0	7,1	6,6	6,8	7,4	6,5
2	2	8,0	7,9	7,9		7,7
Среднее С – НСР 0,16		7,2	6,9	Хср.=7,1		

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Рассматривая долю влияния изучаемых факторов на содержание хлорофилла видно, что максимальная доля действия отмечена от фактора В,

то есть от доз минеральных удобрений (рисунок 29).

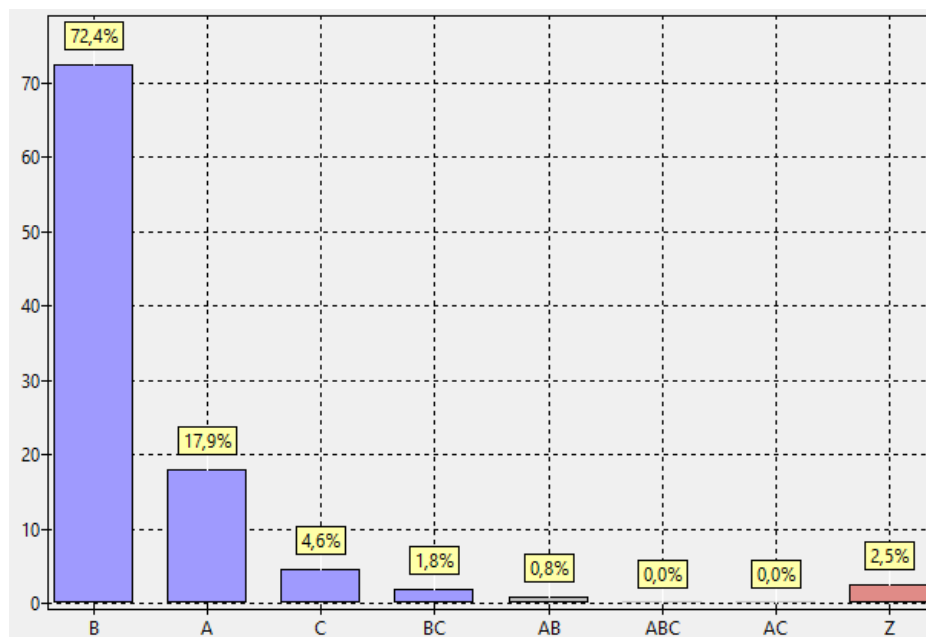


Рисунок 29 – Доля действия факторов на содержание хлорофилла в листьях пшеницы озимой, % (2015 г.)

Примечание: фактор А– плодородие; фактор В – система удобрений; фактор С – система защиты растений.

И доля этого действия в 2015 году составила 72,4%. Доля влияния на содержание хлорофилла уровня плодородия ниже и составила около 18% (рисунок 29).

Таблица 45 – Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на содержание каротиноидов в листьях пшеницы озимой, мл/г сырого вещества (среднее 2015 - 2017 г.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
1	2	3	4	5	6
0	0	0	1,02	1,17	1,10
0	2	0	1,22	1,39	1,05
0	0	2	0,92	1,20	1,31

1	2	3	4	5	6
0	2	2	1,23	1,42	1,29
2	0	0	1,04	1,22	1,11
2	2	0	1,21	1,37	1,09
2	0	2	1,06	1,27	1,17
2	2	2	1,16	1,30	1,05

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га P_2O_5)); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 ($N_{140}P_{90}K_{60} + N_{60}$ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Рассматривая накопления содержания каротиноидов под влиянием уровня плодородия и доз органических удобрений, нами получена такая же закономерность, как и по содержанию хлорофилла (таблица 45, приложение 40, 41, 42).

4.2 Интенсивность разложения клетчатки в почве под посевом пшеницы озимой

Процесс разложения целлюлозы в почве осуществляется целлюлозоразрушающими микроорганизмами. Скорость разложения целлюлозы является фактором, который характеризует плодородие почвы и ее биологическую активность.

Фунгициды попадая в почву накапливаются в верхнем слое почвы, то есть могут влиять на процессы разложения целлюлозы и биологическую активность почвы или даже могут способствовать формированию нетипичных процессов, что может привести к уменьшению процесса разложения.

Процент количества разложившейся целлюлозы оказывает действие на полевую всхожесть и накопление ряда инфекционного начала. Поэтому важна

разработка высокоэффективных технологий для улучшения показателей почвенного плодородия [166].

Итак, необходимы условия для интенсивной деятельности микроорганизмов, которые обладают способностью к разложению клетчатки.

Результаты наших исследований показали, что жизнедеятельность почвенных микроорганизмов определяется количеством осадков на определенную фазу вегетации, температурным режимом и вариантом опыта (таблица 46, 47, 48, рисунок 30, приложение 43, 44, 45). В ходе эксперимента мы изучали на фоне различного уровня плодородия, различных доз удобрений и средств защиты интенсивность целлюлозоразрушающих микроорганизмов.

Установлено, что по годам исследований интенсивность разложения клетчатки не одинакова. За три года проведения эксперимента интенсивное разложение целлюлозы отмечено в 2017 году и по вариантам опыта оно было от 10,05 до 2,4 % (приложение 44). Это объясняется интенсивным выпадением осадков в 2017 году в летние месяцы. За этот период выпало на 200 мм больше, чем по среднемноголетним данным.

Таблица 46 – Интенсивность разложения клетчатки в почве под посевом пшеницы озимой, % (2016 г.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Фаза вегетации		
			кущение	колошение	созревание
1	2	3	4	5	6
0	0	0	4,01	6,80	10,80
0	2	0	7,04	10,13	15,03
0	0	2	5,01	6,80	9,11
0	2	2	7,11	10,70	14,13
2	0	0	5,92	7,60	10,85

1	2	3	4	5	6
2	2	0	8,15	11,92	17,03
2	0	2	5,37	7,43	12,09
2	2	2	10,16	14,01	19,07

НСП₀₅ А 0,49

В 0,59

С 0,48

АВС 0,96

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Таблица 47 – Интенсивность разложения клетчатки в почве под посевом пшеницы озимой, % (среднее 2015 - 2017 гг.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Фаза вегетации		
			кущение	колошение	созревание
0	0	0	6,60	6,88	11,71
0	2	0	9,66	11,10	15,76
0	0	2	8,96	8,82	10,82
0	2	2	11,10	13,17	14,55
2	0	0	7,24	8,51	13,52
2	2	0	12,43	13,27	17,82
2	0	2	8,91	9,50	13,11
2	2	2	14,45	16,71	21,54

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га P_2O_5); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 ($N_{140}P_{90}K_{60} + N_{60}$ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Установлено, что по годам эксперимента наименьший процент разложения клетчатки был на варианте 000, то есть на фоне естественного плодородия и где вносились удобрения и не применялись средства защиты. Максимальная интенсивность разложения клетчатки отмечена на варианте 222, где создавался повышенный уровень плодородия, вносили удобрения в дозе ($N_{140}P_{90}K_{60} + N_{60}$) и применялись гербициды. Установлено, что на варианте 222 увеличение в среднем за три года в сравнении с вариантом 000 в фазу колошения составила около 10% (таблица 47).

Результаты математической обработки по интенсивности разложения целлюлозы показали, что при увеличении уровня плодородия этот процесс возрастает в сравнении с естественным плодородием (таблица 48).

Таблица 48 – Изменения разложения клетчатки в почве под посевом пшеницы озимой, % (фаза созревания 2016 г.)

Плодородие (фактор А)	Система удобрений (фактор В)	Система защиты растений (фактор С)		Среднее АВ НСР 0,70	Среднее А НСР 0,42	Среднее В НСР 0,57
		0	2			
0	0	10,8	9,1	10,0	12,3	
0	2	15,0	14,1	14,6		
2	0	10,9	12,1	11,5	14,8	10,7
2	2	17,0	19,1	18,1		16,3
Среднее С – НСР 0,44		13,4	13,6	Хср.= 13,5		

Для средних АВС НСР 0,92

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га P_2O_5)); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 ($N_{140}P_{90}K_{60} + N_{60}$ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Установлено, что внесение удобрений приводит к математически достоверному увеличению этого процесса в сравнение с контролем. Применение химических средств защиты растений не изменяет процесс разложения клетчатки в почве.

Рассматривая долю влияния изучаемых факторов на процесс разложения клетчатки видно, что максимальное воздействие оказывает внесение удобрений (фактор В). И доля его влияния по фазам составила от 75 до 79 % (рисунок 30, приложение 46).

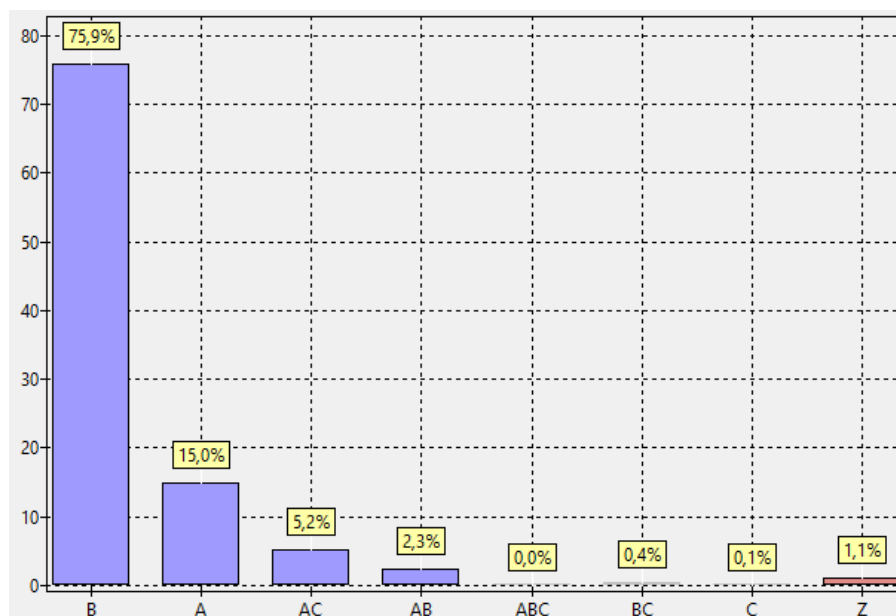


Рисунок 30– Доля действия факторов на разложение клетчатки, % (фаза созревания, 2016 г.)

Примечание: фактор А– плодородие; фактор В – система удобрений; фактор С – система защиты растений.

4.3 Изменение урожайности пшеницы озимой в зависимости от изучаемых факторов

В ходе эксперимента мы изучали изменения урожайности зерна пшеницы озимой от воздействия уровня плодородия, доз минеральных и органических удобрений, а также средств защиты растений на рекомендованном способе обработки почвы. Результаты проведенных исследований показывает, что получен эффект действия отдельного фактора опыта на продуктивность посевов (таблица 49).

Таблица 49 – Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на урожайность пшеницы озимой, т/га

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Год			В среднем за 2015–2017 гг.
			2015	2016	2017	
0	0	0	5,26	5,15	5,47	5,29
0	2	0	7,27	6,82	7,21	7,10
0	0	2	5,55	5,97	6,20	5,91
0	2	2	7,49	7,45	7,44	7,46
2	0	0	6,85	6,33	6,56	6,58
2	2	0	7,66	7,62	7,86	7,72
2	0	2	7,15	6,82	6,23	6,73
2	2	2	8,12	7,78	8,49	8,13

HCP ₀₅ A	0,11	0,14	0,06
B	0,29	0,33	0,32
C	0,20	0,26	0,15
ABC	0,32	0,40	0,39

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га

P₂O₅); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Видно, что величина сбора зерна с гектара зависела от уровня питания, а также результаты изменялись по годам эксперимента. Результаты урожайных данных показывают, что высокий урожай получен в 2017 году, что объясняется количеством выпавших осадков с мая по июнь. Более низкий урожай получен на контрольном варианте (вариант 000) и так в среднем за три года урожай на этом варианте составил 5,29 т/га, что значительно ниже, чем на других вариантах опыта.

Результаты статистической обработки урожайных данных показывает, что в 2016 году на естественном плодородии урожай составил 6,3 т/га, а при повышении почвенного плодородия – 7,1 т/га (таблица 50).

Таблица 50 – Изменения урожайности зерна пшеницы озимой при отдельном влиянии плодородия, доз удобрений и системы защиты растений, т/га (2016 г.)

Плодородие (фактор А)	Система удобрений (фактор В)	Система защиты растений (фактор С)		Среднее АВ НСР 0,35	Среднее А НСР 0,14	Среднее В НСР 0,33
		0	2			
0	0	5,2	6,0	5,6	6,3	
0	2	6,8	7,5	7,1		
2	0	6,3	6,8	6,6	7,1	6,1
2	2	7,6	7,8	7,7		7,4
Среднее С – НСР 0,16		6,5	7,0	Хср.=6,7		

Для средних АВС НСР 0,40

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); фактор

В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 ($N_{140}P_{90}K_{60} + N_{60}$ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

И эта разница математически достоверна. Также достоверное увеличение урожая получено при увеличении дозы удобрений. Использование средств защиты растений также способствовало возрастанию урожая, но прирост был меньше, чем при внесении удобрений. Такие же закономерности отмечены и при математическом анализе урожайных данных в 2017 году (приложение 50).

Рассматривая долю влияния изучаемых в опыте факторов установлено, что максимальный эффект действия отмечен от применения удобрений и он составил по годам 75 - 61% (рисунок 31, приложение 51). Доля влияния плодородия на урожайность была меньше и варьировала по годам от 14 до 20%.

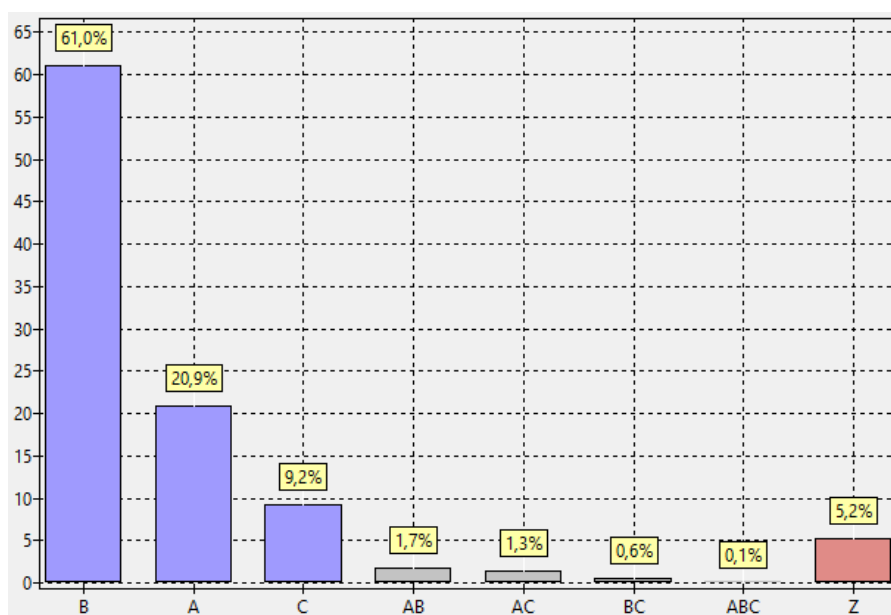


Рисунок 31 – Доля действия факторов на урожайность зерна пшеницы озимой, % (2016 г.)

Примечание: фактор А– плодородие; фактор В – система удобрений; фактор С – система защиты растений.

Анализируя показатели структуры урожая видно, что изменение плодородия почвы и внесение удобрений положительно сказались на величине количества продуктивных побегов, озерненности соцветия, а также массы зерна с колоса (таблица 51, приложение 47).

Таблица 51 – Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на показатели структуры урожая пшеницы озимой, среднее 2015 - 2017 гг.

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество продуктивных колосков в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с 1 колоса, г
0	0	0	422	14,7	43,0	1,33
0	2	0	480	18,3	44,93	1,55
0	0	2	440	16,7	43,7	1,40
0	2	2	488	20,7	45,1	1,58
2	0	0	466	17,7	43,9	1,50
2	2	0	500	22,0	45,43	1,62
2	0	2	477	18,7	44,4	1,51
2	2	2	528	22,7	46,2	1,64

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Так, в среднем за три года эксперимента количество продуктивных побегов на 1 м² на контроле составило 422 побега, а при внесении удобрений количество их было значительно больше.

Результаты математической обработки количества продуктивных побегов показало, что с повышением уровня плодородия (вариант А2) увеличивается и количество продуктивных побегов в сравнении с контролем. Так, у растений на варианте А2 сформировалось 515 побегов на одном квадратном метре, что больше чем на контроле, на 16 штук (таблица 52). Различие по количеству побегов у этих вариантов математически достоверно.

Таблица 52 – Изменения количества продуктивных побегов пшеницы озимой при отдельном влиянии плодородия, доз удобрений и системы защиты растений, шт./м² (2017 г.)

Плодородие (фактор А)	Система удобрений (фактор В)	Система защиты растений (фактор С)		Среднее АВ НСР 7,84	Среднее А НСР 4,80	Среднее В НСР 5,00
		0	2			
0	0	482	498	490	499	
0	2	502	516	509		
2	0	499	500	499	515	494
2	2	524	537	530		519
Среднее С – НСР 6,80		501,8	512,8	Х _{ср.} =507,3		

Для средних АВС НСР 9,44

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Отмечено также, что внесение удобрений способствовало дополнительному формированию продуктивных побегов в сравнении с вариантом, где удобрения не вносились. И различие между вариантами существенны. Необходимо отметить, что применение защиты растений от

сорняков, также способствовало повышению количества продуктивных побегов в сравнении с контролем (таблица 52). Так, в среднем по вариантам, где не применяли средства защиты растений количество побегов было 501, а при применении средств защиты от сорняков этот показатель увеличивался на 11 побегов. И эти изменения по вариантам математически достоверны.

Анализ математической обработки по количеству продуктивных побегов показал, что отмечена такая же тенденция по этому показателю в зависимости от вариантов в опыте (приложение 52).

Рассматривая доли влияния факторов в опыте видно, что максимальная доля действия на количество продуктивных побегов оказало применение удобрений (рисунок 32, приложение 53). Эффект действия вносимых удобрений на величину этого показателя по годам эксперимента составил от 52 до 54%. Доля влияния уровня плодородия на количество продуктивных побегов была менее и по годам эксперимента от 10 до 31%.

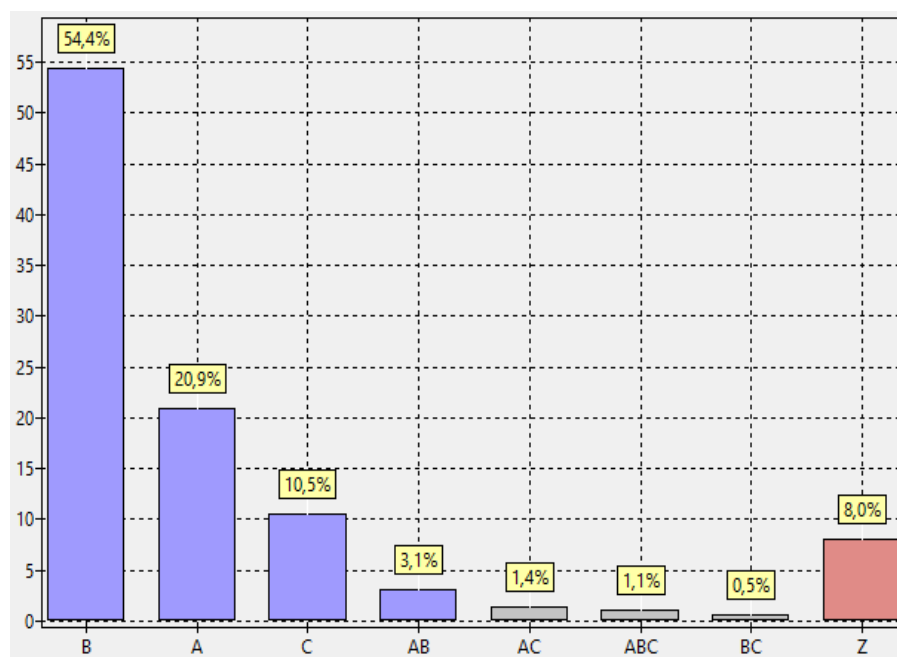


Рисунок 32 – Доля действия факторов на количество продуктивных побегов, % (2017 г.)

Примечание: фактор А– плодородие; фактор В – система удобрений; фактор С – система защиты растений.

Изменения питания растений пшеницы озимой (уровень плодородия и количество удобрений) положительно сказалось на урожайности и изменении по вариантам в опыте были математически достоверны.

4.4 Оценка качества зерна пшеницы озимой в зависимости от изучаемых факторов

На качественные показатели зерна пшеницы озимой оказывают влияние и содержание тяжелых металлов, особо если продукция идет на питание. Тяжелые металлы способны к различным физическим, химическим и биохимическим реакциям. А также участвуют в окислительных и восстановительных процессах. Необходимо отметить, что некоторые тяжелые металлы принимают участие в биологических реакциях и поэтому частично используются в процессе роста растений [25].

Таблица 53 – Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на содержание тяжелых металлов в зерне пшеницы озимой, мг/кг (среднее за 2016 - 2017 гг.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Mn	Cu	Zn	Pl	Cd
0	0	0	20,8	4,67	29,61	0,074	0,060
0	2	0	21,0	4,02	25,7	0,105	0,064
0	0	2	21,1	4,50	29,01	0,105	0,051
0	2	2	21,8	3,24	19,4	0,114	0,075
2	0	0	24,3	4,38	25,2	0,115	0,077
2	2	0	21,9	3,43	26,5	0,181	0,071
2	0	2	22,6	3,83	23,1	0,087	0,071
2	2	2	23,5	3,34	21,51	0,120	0,077

ПДК 120 10 50 0,5 0,1

ПДК для детского питания 0,3 0,06

Результаты проведенных исследований показали, что количество тяжелых металлов в зерне пшеницы по вариантам опыта не превышает значения ПДК для использования в питании для взрослого человека (таблица 53). Различный уровень питания, то есть внесения различных сочетаний удобрений, по-разному сказывается на содержании тяжелых металлов. Установлено, что при внесении удобрений содержание меди в зерне пшеницы снижается. Это происходит за счет возрастания вегетативной массы и продуктивности на этих вариантах.

Содержание марганца и свинца в зерне пшеницы накапливается при внесении удобрений.

Содержание в зерне озимой пшеницы марганца и кобальта в 5–10 раз ниже ПДК, цинка и меди – в 2 раза, свинца – 1,5 раза.

По содержанию в зерне марганца, меди, цинка и свинца при внесении удобрений его можно использовать в пищу, так количество этих тяжелых металлов не превышает значение ПДК (таблица 53). По количеству кадмия в зерне – зерно пригодно в пищу, вместе с тем в питании детей его не рекомендуется применять, выращенное с применением различных доз минеральных удобрений и навоза. Для детского питания использовать зерно с вариантов 000 и 002.

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ (ОПЫТ 1)

Производство зерна пшеницы озимой всегда оценивается по показателям экономической эффективности.

Определяющим фактором экономической эффективности является получение урожая при наименьших финансовых затратах. Эффективность производства зерна определяется многими показателями: урожайность, производственными затратами, себестоимостью продукции и уровнем рентабельности [31].

Установлено, что рентабельность производства зерна пшеницы во многом определяется уровнем урожайности [30]. Эта закономерность четко прослеживается при условии стабильных цен на материальные ресурсы (топливо, удобрения. Сельскохозяйственная техника, средства защиты растений).

Для повышения эффективности производства зерна пшеницы в настоящее время выступает модернизация технологий возделывания. Это включает использование перспективных сортов, применение менее энергозатратных систем земледелия, а также применение современных систем машин [32].

Рассматривая экономическую эффективность видно, что эти значения зависели от изучаемых в опыте факторов, а именно от плодородия, количества вносимых удобрений и приемов защиты растений.

Для сельскохозяйственных предприятий одним из определяющих показателей экономической эффективности является величина условного чистого дохода. Результаты нашего эксперимента показывают, показатель условного чистого дохода получен при экстенсивной технологии (вариант 000) (таблица 54). В зависимости от способов подготовки почвы он изменялся 28,2 до 31,8 тыс. рублей на гектар.

Таблица 54 – Изменения показателей экономической эффективности технологий выращивания пшеницы озимой, среднее 2015 – 2017 гг. (в ценах 2017 года)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрения, защита растений (фактор В)	Урожайность, т/га	Производственные затраты, тыс. руб./га	Себестоимость 1 т. продукции, тыс.руб.	Стоимость валовой продукции, тыс.руб./т	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Норма рентабельности, %
Безотвалный	000	5,10	14,7	2,88	45,91	31,21	212
	111	6,84	21,4	3,12	61,51	40,10	187
	222	7,82	24,8	3,17	70,38	45,58	183
	333	8,5	31,0	3,58	77,85	46,85	151
Рекомендуемый (к)	000(к)	5,29	15,8	2,98	47,61	31,80	201
	111	7,31	21,7	2,96	65,79	44,09	203
	222	8,13	25,3	3,11	73,17	47,87	189
	333	8,49	31,5	3,71	76,41	44,91	142
Отвалный с периодическим глубоким рыхлением	000	5,11	17,7	3,46	45,90	28,21	159
	111	7,00	23,0	3,29	63,01	40,01	174
	222	8,06	27,1	3,36	72,54	45,44	168
	333	8,34	34,3	4,11	75,06	40,76	119

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Наименьший чистый доход на этом варианте получен при отвальном способе с периодическим рыхлением, что связано с увеличением производственных затрат при проведении данного способа подготовки почвы.

Внесение средней дозы удобрений $N_{140}P_{90}K_{60}$ до посева при биологической защите от вредителей и болезней (вариант 111) отмечено увеличение величины чистого дохода в сравнении с контролем. Так, на этом

варианте при рекомендованной обработке получен условный чистый доход 44 тыс. рублей с гектара и это превышает контроль почти на 12 тыс. рублей.

При выращивании пшеницы озимой сорта Антонина по экологически доступной технологии (вариант 222) отмечено увеличение показателя условного чистого дохода и повышение уровня рентабельности. Так, при рекомендованном способе обработки почвы условный чистый доход составил 42,8 тыс. рублей с гектара (таблица Э1). Как уже указывалось на контрольном варианте при этом способе подготовки почвы условный чистый доход составил 31,8 тыс. руб./га, что на 16 тыс. рублей меньше, чем при выращивании по экологически допустимой технологии.

Необходимо отметить, что на вариантах с интенсивной технологией величина чистого дохода уменьшалась ввиду увеличения производственных затрат на приобретение дополнительного удобрения, а также финансовые затраты на химические средства в борьбе с сорняками и болезнями.

Анализируя показатели экономической эффективности по способам обработки видно, что самый низкий условный доход отмечен при отвальном способе с периодическим рыхлением. Он составил в среднем по вариантам плодородия и доз удобрений 38,6 тыс. руб./га, что меньше, чем при других способах подготовки почвы. Это объясняется тем, что при отвальной обработке с глубоким рыхлением были дополнительные затраты на проведение этого способа обработки почвы. Исходя из расчета экономических показателей в среднем по вариантам опыта при проведении безотвальной и рекомендованной обработки получен примерно одинаковый чистый доход и при равной норме рентабельности.

Исходя из анализа экономических показателей наиболее целесообразной для сельхозпроизводителей является применение экологически допустимой и беспестицидной технологий. При беспестицидной технологии отмечается самая низкая себестоимость продукции, так финансовые затраты на биопрепараты меньше. Применение экологически допустимой технологии (вариант 222) позволяет при всех способах подготовки почвы получать

максимальный чистый доход от 45,5 до 47,8 тыс. рублей на один гектар (таблица Э1). При выращивании пшеницы по интенсивной технологии (вариант 333) позволяет получать максимальный результат по урожайности, но в связи с дополнительными затратами на удобрения и химикаты чистый доход немного снижается в сравнении с вариантом 222. Особенно значительно отмечено уменьшение нормы рентабельности (189 % при рекомендованном способе подготовки почвы).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализируя комплексное влияние способа подготовки почвы, плодородия, удобрений и системы защиты растений установлено, что вегетационный период у пшеницы озимой без зимнего покоя изменялся от 169 до 173 дней. Более продолжительный вегетационный период отмечен при проведении отвального способа обработки почвы с периодическим глубоким рыхлением. Установлено математически достоверное увеличение периода колошения- полная спелость под действием фактора В (плодородие почвы, удобрения, защита растений).

2. Установлено математически достоверное увеличение высоты растений при внесении минеральных удобрений с повышением уровня плодородия, и доля их влияния составила по годам 90 - 93%.

3. Густота стояния растений изменялась от фаз определения и вариантов опыта и в среднем варьировала от 280 до 484 тыс. шт/м². Математический анализ по густоте стояния растений показал, что достоверное увеличение получено при рекомендованном способе обработки почвы. Внесение минеральных удобрений и повышение уровня плодородия приводит к математически достоверному увеличению густоты стояния в сравнении с контролем и достигает максимума на варианте 333. Максимальная доля влияния на плотность посевов оказал фактор В (плодородие почвы, удобрения, защита растений) и доля действия по годам составила от 80 до 82 %.

4. Площадь листовой поверхности изменялась по фазам вегетации и достигала максимума в период колошения (от 32 до 68 тыс. м²/га). Математически достоверное увеличение этого показателя отмечено при проведении безотвальной обработки почвы. С увеличением уровня плодородия и доз удобрений площадь листовой поверхности возрастает и эти изменения математически достоверны в сравнении с контролем, и доля влияния по годам составляла 90 - 95 %.

5. Максимальное количество хлорофилла формировалось в период колошения (от 4,46 до 6,29 мл/г сырого вещества, а содержание каротиноидов

в фазу колошения (1,09 до 2,08 мл/г сырого вещества). Математически достоверное увеличение хлорофилла и каротиноидов отмечена при повышении уровня плодородия и внесения минеральных удобрений.

6. Распространение пиренофороза зависело от погодных условий (максимальные значения в 2016 году). Наименьшее распространение пиренофороза отмечено при максимальной дозе внесения удобрения (вариант 333). Изменения распространения болезни на этом варианте математически достоверно в сравнении с другими вариантами фактора В. Не установлено существенного различия по распространению этого заболевания от способов обработки почвы.

Количество растений, пораженных мучнистой росой по годам исследований изменялось от 11 до 80 %. Результаты математического анализа по проценту распространения мучнистой росы показывают, что при интенсивной технологии (вариант 333) отмечен максимальный процент заболевания. Это изменение математически достоверно в сравнении с другими вариантами фактора В. Наибольший процент поражения растений мучнистой росой отмечен при проведении отвальной обработки с периодическим углублением и эти различия математически достоверны с другими способами подготовки почвы.

Повышенные дозы минеральных удобрений являлись основным фактором, сдерживающим распространение корневых гнилей. В среднем за годы исследований на варианте 333 распространение корневых гнилей изменялось от 30 до 38 % и эти различия были существенны с контролем. При проведении отвальной обработки почвы с периодическим глубоким рыхлением отмечено максимальное поражение корневыми гнилями. И эти различия в сравнении с рекомендованной и безотвальной системой математически достоверны.

7. С увеличением уровня плодородия и внесения минеральных удобрений отмечается повышение продуктивности посевов и в среднем за три года урожай варьировал от 5,10 до 8,74 т/га. Максимальная величина этого

показателя получена при высоком уровне плодородия и высоких дозах удобрений (вариант 333) и составила в среднем по вариантам от 7,90 до 8,74 т/га. Различия с другими вариантами фактора В математически достоверно. Существенное различие в урожайности отмечено при проведении рекомендованной обработки в сравнении с другими способами обработки почвы. Максимальное влияние на формирование урожайности отмечено по фактору В (по годам - от 82 до 97 %).

8. Применения различных агротехнологий способствовало изменению количества продуктивных стеблей (от 410 до 563 шт./м²). Максимальное количество продуктивных побегов отмечено на варианте 333 и различия с другими вариантами существенны. При интенсификации технологий отмечено увеличение длины соцветия и эти изменения математически достоверны в сравнении с контролем. Доля влияния фактора В (плодородие почвы, удобрения, защита растений) на длину колоса по годам составляла 42-47 %. Максимальная масса зерна по годам исследований отмечена при применении рекомендованного способа подготовки почвы и различия с другими вариантами фактора А существенны. Изменение уровня плодородия и доз минеральных удобрений способствует математически достоверному увеличению массы зерна с колоса. Максимальная доля влияния на массу зерна с соцветия оказал фактор В (плодородие почвы, удобрения, защита растений) и доля действия по годам варьировала от 65-73 %.

9. Получено математически достоверное увеличение содержания белка на всех вариантах фактора В в сравнении с контролем. Применение различных способов подготовки почвы не оказало существенного влияния на содержание белка в зерне. Максимальная доля действия от 80 до 90 % на этот показатель отмечена от уровня плодородия и доз удобрений. Установлено математически достоверное увеличения содержания клейковины в зерне на вариантах 222 и 333.

10. Комплексное влияние уровня плодородия, доз удобрений и систем защиты растений не оказало существенного влияния на содержание фосфора

и калия в зерне. Установлено, что в продукции урожая пшеницы озимой при различном уровне питания и применения системы защиты растений количество различных видов микотоксинов не превышает допустимых значений.

11. В опыте по отдельному влиянию уровня плодородия, системы удобрений и системы защиты растений (опыт 2) установлено, что максимальное влияние из этих трех факторов на формирование площади листовой поверхности оказали внесение доз удобрений. По годам исследований установлено максимальное увеличение площади листьев от этого фактора в сравнении с контролем составляло от 12 до 15 тыс.м²/га. Доля влияния удобрений на площадь листьев по годам составляла 65 - 72 %, а доля действия плодородия – 11,6 %.

12. На накопление хлорофилла и каротиноидов положительное влияние оказали уровень плодородия и внесение удобрений и изменения под действием этих факторов в сравнении с контролем математически достоверны. Применении средств защиты растений не способствует увеличению фотосинтетических пигментов. Установлена максимальная доля влияния внесения удобрений на содержание хлорофилла и каротиноидов и по годам она составляет от 68 до 72 %.

13. Получена математически достоверное увеличение процента разложения клетчатки в сравнении с контролем при внесении удобрений и улучшения уровня плодородия. Максимальная доля влияния на процесс разложения клетчатки отмечена при внесении удобрений (по годам от 75 до 79 %).

14. Максимальная прибавка гарантированной урожайности получена на варианте 222 (в среднем за три года 8,13 т/га) и это изменение математически достоверно в сравнении с другими вариантами. Максимальная доля действия на урожайность получена от применения удобрений (по годам 61-75 %), доля влияния плодородия – 14-20%, а системы защиты растений не более 7-9 %.

15. Рассматривая действия факторов уровня плодородия, системы удобрений и системы защиты растений установлено, что количество тяжелых металлов в зерне пшеницы по вариантам опыта не превышает значения ПДК для использования в питании для взрослого человека. Установлено, что при внесении удобрений содержание меди в зерне пшеницы уменьшается, за счет возрастания вегетативной массы и продуктивности.

16. Анализ экономической эффективности показал, что наиболее целесообразной является применение экологически допустимой (вариант 222) и беспестицидной технологий (вариант 111). Применение экологически допустимой технологии позволяет при всех способах подготовки почвы получать максимальный чистый доход от 45,5 до 47,8 тыс. рублей на один гектар. Выращивание пшеницы по интенсивной технологии (вариант 333) позволяет получать максимальный результат по урожайности, но в связи с дополнительными затратами на удобрения и средства защиты растений уменьшается показатель нормы рентабельности и величина чистого дохода.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для получения максимального урожая с наибольшим экономическим эффектом в условиях Западного Предкавказья при выращивании пшеницы по предшественнику подсолнечник рекомендуется:

1) С целью получения урожайности до 7 т/га рекомендуется лущение (8 – 10 см) и вспашка оборотным плугом (20 – 22 см) с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{70}P_{45}K_{30}+N_{30}$ при возобновлении весенней вегетации, с использованием биологической системы защиты растений от вредителей и болезней.

2) С целью получения урожайности до 9 т/га рекомендуется лущение (8 – 10 см) и вспашка оборотным плугом (20 – 22 см) с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{140}P_{90}K_{60}+N_{60}$ при возобновлении весенней вегетации и N_{30} в фазу колошения, с использованием химической системы защиты растений от сорной растительности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 276 с.
2. Алабушев А.В. Основная обработка почвы и продуктивность озимой пшеницы / А.В. Алабушев [и др.] // Земледелие. – 2009. - №4. – С. 23-24.
3. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев – М.: Агропромиздат. – 1987. – 142 с.
4. Базаева-Гасиева Л.М. Агробιολογические и технологические особенности перспективных сортов озимой пшеницы в условиях РСО – Алания: дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Базаева-Гасиева Лиана Михайловна. – Нальчик, 2002. – 187с.
5. Батуева И.В. Влияние сроков уборки и десикации на урожайность и послеуборочное дозревание семян озимой пшеницы в среднем Предуралье / И.В. Батуева, Л.С. Елисеева, Н.Н. Яркова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6(50). – С. 27–30.
6. Беленко А.И. Земледелие: учебник / А.И. Беленко, Ю.Н. Плескачев, В.А. Николаев [и др.]. – М.: Инфра-М, 2019 – 287с.
7. Беленко А.И. Научно-практические основы совершенствования обработки почвы в современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия: монография / А.И. Беленко, В.А. Шевченко, Т.А. Трофимова, [и др.] // М.: ГРАУ-МСХА, 2015. – 500 с.
8. Бельтюков Л.П. Основы технологии производства зерна в засушливых условиях юга России / Л.П. Бельтюков, В.Б. Хронюк, Е.К. Кувшинова [и др.] // Вестник аграрной науки Дона. – 2017. – №1(37). – С. 44-46.
9. Берсенева М.Л. Содержание некоторых металлов в зерне пшеницы / М.Л. Берсенева // Вестник КрасГАУ. - 2018. – №2. – С. 266 – 272.
10. Берсенева М.Л. Содержание тяжелых металлов в снеговом покрове окрестностей города Красноярска / М.Л. Берсенева // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы XVI Междунар. науч.-практ. конф. – Красноярск. - 2016. – С. 153 – 156.

11. Беседин Н.В. Ресурсосберегающая обработка почвы при возделывании зерновых культур в севооборотах Центрального Черноземья: автореф. дис.... д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / Беседин Николай Васильевич. – Курск, 2006. – 42с.
12. Бесланеев С.М. Дробное внесение азотных удобрений / С.М. Бесланеев, М.Б. Багов, О.И. Булатова // Агрохимический вестник. – 2006. - №4. – С. 24 – 25.
13. Беспалова, Л.А. Генетика, селекция, семеноводство и сортовая агротехника пшеницы и тритикале / Л.А. Беспалова // избранные труды: авторский сборник. –Краснодар, – 2022 –578 с.
14. Беспалова, Л.А. Результаты и перспективы селекции пшеницы и тритикале/ Л.А. Беспалова, Ю.М Пучков // Сб. науч. тр. КНИИСХ. – Краснодар, – 2004. – Т1. –С.17 - 29.
15. Беспалова, Л.А. Сорта пшеницы и тритикале / Л.А. Беспалова и [др.] // каталог. –Краснодар, - 2022 –184 с.
16. Бирюков К.Н. Агротехнологические особенности возделывания новых сортов озимой пшеницы Кавказе / К.н. Бирюков, М.А. Фоменко, О.В. Беседина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4(42). – С. 56–58.
17. Блоксма А.Х. Пшеница и оценка ее качества. Основные понятия о свойствах теста. / А.Х. Блоксма. – М.: Колос, 1968. – С. 108– 114.
18. Бобрышев Ф.И. Озимая пшеница в Ставропольском крае / Ф.И. Бобрышев, АИ. Войсковой, В.В. Дубина [и др.] // Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2003. – 307 с.
19. Васильев И.В. Практикум по земледелию / И.В. Васильев и др. – М.: КолосС, 2004. – 424 с.
20. Васюков П.П. Влияние некоторых метеорологических факторов на урожайность озимой пшеницы / П.П. Васюков, Г.В. Чуварлеева, В.И. Цыганков // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 1. – С. 28 –29.

21. Витер А.Ф. Обработка почвы как фактор регулирования почвенного плодородия / А.Ф. Витер, В.И. Турусов, В.М. Гармашов [и др.] // Воронеж: изд-во «Истоки», 2011. – 208с.

22. Вьюгин С.М. Роль энергосберегающих технологий обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы и удобрений в оптимизации условий формирования корневой системы зерновых культур в адаптивном земледелии / С.М. Вьюгин, Г.В. Вьюгина // Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивном земледелии: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – М: РГАУ – МСХА, 2010. - С. 270-279.

23. Гаврилов В.И. Целлюлозолитическая активность почв: методы измерения, факторы и эколого-географическая изменчивость / В.И. Гаврилов, М.И. Герасимова // Вестник Московского университета, серия 17. Почвоведение, – 2019. – С. 23 –26.

24. Гагиев Г.В. влияние удобрений на урожайность культур полевого севооборота и питательный режим выщелоченного чернозема зоны Рсо-Алания / Г.В. Гагиев, З.Т. Кануков, Т.К. Лазаров [и др.] // изд.: Горский государственный аграрный университет, Владикавказ. – 2014. – Том 51 №3. – С. 43 – 48.

25. Гайдукова Н.Г. Мониторинг содержания тяжелых металлов в системе удобрения- почва – растения: монография / Н.Г. Гайдукова, И.В.Шабанова, Н.Н. Нещадим [и др.] – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 181с.

26. Галеева Л.П. Свойства черноземов выщелоченных новосибирского Приобья при различных обработках / Л.П. Галеева, П.С. Широких // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т.2. - № 11– С. 9-13.

27. Глуховский А.Б. Удобрения зерновых культур / А.Б. Глуховский – М.: Россельхозиздат, 1974. – С. 54 – 58.

28. Голева, Г.Г. Роль флаговых листьев в формировании продуктивности растений озимой мягкой пшеницы (*Triticum Aestivum*. L.) / Г.Г. Голева, Т.Г. Ващенко, Т.И. Крюкова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета. 2016. № 2(49). – С. 31–42.

29. Горбачева А.В. Влияние приемов биологизации на плодородие чернозема выщелоченного и продуктивность культур севооборота: автореф. дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.01 /Горбачева Анна Валерьевна. – Воронеж, 2007. – 19с.

30. Горпинченко К.Н. Оценка эффективности и применения перспективных технологий выращивания зерна озимой пшеницы/ К.Н. Горпинченко// Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. [Электронный ресурс]–2007. –№34 (10). – С. 102 – 108. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/10/pdf/13.pdf>.

31. Горпинченко К.Н. Технологический фактор научно-технического прогресса зернового производства /К.Н. Горпинченко// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – №6 (116). – С. 171 – 173.

32. Горпинченко К.Н. Экономическая эффективность производства и качества зерна в зависимости от приемов выращивания и технологий / К.Н. Горпинченко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2008. – №10. – С. 52 – 57.

33. Горянин О.И. Возделывание полевых культур в среднем Заволжье: монография / О.И. Горянин. – Самара, 2018. – 345 с.

34. ГОСТ 347002-2020 — межгосударственный стандарт «Пшеница хлебопекарная. Технические условия».

35. ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия» — межгосударственный стандарт, который распространяется на зерно мягкой (*Triticum aestivum* L.) и твёрдой (*Triticum durum* Desf.) пшеницы.

36. Громова Н.В. Влияние параметров структуры урожая на формирование продуктивности озимого ячменя / Н.В. Громова, А.Н. Есаулко, М.С. Сигида, С.А. Коростылев, Е.В. Голосной // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания

сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе: материалы 75-й науч.-практ. конф. – Ставрополь: Параграф, 2011. – С. 60 – 62.

37. Громова Н.В. Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на содержание в растениях озимого ячменя элементов питания / Н.В. Громова // Вестник АПК Ставрополья. – 2017. - №4(28) – С. 108 – 110.

38. Громова Н.В. Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на реакцию почвенного раствора чернозема выщелоченного и урожайность озимого ячменя / Н.В. Громова, А.Н. Есаулко, А.А. Беловолова [и др.] // Агрохимический вестник. – 2018. - №4 – С. 24 – 26.

39. Громова Н.В. Содержание основных элементов питания в растениях озимого ячменя в зависимости от систем удобрений на выщелоченном черноземе Ставропольской возвышенности/ Н.В. Громова, А.Н. Есаулко, Е.В. Голосной [и др.] // Экологические аспекты развития АПК. Питание растений. Ячмень. Система удобрений. – Ставрополь: АГРУС, 2011. – С. 40 – 42.

40. Громова С.Н. Урожайность и качество сортов и линий озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ им. Г.И. Калиненко по различным предшественникам / С.Н. Громова, О.В. Скрипка, А.П. Самофалов [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 3(51). – С. 46–51.

41. Губанов Я.В. Агротехника озимой пшеницы / Я.В. Губанов, Н.Г. Потеха. – М.: Колос. – 1967. – 321 с.

42. Губанов Я.В. Озимая пшеница / Я.В. Губанов, Н.Н. Иванов – М.: Агропромиздат. – 1988. – 303 с.

43. Гуреев И.И. Формализация азотного питания в перспективных агротехнологиях возделывания озимой пшеницы / И.И. Гуреев, Н.С. Климов/ Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. - №3. – С.46-47.

44. Девтерова Н.И. Оптимизация сроков и доз использования азотных удобрений под пшеницу озимую в условиях южно-предгорной зоны Адыгеи / Н.И. Девтерова // Новые технологии. – 2017. - №4. – С. 1 – 7.

45. Дедов А.А. Влияние приемов биологизации и различных способов обработки почвы на показатели плодородия и урожайности культур севооборотов / А.А. Дедов, М.А. Несмеянцева, А.В. Дедов [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. - №3 (50). – С. 47-56.

46. Дедов А.А. Динамик разложения растительных остатков в черноземе типичном и продуктивность культур севооборота / А.А. Дедов, А.В. Дедов, М.А. Несмеянцева // Агрохимия. – 2016. - №6. – С. 3-8.

47. Дедов А.В. Биологизации земледелия: современное состояние и перспективы / А.В. Дедов, Н.В. Слаук, М.А. Несмеянцева // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. - №3 (34). – С. 57-65.

48. Дедов А.В. Влияние приемов биологизации на плодородие черноземных почв ЦЧР / А.В. Дедов, М.А. Несмеянцева // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 15, № 3 (74). – С. 41-50.

49. Дедов А.В. Влияние технологии возделывания озимой пшеницы на показатели плодородия чернозема типичного и продуктивность звеньев севооборотов / А.В. Дедов, М.А. Несмеянцева // Нива Поволжья. – 2018. - №2 (47). – С. 50-57.

50. Демиденко Г.А. Содержание тяжелых металлов в муке и готовой продукции хлебопечения / Г.А. Демиденко // Вестник КрасГАУ. - 2015. – №4. – С. 47– 49.

51. Демиденко Г.А. Мониторинг окружающей среды: учеб. пособие / Г.А. Демиденко // Красноярск: Изд-во КрасГАУ. - 2013. – 154 с.

52. Деревягин С.С. Основная обработка почвы как важнейший фактор органического земледелия в засушливых условиях Нижнего Поволжья перспективы / С.С. Деревягин, З.М. Азизов, К.Е. Денисов// Аграрные конференции. – 2021. - №4 (28). – С. 1-19.

53. Донченко Г.И. Урожай и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от времени уборки и подбора валков Кавказе / Г.И. Донченко // Труды ВНИИЗ. – Воронеж. - 1961. – Вып. 41 – С. 39–47.
54. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. 5 изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
55. Дридигер В.К. Влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур на урожайность и экономическую эффективность в севообороте / В.К. Дридигер, Е.А. Кашаев, Р.С. Стукалов [и др.] // Земледелие. – 2015. - №7. – С. 20-23.
56. Дубовик Д.В. Влияние способов основной обработки на физические свойства почвы, урожайность и качество сои / Д.В. Дубовик, Е.В. Дубовик, А.Н. Морозов [и др.] // Земледелие. – 2022. - №2. – С. 43-46.
57. Ерошенко Ф.В. Азотные подкормки растений озимой пшеницы в условиях Ставропольского края / Ф.В. Ерошенко, А.А. Ерошенко, Т.В. Симатин [и др.] // Земледелие. – 2017. - №8. – С. 18 – 20.
58. Есауленко А.Н. Эффективность применения технологии No-till в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края / А.Н. Есауленко, Е.Б. Дрепа, А.Ю. Ожередова [и др.] // Земледелие. – 2019. - №7. – С. 28-31.
59. Есаулко Н.В. Влияние систем удобрения и способов обработки почвы на химический состав растений и урожайность озимого ячменя / А.Н. Есаулко, Н.В. Николенко // Энтузиасты аграрной науки: сб. науч. Тр. По материалам Международной конференции, посвященной 45-ю факультета агрохимии и почвоведения КубГАУ, 95-ю со дня рождения Симакина А.И. (Выпуск 10). – Краснодар. 2009. – С. 324 – 329.
60. Ефремова М.А. Динамика накопления кадмия и калия растениями пшеницы на дерново-подзолистой и торфяной низинной почвах / М.А. Ефремова, Н.А. Сладкова, А.С. Вяльшина // Агрохимия. – 2013. - №11. – С. 86-96.

61. Жиленко С.В. Эффективность минеральных удобрений при возделывании озимых зерновых культур в земледелии Краснодарского края / С.В. Жиленко, Н.И. Аканова, Л.Б. Винничек // Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д. Н. Прянишникова. Пенза. – 2015. – № 4 (16). – С. 216 – 226.

62. Забродкин А.А. Эффективность минимальной обработки почвы в звене севооборота как фактора биологической интенсификации земледелия: автореф. дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Забродкин Андрей Алексеевич. – Орел, 2013. – 18с.

63. Загорулько А.В. Эколого – агрономическая оценка действия химических средств на урожай и качество озимой пшеницы / А.В. Загорулько, Н.Г. Гайдукова, И.В. Шабанова [и др.] // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – № 131. С. 1405 – 1424.

64. Игнатьева Н.Г. Мукомольные свойства зерна сортов озимой мягкой пшеницы / Н.Г. Игнатьева, Е.В. Ионова, Н.Е. Васюшкин // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 1. – С. 1–7.

65. Ильинских Е.Н. Эпидемиологическая генотоксикология тяжелых металлов и здоровье человека / Е.Н. Ильинских, Л.М. Огородова, П.А. Безруких – Томск: Изд-во Сиб. Госмедуниверситета. - 2003. – 301 с.

66. Казарцева, А. Т. Эколого-генетические и агрохимические основы повышения качества зерна: учебное пособие для студентов агрономических специальностей вузов / А. Т. Казарцева, А. Х. Шеуджен, Н. Н. Нещадин / Адыгея – Майкоп: - 2004. – 424 с.

67. Каипов Я.З. Влияние ресурсосберегающих обработок на агрофизические свойства обыкновенного чернозема и урожайность яровой пшеницы в предгорной степи Южного Урала / Я.З. Каипов, Р.Л. Акчурин, З.Р. Султангазин [и др.] // Земледелие. – 2020. - №1. – С. 40-43.

68. Капралов С.П. Влияние подготовки почвы и внесения аммофоса на урожайность и структуру урожая сортов озимой пшеницы / С.П. Капралов, А.А. Квашин, Н.Н. Нецадим [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 107. – С. 87–96.

69. Капралов С.П. Урожайность сортов озимой пшеницы в условиях различных агротехнологиях / С.П. Капралов, Н.Н. Нецадим, А.В. Коваль // в сборнике: ТОЧКИ НАУЧНОГО РОСТА: НА СТАРТЕ ДЕСЯТИЕТИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ. Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022г. Краснодар, - 2023. С. 23-24.

70. Карпец В.В. Эффективность энергосберегающих обработок почвы при возделывании ячменя на черноземах южных Поволжья: автореф. дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Карпец Владимир Владимирович. – Саратов, 2015. – 21с.

71. Карпова Е.А. Влияние агротехногенной нагрузки на накопление тяжелых металлов сельскохозяйственными культурами вблизи мегаполиса / Е.А. Карпова // Теоретическая и прикладная экология. – 2008. – №3. – С. 35-41.

72. Карташешев Н.И. Роль обработки почвы и удобрений в формировании урожая в условиях интенсификации производства / Н.И. Карташешев, Н.В. Долгополова, А.А. Шумаков // Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивном земледелии: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – М: РГАУ – МСХА, 2010. - С. 194-200.

73. Квашин А. А. Повышение продуктивности агроценозов и воспроизводство плодородия чернозема обыкновенного Западного Предкавказья при длительном применении минеральных удобрений: автореф. дис.... д-ра с.-х. наук: 06.01.01, 06.01.04 / Квашин Александр Алексеевич. – Краснодар, 2011. – 43 с.

74. Квашин А. А. Продуктивность и качество зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от агротехнологий в условиях Западного Предкавказья / А. А. Квашин, Н. Н. Нецадим, А. В. Коваль // Труды

Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 112. – С. 105-112.

75. Квашин А.А. Оценка влияния приемов подготовки почвы, удобрений и сортов озимой пшеницы на урожайность / А.А. Квашин, А.В. Коваль, С.П. Капралов // в сборнике: Наука третьего тысячелетия. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Нефтекамск. 2023. – С. 35-39.

76. Кильдюшкин В.М. Плодородие чернозема выщелоченного Кубани и урожайность озимых колосовых в зернопропашном севообороте при различных технологиях возделывания / В.М. Кильдюшкин, А.Г. Солдатенко, Е.Г. Животовская [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 144. – С. 73-75.

76. Кирюшин В.И. Теория Адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов / В.И. Кирюшин. – М.: КолосС, 2011. – 443 с.

77. Кишев А.Ю. Агротехнические приемы повышения продуктивности и качества зерна сортов озимой пшеницы в предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики: автореф. дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Кишев Аслан Юрьевич. – Нальчик, 2004. – 23с.

78. Климкина Ю.М. Влияние удобрений на урожайность ячменя и целлюлозолитическую активность дерново-подзолистых почв / Ю.М. Климкина // Агрохимический вестник, – 2015. – №. – С. 37 –41.

79. Ковалев С.С. Динамика содержания минерального азота в черноземе выщелоченном на посевах озимого ячменя под действием минеральных удобрений/ С.С. Ковалев, В.М. Ерохина, Е.Л. Левченко и [др.] // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ: Сборник статей по материалам научно-исследовательских работ, Краснодар. – 2018. – С. 29-31.

80. Ковалев С.С. Оптимизация минерального питания ячменя озимого в условиях Западного Предкавказья / С.С. Ковалев, А.Х. Шеуджен // Год науки

и технологий 2021: Сборник тезисов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар. – 2021. – С. 14.

81. Коваль А.В. Продуктивность сортов озимой пшеницы с использованием различных агротехнологиях в условиях Западного Предкавказья / А.В. Коваль, С.П. Капралов // Наукосфера. – 2022. – № 12-1. – С. 198–204.

82. Ковтун В.И. Высокопродуктивная сильная озимая пшеница универсального типа Нива Ставрополя / В.И. Ковтун, Л.Н. Ковтун // Вестник Орел ГАУ. – 2012. - №3(36). – С. 36–38.

83. Ковтун В.И. Технология выращивания высококачественного зерна озимой пшеницы на юге России / В.И. Ковтун, Л.Н. Ковтун // Земледелие. – 2003. - №3. – С. 27–29.

84. Ковтун И.И. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии / И.И. Ковтун, Н.И. Гойса, Б.А. Митрофанов. –Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 288с.

85. Козлов В.Г. Влияние сортовых особенностей и условий выращивания на технологико-биохимические свойства зерна озимой пшеницы: автореф. дис.... канд. с.-х. наук / Козлов Виктор Григорьевич. – Одесса, 1965. – С. 9-11.

86. Коробкова Н.Ф. Эффективность минеральных удобрений / Н.Ф. Коробкова // Земледелие. – 1982. - №4. – С. 45.

87. Котельникова М.Н. Агробиологическое обоснование способов основной обработки чернозема типичного и систем удобрения озимой пшеницы на северо-западной части ЦЧР: автореф. дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Котельникова Марина Николаевна. – Орел, 2020. – 22с.

88. Кочетов В.К. Сорт озимой пшеницы – основной фактор увеличения продуктивности и получения зерна и муки заданного качества / В.К. Кочетов // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1(75). – С. 1–12.

89. Кравченко Н.С. Влияние условий выращивания на урожайность и качество зерна образцов озимой мягкой пшеницы / Н.С. Кравченко, Е.В. Ионова, В.Л. Газе // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 4 (64). – С. 31–35.

90. Кузыченко Ю.А. Уплотнение почвы в процессе ее основной обработке в полевом звене севооборота / Ю.А. Кузыченко, А.К. Кобозев // Сельскохозяйственный журнал. – 2018. – Т. 2. - №11. – С.18-22.

91. Курбаков Д.Н. Накопление тяжелых металлов в урожае зерновых культур при длительном применении минеральных удобрений / Д.Н. Курбаков // Агрохимия. – 2022. - №3. – С. 74-80.

92. Ладыгин В.Г. Пути биосинтеза, локализации, и функции каротиноидов в хлоропластах различных видов водорослей. / В.Г. Ладыгин - 2015. – 87с.

93. Лебедевский И.А. Минеральные удобрения как фактор трансформации тяжелых металлов в системе почва-растения на примере чернозема выщелоченного Кубани / И.А. Лебедевский, Е.А. Яковлева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 77(03). – С. 536–545.

94. Лицуков С.Д. Эколого-агрохимические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур в ЦЧР: автореф. дис.... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / Лицуков Сергей Дмитриевич. – Воронеж, 2011. – 43с.

95. Лукьяненко П.П. Избранные труды. М.: Агропромиздат, 1990. - 428 с.

96. Макаров А. А. Влияние предшественников на продуктивность сортов озимой пшеницы / А. А. Макаров, Н. И. Мамсиров // Новые технологии. – 2021. – Т. 17, № 2. – С. 84-92.

97. Максимов П.Г. Агроэкологическая характеристика пахотных почв Российской Федерации по содержанию тяжелых металлов, мышьяка и фтора / П.Г. Максимов, Н.М. Васильев, А.В. Кузнецов [и др.] – М: Агроконсалт. - 2002. – 50 с.

98. Малкандуева А.Х. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Кабардино-Балкарии / А.Х. Малкандуева, Л.Х.А. Малкандуев, А.М. Ашхотов [и др.] // Аграрная Россия. - 2014. – №6. – С. 15–17.

99. Малкандуева А.Х. Изменение семенных и технологических свойств зерна в период послеуборочного дозревания / А.Х. Малкандуева, Х.А. Малкандуева, Р.И. Шамурзаев [и др.] // Известия КБНЦ РАН. - 2019. – №2(88). – С. 102-108.

100. Малкандуева А.Х. Сорт, урожай и качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы / А.Х. Малкандуева, Л.М. Мохова, Х.А. Малкандуев [и др.] // Известия КБНЦ РАН. - 2020. – №4(96). – С. 358– 64.

101. Малкандуева А.Х. Технологические свойства озимой пшеницы в процессе послеуборочного дозревания / А.Х. Малкандуева, Х.А. Малкандуева, Р.И. Шамурзаев // Известия КБНЦ РАН. - 2021. – №6(104). – С. 146-154.

102. Малкандуева А.Х. Урожай и технологические качества зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от приемов возделывания / А.Х. Малкандуева, М.В. Кашукоев // Известия КБНЦ РАН. - 2021. – №5(103). – С. 33– 39.

103. Малкандуева А.Х. Урожайность и технологические качества озимой пшеницы в зависимости от приемов возделывания / А.Х. Малкандуева, М.В. Кашукоев // Известия КБНЦ РАН. - 2021. – №5(103). – С. 33-39.

104. Малкандуева Х.А. Влияние нормы высева на урожайность и качество зерна новых сортов озимой пшеницы в условиях вертикальной зональности / Х.А. Малкандуева, А.Х. Малкандуев, Д.А. Тутукова // Достижение науки и техники АПК. - 2011. – №8. – С.44–46.

105. Малкандуева Х.А. Понятие и требования к качеству зерна пшеницы / Х.А. Малкандуева, Р.И. Шамурзаев, А.Х. Малкандуева // Известия КБНЦ РАН. - 2022. – №6(110). – С. 203– 216.

106. Малюга Н.Г. Влияние технологии возделывания на продуктивность озимой пшеницы / Н.Г. Малюга, Т.В. Логойда, А.В. Курепин //

Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 99. – С. 786 – 802.

107. Малюга Н.Г. Влияние условий выращивания и удобрений на величину урожая и качества зерна озимой пшеницы на Северном Кавказе / Н.Г. Малюга, Н.Д. Тарасенко // Труды ВИУА. - 1985. – С. 71–79.

108. Малюга Н.Г. Возделывание сильной пшеницы / Н.Г. Малюга, Н.Д. Тарасенко // М.: – Россельхозиздат. - 1982. – С. 23–89.

109. Малюга Н.Г. Прогрессивная технология выращивания сильных и ценных пшениц / Н.Г. Малюга, Н.Д. Тарасенко // Краснодар. - 1981. – С. 60 –68.

110. Малюга Н.Г. Сбалансированная биологизированная система земледелия – основа сохранения плодородия и высокой продуктивности черноземов Кубани / Н.Г. Малюга, С.В. Гаркуша, В.П. Василько [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. - № 52 – С. 125 – 129.

111. Мамсиров Н. И. Взаимосвязь способов обработки почвы и агрофизических свойств слитых черноземов / Н. И. Мамсиров, А. А. Макаров // Актуальные вопросы науки и образования. – 2021. – № 1. – С. 70-77.

112. Мамсиров Н. И. Эффективность разных доз минеральных удобрений под озимую пшеницу / Н. И. Мамсиров, А. А. Мнатсаканян // Новые технологии. – 2021. – Т. 17, № 3. – С. 77-85.

113. Манукян И.Р. Сравнительная оценка адаптивности сортов озимой пшеницы к условиям предгорной зоны Центрального Кавказа / И.Р. Манукян // Аграрный вестник Урала – 2025. Т.25, № 02. – С.164-175.

114. Матюк Н.С. Изменение агрофизических свойств почвы под действием приемов обработки и удобрений Урала / Н.С. Матюк, В.Д. Полин, В.А. Николаев // Владимирский земледелец / ФГБНУ «Владимирский НИИСХ» – Иваново: ИПК «ПресСто», 2015. - №2(72). – С. 12-14.

115. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1989. – Вып. 2. – 197 с.

116. Методические рекомендации по защите зерновых культур от вредных организмов. – Санкт-Петербург:ВИЗР, – 2002. – 25 с.
117. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. – Санкт-Петербург: ВИЗР, – 2013. – 116 с.
118. Минаков О.А. Физико-химические свойства чернозема выщелоченного при длительном применении удобрений в ЦЧР / О.А. Минаков, Д.В. Адександрова, Т.Н. Подвигина // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: сборник докладов XV Международной научно-практической конференции. – Курск, 2020. – С. 243–246.
119. Минеев В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – М.: изд. МГУ, 2004. – 719 с.
120. Минеев В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – М.: Изд-во Московского государственного университета, 2004. – 753 с.
121. Минеев В.Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / В.Г. Минеев, Б. Дебрецени, Т. Мазур// М.: Колос, 1993. – 410 с.
122. Минеев В.Т. Агрохимия / В.Т. Минеев. – М.: Колос, 2004. – 720 с.
123. Мнатсаканян А.А. Показатели плодородия чернозема выщелоченного в зависимости от систем основной обработки почвы / А.А. Мнатсаканян, Г.В. Чуварлеева, О.Б. Быкова // Земледелие. – 2022. – №5. – С. 15-19.
124. Моисеенко Ф.В. Влияние длительного применения удобрений на содержание микроэлементов и тяжелых металлов в дерново-подзолистой песчаной почве / Ю.В. Моисеенко // Бюллетень ВНИ-ИА, №114. – М: Агроконсалт. - 2001. – С. 131.
125. Найденов А. С. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на плодородие почвы, урожай и качество продукции с.-х. культур в севообороте / А. С. Найдёнов, Н. Г. Малюга, А. Г. Солдатенко, // Агрохимия. – 1991. – №5. – С. 49–55.
126. Нещадим Н. Н. Урожайность и экономическая эффективность выращивания сортов озимой пшеницы / Н. Н. Нещадим, А. А. Квашин,

К. Н. Горпинченко [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 107. – С. 126-132.

127. Нецадим Н.Н. Урожайность сортов озимой пшеницы в зависимости от приемов подготовки почвы и применения удобрений / Н.Н. Нецадим, А.В. Коваль, С.П. Капралов [и др.] // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2022. – № 32 (195). – С. 90–103.

128. Нецадим Н.Н. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы сорта Антонина на черноземе выщелоченном в условиях Западного Предкавказья / Н.Н. Нецадим, А.С. Скоробогатова, Н.Н. Филипенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – № 05 (129). – С. 1364 – 1381.

129. Нецадим Н.Н. Урожайность и экономическая эффективность выращивания сортов озимой пшеницы / Н.Н. Нецадим, А.А. Квашин, К.Н. Горпинченко [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 107. – С. 126-132.

130. Нецадим Н.Н. Урожайность сортов озимой пшеницы в зависимости от приемов подготовки почвы и применения удобрений / Н.Н. Нецадим, А.А. Квашин, А.В. Коваль [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 182. – С. 202–217.

131. Николенко Н.В. Влияние систем удобрения и способов обработки почвы на динамику содержания основных элементов питания в растениях озимого ячменя / Н.В. Николенко, И.А. Кравченко // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного федерального округа: материалы 73-й науч.-практ. конф. – Ставрополь: Параграф, 2011. – С. 83 – 85.

132. Ничипорович, А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений / А.А. Ничипорович // Физиология фотосинтеза. – М.: Наука, 1982. – С. 7–33.

133. Носовская И.И. Влияние длительного применения удобрений на содержание и хозяйственный баланс микроэлементов и тяжелых металлов в системе почва-удобрения- растения: автореф. дис.... канд. биол. наук / Носовская Ирина Ивановна. – Москва, 2001. – 24с.

134. Образцов А.С. Потенциальная продуктивность культурных растений / А.С. Образцов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. – 719 с.

135. Оразаева И.В. Сравнительная оценка урожайности и качества зерна новых районированных и перспективных сортов озимой мягкой пшеницы селекции Белгородского государственного аграрного университета им. В.Я. Горина / И.В. Оразаева, И.В. Кулишова // Аграрная Россия. – 2015. – №10. – С. 7–9.

136. Петелин А.А. Влияние агрохимических средств на состояние свинца, кадмия и стронция в системе почва-растение: автореф. дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.01 /Петелин Александр Александрович. – Москва, 2001. – 24с.

137. Пикушова Э.А. Концепция интегрированной защиты растений от вредных организмов / Э.А. Пикушова, А.И. Белый // Краснодар, 2021 – 258 с.

138. Пикушова Э.А. Эффективность биологической и химической защиты озимой пшеницы / Э.А. Пикушова, А.В. Загорулько, Л.А. Щадрина [и др.] // Защита и карантин растений, – 2020. – №2. – С. 24 –27.

139. Письменная Е.В. Влияние сортов и предшественников озимой пшеницы на плодородие почвы, урожайность и качество зерна в Ставропольском крае / Е.В. Письменная, М.Ю. Азарова, Л.Г. Курасова // Аграрный журнал. – 2020. - №8. – С. 32-37.

140. Попов А.С. Основная обработка почвы твердой озимой пшеницы / А.С. Попов // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 5 (65). – С. 40–44.

141. Попова В.И. Биоэнергетическая эффективность применения удобрений под озимые зерновые культуры в Западной Сибири / В.И. Попова, Е.П. Болдышева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. - №10 (84). – С. 10-15.

142. Посыпанов Г.С. Растениеводство / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков [и др.] // М.: КолосС, 2006. – 612 с.
143. Пруцков Ф.М. Интенсивная технология возделывания зерновых культур / Ф.М. Пруцков, И.П. Осипов – М.: Росагропромиздат, 1990. – С. 56 – 62.
144. Прядкина, Г.А. Активность антиоксидантных ферментов хлоропластов и превращения пигментов в виолаксантиновом цикле у контрастных по продуктивности сортов озимой пшеницы / Г.А Прядкина, О.Г. Соколовская-Сергиенко // «Физиология растений – теоретическая основа инновационных агро- и фитобиотехнологий»: материалы междунар. науч. конф. школы молодых ученых. (г. Калининград, 19-25 мая 2014 г.). Калининград, – 2014. Ч. 2. – С. 376-378.
145. Прядкина, Г.А. Пигменты фотосинтетического аппарата и продуктивность озимой пшеницы / Г.А. Прядкина, В.В. Моргун // Физиология растений и генетика. – 2016. – Т.48, №4. – С. 310–323.
146. Прянишников Д. Н. Общие вопросы агрономии и химизации земледелия: Избранные сочинения /Н.Д. Прянишников– М., –1965. – С. 10-20.
147. Пугаев С.В. Содержание тяжелых металлов в зерне озимой пшеницы, произрастающей в разных экологических условиях / С.В. Пугаев // Вестник Мордовского университета. - 2013. - № 3-4. – С. 89–93.
148. Романенко А.А. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы / А.А. Романенко, Л.А. Беспалова, И.Н. Кудряшов. – Краснодар. – 2005. – С. 3– 224.
149. Романенко А.А. Развитие зернового производства в условиях становления рыночных отношений / А.А. Романенко, И.Б. Самойлов. – Краснодар. – 2003. – С. 48– 131.
150. Савоськина О.А. Изменение структурного состояния дерново-подзолистой почвы под действием разноглубинных приемов обработки / О.А. Савоськина // Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном

земледелии: сб. докл. Международ. науч.-практ. конф. Суздаль / ФГБНУ «Владимирский НИИСХ». – Иваново: ИПК «ПресСто», 2015. – С. 157-161.

151. Саленко Е.А. Влияние минеральных удобрений на формирование параметров структуры урожая и качества зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном / Е.А. Саленко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – № 105 (01).

152. Самаев А.В. Влияние агротехнических приемов на урожайность и качество зерна разных сортов озимой пшеницы в степной и лесостепной зонах Северной Осетии: автореф. дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Самаев Анатолий Васильевич. – Владикавказ, 2000. – 26с.

153. Самелик Е.Г. сравнительная оценка среднеспелых и среднеранних сортов озимой пшеницы в условиях центральной зоны Краснодарского края / Е.Г. Самелик, Т.В. Колесниченко, В.С. Динкова // Агрофорум – 2013. – С. 48-51.

154. Семенова З.М. Факторы интенсификации производства высококачественного зерна пшеницы / З.М. Семенова. – М., 1990. – С. 214–220.

155. Скипин Л.Н. Состояние почвы и урожайность культур при различных системах основной обработки / Л.Н. Скипин, Н.В. Перфильев, Е.В.Захарова [и др.] // Плодородие. – 2014. - №4(79). – С. 24-26.

156. Скоробогатова, А. С. Особенности формирования урожая и качества зерна озимой пшеницы в зависимости от агротехнологических приемов на чернозёме выщелоченном Западного Предкавказья: дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Скоробогатова Анастасия Сергеевна. - Краснодар, 2018. – 204 с.

157. Скрипка О.В. Хлебопекарные качества зерна озимой мягкой пшеницы в условиях юга Ростовской области / О.В. Скрипка, С.В. Подгорный, А.П. Самофалов [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 6(66). – С. 33–36.

158. Смуров С.И. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность сельскохозяйственных культур и агрохимические показатели почвы в условиях ЦЧР / С.И. Смуров, С.В. Лукин, С.Н. Ермолаев [и др.] // Земледелие. – 2022. - №5. – С. 11-15.

159. Солодовников А.П. Динамика водно-физических свойств почвы в паровом звене при возделывании озимой пшеницы / А.П. Солодовников, Б.З. Шагиев, А.Ю. Левкина // Кормопроизводство. – 2019. - №11. – С. 17-21.

160. Стукалов Р.С. Эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от технологий в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Р.С. Стукалов // Таврический вестник аграрной науки. – 2016. - №42(6) – С. 107-121.

161. Ступаков, А.В. Продуктивность озимой пшеницы под влиянием минеральных удобрений и предшественников / А.В. Ступаков, С.И. Смуров, Х.Х. Аль Дхухайбави [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – №1(125). – С. 184–192.

162. Султангазин З.Р. Плодородие чернозема обыкновенного о продуктивность звена зернопропашного севооборота при комбинированной обработке почвы в Зауральской степи Башкорстана: автореф. дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Султангазин Зуфар Рафкатович. – Уфа, 2015. – 22с.

163. Сычев В.Г. Влияние расчетных доз минеральных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности / В.Г. Сычев, А.Ю. Ожередова, А.Н. Есаулко [и др.] // Вестник АПК Ставрополья. – 2017. - №4(28) – С. 115 – 118.

164. Тарасенко Н.Д. Качество зерна озимой пшеницы на Кубани / Н.Д. Тарасенко. – Краснодар. – 1973. – С. 93– 102.

165. Тарасенко, Б.И. Обработка почвы / Б.И. Тарасенко – 2-е изд., перед. и доп. Краснодар. – 1987. – 175 с.

166. Теплякова О.И. Разложение целлюлозы в черноземе выщелоченном под яровой мягкой пшеницей при контроле болезней фунгицидами /

О.И. Теплякова, Н.Г. Власенко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, вып. 2, - 2017 – С. 222-225].

167. Титовская А.И. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от удобрений и предшественников / А.И. Титовская, Л.Н. Кузнецова, А.Г. Ступаков [др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – №3(15). – С. 116–126.

168. Торики В.Е. Влияние агроэкологических условий выращивания на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / В.Е. Торики, И.И. Фокин // Вестник ФГОУ «Брянская ГСХА». – 2010. – №4. – С. 35-43.

169. Торики В.Е. Урожайность и качество зерна современных сортов озимой пшеницы на юго-западе Центрального региона России / В.Е. Торики, О.В. Мельников, Н.С. Шпилев [и др.] // Вестник Курской ГСХА. – 2017. – №4. – С. 15-19.

170. Трофимова Т.А. изменение биологических показателей плодородия черноземных почв при сельскохозяйственном использовании / Т.А. Трофимова, С.И. Коржов, М.А. Несмеянова // Келлеровские чтения: матер. национ. (с междунар. участ.) науч.-практ. конф. – Воронеж: Воронежские ГАУ, 2020. – С. 83-92.

171. Трофимова Т.А. Элементы минимализации обработки почвы / Т.А. Трофимова // Достижения аграрной науки в начале 21 века. – Воронеж, 2002. – С. 33-38.

172. Турусов В.И. Обработка почвы под ячмень на различных элементах агроландшафта / В.И. Турусов, И.М. Корнилов // Земледелие. – 2013. - №1. – С. 19-20.

173. Тютюнов С.И. Влияние приемов основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность озимой пшеницы / С.И. Тютюнов, П.И. Солнцев, Ю.В. Хорошилова // Достижения науки и техники АПК. – 2020. –Т.34, № 5. – С. 18–23.

174. Тютюнов С.И. Влияние способов обработки почвы, минеральных и органических удобрений в различных севооборотах на содержание гумуса в

черноземе типичном перспективы / С.И. Тютюнов, В.Д. Соловиченко, А.С. Цыгуткин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2020. Т. 34 - №5. – С. 7-12.

175. Уваров Г.И. Азотный режим чернозема в зависимости от удобрений и приемов обработки / Г.И. Уваров, А.П. Карабутов // Научные ведомости Белгородского университета. Естественные науки. – 2013. - №24(167). Вып.25. – С. 105-110.

176. Федоров С.А. Практическое руководство по почвенной микробиологии/ С.А.Федоров – М.: Сельхозиздат, 1963, 615 с.

177. Филипенко Н.Н. Особенности формирования урожая и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от приемов выращивания на чернозёме выщелоченном Западного Предкавказья: дис....канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Филипенко Николай Николаевич. – Краснодар, 2019. – 215с.

178. Хамуков В.Б. Озимая пшеница по интенсивной технологии. / В.Б. Хамуков – Нальчик: Знание, 1986. – 24 с.

179. Черкасов Г.Н. Способ основной обработки, урожай и качество зерна / Г.Н. Черкасов, Д.В. Дубовик, Е.В. Шутов [и др.] // Земледелие. – 2011. – №5. – С. 18-19.

180. Черных Н.А. Тяжелые металлы и радионуклиды в биогеоценозе / Н.А. Черных, М.М. Овчаренко – М: Агроконсалт. - 2002. – 200 с.

181. Чугунова О.А. Влияние способов основной обработки на микробиоту почвы и урожайность ярового ячменя в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Чугунова Ольга Алексагдровна. – Кинель, 2020. – 21с.

182. Шабанова И.В. Содержание тяжелых металлов в зерне озимой пшеницы, выращиваемой на черноземе выщелоченном западного Предкавказья / И.В. Шабанова // Оригинальные исследования. – 2020. – №11. – С. 99-102.

183. Шевченко С.Н. Научные основы современных технологических комплексов возделывания яровой мягкой пшеницы в Среднем Заволжье. /

С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин. – М.: ООО Редакция журнала Достижения науки и техники АПК, 2006. – 283 с.

184. Щепетьев М.А. Накопление элементов питания растениями озимой пшеницы и влияние их на урожай и качество зерна / М.А. Щепетьев // Инженерный вестник Дона. – 2012. – №4-2. – С. 91 – 92.

185. Шевяхова Е.А. Влияние норм высева и удобрений на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области: дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Шевяхова Елена Александровна. – Волгоград, 2009. – 225с.

186. Шеуджен А.Х. Агробιοгеохимия чернозема. 2-е изд. доп. и перераб. – Майкоп: ООО «Полиграф-Юг», 2018. – 308с.

187. Шеуджен А.Х. Агροхимические основы применения удобрений / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизинек // Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», – 2013. – 572 с.

188. Шеуджен А.Х. Влияние макроудобрений на питательный режим чернозема выщелоченного и урожайность ячменя озимого при выращивании в Центральной агроклиматической зоне Краснодарского края / А.Х. Шеуджен, С.С. Ковалев, Т.Н. Бондарева [и др.] // Рисоводство. – 2021. - №2(51). – С. 46 – 54.

189. Шеуджен А.Х. Органическое вещество почвы и его экологические функции / А.Х. Шеуджен, Н.Н. Нецадим, Л.М. Онищенко // Краснодар, – 2011. – 113 с.

190. Шеуджен А.Х. Отзывчивость растений ячменя озимого на минеральные удобрения в условиях Западного Предкавказья на черноземе выщелоченном / А.Х. Шеуджен, С.С. Ковалев, Т.Н. Бондарева // Рисоводство. – 2021. - №3(52). – С. 53 – 60.

191. Ширяева Н.В. Биологическая активность чернозема типичного в посевах разных сортов озимой пшеницы / Н.В. Ширяева, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – №3(21). – С. 107–116.

192. Шоков Н.Р. Урожай и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от условий её выращивания на черноземах Западного Предкавказья / Н.Р. Шоков // Краснодар: КубГАУ, 1999. – 176 с.
193. Шоков Н.Р. Урожай и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от условий выращивания на черноземах западного Предкавказья: автореф. дис.... д-ра. с.-х. наук: 06.01.09 / Шоков Николай Романович. – Краснодар, 2000. – 58с.
194. Щур А.В. Целлюлозолитическая активность почв при различных уровнях агротехнического воздействия / А.В. Щур, Д.В. Виноградов, В.П. Валько // Вестник Красноярского ГАУ, – 2015. – №7. – С. 45 – 48.
195. Ягодин Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов [и др.] – М.: Агропромиздат. – 1989.
196. Якупов Р.Х. совершенствование системы основной обработки выщелоченного чернозема в полевых севооборотах лесостепной зоны Иркутской области: автореф. дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Якупов Равиль Халильевич. – Красноярск, 2020. – 19с.
197. Akmal, M. Yield performance in three commercial wheat varieties due to flag leaf area. Pakistan / M. Akmal, S.M. Shah and M. Asim // Journal of Biological Sciences. - 2000. - №3. - P. 2072–2074.
198. Austin R.B. Yield of wheat in the United Kingdom. Recent advances and prospects // Crop Sci. 1999. - № 39. – P.1604-1610.
199. Bankina, B. Fusarium spp. and Oculimacula spp. – the most important causal agents of wheat crown rot. In / B. Bankina, G. Bimšteinė, A. Roga // International scientific conference AgroEco. Lithuania, - 2016. – P. 15- 17.
200. Bhaskar V. Exploring the differences between organic and conventional breeding in early vigour traits of winter wheat / V. Bhaskar, O.D. Weedon, M.R. Finch // European Journal of Agronomy. – April 2019. – № 105. – P. 86–95.
201. Blokhina, O. Antioxidants, oxidative damage and oxygen review / O. Blokhina, E. Virolainen, K. V. Fagerstedt // Ann. Bot. –2002. –V. 91, No 2. –P.179-194.

202. Borill, P. Wheat Grain Filling is Limited by Grain Filling Capacity Rather than the Duration of Flag leaf photosynthesis / P. Borill, B. Fahy, A.M. Smith [et al.] // A Case Study using Nam RNai plants. PLoS ONE. 2015. 10 (8). – P. 47 – 51.

203. Brancourt-Hulmel M. Indirect versus direct selection of wheat for low-input levels / M. Brancourt-Hulmel, E. Heumez, P. Pluchard // Crop Sci. 2005. – № 45. – P.1427-1431.

204. Buranova, S. Influence of mineral and organic fertilizers on yield and nitrogen efficiency of winter wheat / S. Buranova, J. Cerny, M. Kulhanek [et al.] // International Journal of Plant Production. – 2015. – Volume 9. – Issue 2. – P. 257–272.

205. Cook, R.L/ Tillage and fertilizer effects on crop yield and properties over 45 years in Southern Linces // Agronomy Joznal. -2016. Vol. 108, - №1 – P. 415-426.

206. Dans R.L. Nitrogen balance in the magruder plots following 109 years in continuous winter wheat / R.L. Dans, J.J. Pattion, R.R. Teal // J. Plant Nutr. – 2003. – V. 26, № 8. – P.1561-1580.

207. Dixon I.B. Manganese minerals in surface environments / I.B. Dixon, H.C.W. Skinner //Biominalization processes of Fe and Mn. Catena Suppl. - 1992. – Vol. 21. – P.31-50.

208. Dojczew D. The effect of proteolytic activity on the technological value of wheat flour from preharvest sprouted grain / D. Dojczew, M. Sobczyk // Acta Scientiarum polonorum. Technologia Alimentaria. - 2007. – №6(4). – P.45-53.

209. Ellmer F. Dauerfeldversuche als Forschungsbasis fur Die / F. Ellmer, Gabert&M. Baumecker // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии.- 2012. - № 3. – p. 46-53.

210. Gupta D.K. Role of phosphate fertilizers in heavy metal uptake and detoxification of toxic metals / D.K. Gupta, C. Walther, S. Chatterjee [et al.] // Chemosphere - 2014. – Vol. 108. – P.134-144.

211. Gurin A.G. Comparative assessment of heavy metals accumulation in grey forest soil with mineral fertilizers and waste products of sugar production // A.G. Gurin, U.V. Basov, V.V. Gneusheva // *Rus. J. Agricult. Socio-Econom. Sci.* - 2017. – №3(63). – P.154-159.
212. Horwat D. Influence of gluten proteins on technological properties of Croatian wheat cultivars / D. Horwat, Z. Jurkovic, G. Drezner [et al.] // *Cereal Research Communications* - 2006. – Vol. 34. – Issue 2-3. – P.1177-1184.
213. Hu W. Soil threshold values for cadmium based on paired soil-vegetable content analyses of greenhouse vegetable production system in China: Implication for safe food production / W.Hu, H. Huang, K. Borggard Ole, M. Ye, K. Tian, H. Zhang, P.E. Holm // *Environ Pollut.* - 2018. – Vol. 241. – P.922-929.
214. Hubbard K. Big wheat yields in perspective / K. Hubbard // *Arable Farming.* – 1977. – Vol. 49 (4). – P.13-17.
215. Ivarsson K. Swedish Seal of Quality and cadmium assured crop production / K. Ivarsson, E. Bjurling, M. Johansson [et al.] // *Cadmium from Plough to Plate. Report FOOD21* - 2002. – № 5. – P.26-27.
216. Jia Q. Mercury in soil, vegetable and human hair in a typical mining area in China: Implication for human exposure / Q. Jia, X. Zhu, Y. Hao [et al.] // *J. Environ. Sciences.* - 2018. – Vol. 68. – P.73-82.
217. Kizilkaya R. Effect of soil contamination with azadirachtin on dehydrogenase and catalase activity of soil / R. Kizilkaya, I. Akca, T. Ashkin [et al.] // *Eurasian Journal of Soil Science.* – 2012. – v. 1. - №2. – P.98-103.
218. Kizilkaya R. Impact of azadirachtin on microbial response variables in soil / R. Kizilkaya, I. Akca, T. Ashkin [et al.] // *The 4 th International Congress of the European Confederation of Soil Science Societies (ECSSS). EUROSIL* – 2012. – Bari. – P.2294.
219. Kromdijk J. Improving photosynthesis and crop productivity by acceleration recovery from photoprotection / J. Kromdijk, K. Gtowacka, L. Leonelli // *Science.* - 2016. Vol. 354, Iss. 6314. - P. 857-861.

220. Marton L. Fertilisation, rainfall and crop yield / L. Marton // *Acta Agronomica Hungarica*. – 2003. – Vol. 52. – Issue 2. – P.165-172.

221. Mohammadl W. Effect of tillage, rotation and crop residues on wheat crop productivity, fertilizer nitrogen and water use efficiency and soil organic carbon status in dry area (rainfed) of north-west Pakistan / W. Mohammadl, S.M. Shahl, S. Shehzadil, S.A. Shahl // *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. – 2012. – №12 (4). – P.715-727.

222. Nacke H. Availability of/heavy metals (cd, pb and cr) in agriculture from commercial fertilizers / H. Nacke, J.A.C. Concalves, D. Schwantes [et al.] // *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* - 2013. – T.64. – № 4. – P.537-544.

223. Nesmeyanova M.A. Binary plantings as a factor of reducing the technogenic load of agrocenosis / M.A. Nesmeyanova, S.I. Kozlov, A.V. Dedov [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Yekaterinburg, 2022. – P. 012151.

224. Nesmeyanova M.A. Biological activity of soil and rates of decomposition of plant residues / M.A. Nesmeyanova, S.I. Kozlov, A.V. Dedov [et al.] // *International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies*. – 2020. – Vol. 11. – No 14. – P. 1114.

225. Nesmeyanova M.A. Role of allelopathic activity of plants in the regulation of infestation of agrophytocenoses / M.A. Nesmeyanova, T.A. Trofimova, A.V. Dedov // *IOP Conference Series Earth and Environmental science: 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming*, Voronezh: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012023.

226. Pepo P. Effect of fertilizer application on the baking quality of winter wheat varieties in a long term experiment under continental climatic conditions in Hungary / P. Pepo, P. Sipos, Z. Gyori // *Cereal Research Communications*. - 2005. – Vol. 33. – №4. – P.825-832.

227. Post I.E. Manganese oxide minerals: cristal structures and environmental significance / I.E. Post // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* - 1999. – Vol. 96. – P.3447-3454.

228. Sharma, S.N. The genetic control of flag leaf length in normal and sown durum wheat / S.N Sharma, R.S Sain, R.K. Sharma // The Journal of Agricultural Science. - 2003. №141. - P. 323–331.

229. Stupakov A.G. Complex of agrotechnical methods for different varieties of winter wheat / A.G. Stupakov, A.V. Shiryaev, M.A. Kulikova [et al.] // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 848. – №12102.

230. Xu J. Influence of particle size distribution, organic carbon, pH and chloridrs on washing of mercury contaminated / J. Xu, D.B. Biester, A. Lagerkvist [et al.] // Chemosphere. - 2014. – Vol. 109. – P.99-105.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Почвенно–климатические условия. Эксперимент проводился на опытной станции Кубанского государственного аграрного университета, расположенной в равнинной части Краснодарского края в течение 2014 – 2017 годов.

Основная часть почвенного покрова представлена черноземом выщелоченным сверхмощным легкоглинистым со средней мощностью гумусового горизонта – 147 см. Почвообразующими породами послужили лессовидные тяжелые суглинки с реакцией водной среды 6,5 – 8,2 и текстура почвы: механической глины – 61–64%, илистых частиц – 37–40%, песка – 3–6%. Содержание гумуса в пахотном слое невысокое 2,5 – 2,9 %, но из-за большей мощности гумусового горизонта валовые запасы его составляют 407 т/га, а в двух метровом слое – 457 т/га.

Содержание валового запаса азота в пахотном горизонте 0,19–0,24%, что говорит о средней обеспеченности этих почв азотом.

Оснащённость выщелоченного чернозема в пахотном слое почвы подвижным фосфором и обменным калием характеризуется от повышенной до очень высокой. Содержание обменного калия составляет по профилю 20 м² на 100 г почвы. В верхнем слое преобладает нейтральная или реже слабокислая реакция (рН 6,8–7,0).

Данный чернозем имеет высокую емкость поглощения. Сумма поглощенных оснований 33,0–34,3 мг–экв. на 100 г почвы, на долю Са приходится до 80 %. Степень насыщенности почв основаниями 96–98 %.

На водный режим почвы в корнеобитаемом слое не оказывают грунтовые воды, так как глубина их залегания 8–12 метров.

Высокую выравненность уровня плодородия обеспечивает микрорельеф опытного поля, нивелирует отрицательные эффекты водной эрозии и обеспечивает равномерное распределение влаги и питательных веществ.

И так, чернозем выщелоченный отличается высоким плодородием и пригоден для выращивания многих культур, в том числе и озимой пшеницы.

Эта зона характеризуется умеренно–континентальным, умеренно–влажным и теплым климатом. Среднегодовая температура воздуха составляет 10,0–10,8 °С. Средняя месячная температура наиболее жаркого месяца – июля – составляет 22–24 °С, а самого холодного месяца– января –1,5–3,5 °С. Продолжительность безморозного периода составляет 175–226 дней.

Первая половина осени сухая, вторая – влажная. Зимний период умеренно мягкий, с частыми оттепелями. Весна характеризуется как ранняя, затяжная с замедленным нарастанием тепла, лето жаркое, часто засушливое.

Дефицит влаги обычно отмечается в июле и августе. Осадки в данный период в большинстве случаев носят ливневый характер в виде ливней, и максимальная их часть уходит на поверхностный сток и испарение. Относительная влажность воздуха в середине лета до 60–65 %, а в отдельные дни до 20–30 % и меньше. Недостаток осадков в сочетании с высокими температурами определяют сухость воздуха и почвы, что способствует большей повторяемости засух и суховеев.

Господствующие ветра на территории восточные и западные. Северо–восточные и восточные ветры негативно влияют на климат, так как летом приводят к сухости и повышенной температуре воздуха, а весной – иссушению пахотного горизонта и пыльным бурям.

Климатические условия центральной зоны Краснодарского края способствуют выращиванию большого количества сельскохозяйственных растений, в том числе озимой пшеницы, и получать устойчивые урожаи зерна. Погодные условия 2014–2015 году для посева и получения всходов в этом сельскохозяйственном году исследований имели отличия и ряд особенностей. (рисунок 1,2 приложение 1). В третьей декаде сентября выпали осадки на фоне повышенной температуры в сравнении выше со среднемноголетними данными, что способствовало улучшению условий для подготовки почвы под посев озимой пшеницы. В октябре условия для роста и развития озимой пшеницы были удовлетворительными (сумма выпавших осадков была выше на 21,7 мм по сравнению со средними многолетними данными). Ранее

прекращение осенней вегетации и позднее возобновление весенней (через + 5 °С во второй декаде марта) не позволило растениям в достаточной мере раскуститься и сформировать нормальный стеблестой. Апрель был холодным с интенсивными заморозками и частыми осадками. В апреле количество выпавших осадков составило 67,0 мм, что больше нормы почти на 40 мм, среднесуточная температура воздуха превышала среднемноголетнее значение на 0,2 °С, а в мае – на 1,7 °С при сумме выпавших осадков 72,2 мм, что выше нормы на 50,2 мм. В июне и июле было отмечено наибольшее количество выпавших осадков, что на значительно больше среднегодовой нормы. Такие условия привели к ухудшению условий вегетации, особенно при формировании и наливе зерна и отразилось на конечной величине урожая.

Агроклиматические условия в 2015–2016 году были оптимальным для роста и развития озимой пшеницы в этом сельскохозяйственном году. Температурный режим в сентябре был превышен в среднем на 2,1 °С, а в октябре на – 0,5 °С при незначительном недоборе осадков в сентябре и первой половине октября, не обеспечило своевременное появление всходов озимой пшеницы, однако, обильные осадки во второй декаде октября (48,4 % от нормы) способствовало появлению всходов через 15 – 20 дней. Температурные условия осенней вегетации были хорошими, теплая погода сохранялась до начала декабря, что способствовало развитию посевов и улучшению их состояния. Погодные условия для перезимовки озимой пшеницы складывались благоприятно. Теплая погода в феврале месяце способствовала раннему возобновлению вегетации озимой пшеницы (на 15 – 20 дней раньше обычного срока). Среднемесячная температура превышала норму на 6,2 °С, а количество осадков было в 2,5 раза выше многолетнего значения. Недобор тепла в апреле – мае замедлил темпы развития посевов, но опережение в сроках развития сохранилось до колошения. Во второй декаде мая температура воздуха, хотя и превышала норму на 0,9 °С, но количество выпавших осадков было около 183 % от нормы. В целом погодные условия летом были благоприятными для созревания зерна озимой пшеницы.

По погодным условиям 2016–2017 сельскохозяйственный год был также благоприятным для произрастания растений озимой пшеницы. Условия осенне – зимнего периода были благоприятными для роста и развития озимой пшеницы. Возобновление весенней вегетации наступило на две недели раньше средних многолетних сроков. Среднемесячная температура марта на 4,8 °С превышала норму при повышенном количестве осадков (181 %). Весной температура воздуха превышала среднемноголетние значения на 0,7 – 1,2 °С, благодаря обильным осадкам (97 – 222 % от нормы), не оказало отрицательного влияния на ход формирования урожая озимой пшеницы. В июне средняя температура воздуха была выше нормы на 1,6 °С, количество выпавших осадков составила 109 % от нормы. Все это благоприятно отразилось на формировании урожая зерна озимой пшеницы.

Итак, за 2014 – 2017 годы эксперимента сложились оптимальные погодные условия для подготовки почвы к посеву озимой пшеницы. Посев был произведён во все годы в оптимальные сроки для центральной зоны Краснодарского края (начало октября месяца) и условия для его проведения складывались благоприятно.

Приложение 2

Метеорологические условия в годы проведения опыта (по данным метеостанции ОПХ «Круглик» г. Краснодара), 2015–2017 гг.

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, °С		Сумма осадков, мм		Относительная влажность воздуха, %	
	средняя многолетняя	2014–2017 гг.	средняя многолетняя	2014–2017 гг.	средняя многолетняя	2014–2017 гг.
Сентябрь	17,4	20,3	46,0	42,3	38	58
Октябрь	11,6	10,9	56,0	68,0	52	67,3
Ноябрь	5,1	7,2	73,3	63,0	59	67,7
Декабрь	0,4	2,6	77,7	61,4	66	70,3
Январь	–1,8	0,9	21,0	66,4	50	76,3
Февраль	–0,9	4,0	18,7	36,4	50	68,3
Март	4,2	8,3	19,1	41,3	48	65,7
Апрель	10,9	12,6	19,1	45,5	48	59,3
Май	16,8	17,9	22,0	83,5	57	64,7
Июнь	20,4	22,8	25,3	69,4	67	66,5
Июль	23,2	25,0	19,4	78,8	60	57,5
За вегетационный период	8,99	11,22	35,16	61,37	55,7	66,36

Схема фактора В (опыт 1)

Вариант	Уровень плодородия почвы	Система удобрений	Система защиты растений
000 (контроль)	исходный уровень плодородия	без удобрений	без применения средств защиты растений
111	средний уровень плодородия (200 т/га навоза + 200 кг/га P_2O_5)	($N_{70}P_{45}K_{30}+N_{30}$ при возобновлении весенней вегетации)	биологическая система защиты растений от вредителей и болезней (биопрепараты)
222	повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза + 400 кг/га P_2O_5)	($N_{140}P_{90}K_{60}+N_{60}$ при возобновлении весенней вегетации)	химическая система защиты растений от сорняков
333	высокий уровень плодородия (600 т/га навоза + 600 кг/га P_2O_5)	($N_{280}P_{120}K_{80}+N_{120}$ при возобновлении весенней вегетации)	химическая система защиты растений от сорняков, вредителей и болезней

Условные обозначения вариантов по фактору В: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Методика исследований. Различный уровень плодородия создавался еще при закладке опыта в 1991 году (1–я ротация севооборота) и в 2004 году (вторая ротация севооборота) путем внесения высоких доз органических удобрений (полуперепревшего навоза КРС) и фосфора на основе существующих нормативных показателей по плодородию почвы. Вносили в почву при: 200 кг/га P_2O_5 и 200 т/га полуперепревшего навоза.

Средние дозы удобрений применяли на основе рекомендаций по применению удобрений в регионе и соответствует уровню нынешнего применения удобрений в предприятиях центральной зоны Кубани. Минимальные дозы были в два раза меньше и высокие в два раза выше, чем средние дозы удобрений.

Защита растений от сорняков, вредителей и болезней имела следующие варианты:

- 1) без средств защиты растений;
- 2) биологическая система защиты растений от вредителей и болезней;
- 3) химическая система защиты растений с помощью гербицидов только от сорняков;
- 4) интегрированная система защиты растений от сорняков, вредителей и болезней с помощью пестицидов и гербицидов.

Так как, изучали несколько факторов, то в схеме была принята определенная индексация вариантов: первая цифра – уровень плодородия, вторая – система удобрения, третья – система защиты растений. И изучаемые технологии выращивания обозначили (фактор В) 000– экстенсивная; 111– беспестицидная; 222– экологически допустимая; 333– интенсивная.

Общая площадь делянки 105м², учетная 34м². Повторность в эксперименте трехкратная.

Контроль – вариант 000 на фоне рекомендованной обработки почвы.

В ходе исследований, проводились следующие наблюдения, учеты и анализы:

1. Наступление фенологических фаз вегетации озимой пшеницы согласно методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур.

2. Биометрические показатели растений: высота растений, густота стояния, количество побегов определялось в следующие фазы: кущение, выход в трубку, колошение, восковая спелость – по методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур.

3. Площадь листовой поверхности определялась по методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур на в фазы: кущение (весной), выход в трубку, колошение, восковая спелость путем измерения линейных размеров с использованием коэффициента:

$$S=0,67 \times A \times B, \text{ см}^2$$

где, А – ширина листа у основания, см;

В – длина листа, см.

4. Накопление хлорофилла в растениях озимой пшеницы проводили. Накопление хлорофилла в растениях озимой пшеницы определяли спектрофотометрическим методом на спектрофотометре SS 2107 и рассчитывали по следующим формулам:

$$C_{\text{хла}} = 13,95 \times E_{665} - 6,88 \times E_{649};$$

$$C_{\text{хлб}} = 24,96 \times E_{649} - 7,32 \times E_{665};$$

$$C_{\text{кар}} = (1000 \times E_{470} - 2,05 \times C_{\text{хла}} - 114,8 \times C_{\text{хлб}}) / 245;$$

где, E_{665} , E_{649} и E_{470} – оптическая плотность спиртового экстракта пигментов при длинах волн (нм) соответственно 665, 649 и 470.

Для определения содержания пигментов на единицу площади листа, полученные концентрации пересчитывали по формуле:

$$C_s = C_{\text{пигм}} \times V_{\text{р-ра}} / S_{\text{выс}} \times 10$$

где, C_s – концентрация пигментов на единицу площади листа, мг/дм²;

$C_{\text{пигм}}$ – концентрация пигмента в вытяжке, мкг/мл;

$V_{\text{р-ра}}$ – объем вытяжки пигментов, мл;

Свыс – суммарная площадь всех высечек, см².

5. Поражение растений озимой пшеницы болезнями – по методике ВИЗР [116, 117].

6. Структура урожая озимой пшеницы (длина колоса, количество колосков в колосе, и зерен в колосе, масса 1000 зерен, количество общих и продуктивных побегов) определялись на 50 растениях перед уборкой по методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур. Учет урожая проводился в процессе прямого комбайнирования в фазу полной спелости зерна со всей учетной площади делянки комбайном «Террион 2010», с отбором образцов массой 3–4 кг для определения засоренности и влажности зерна.

7. Качество зерна определяли с помощью инфракрасного анализатора Инфра ЛЮМ ФТ – 10. Градуировка анализатора осуществлялась с помощью программы Спектра Люм/Про.

8. Содержание тяжелых металлов в зерне определяли согласно: ГОСТа 30178–96 Сырье и продукты пищевые. Атомно–абсорбционный метод определения токсичных элементов и ГОСТа 26929–94 Сырье и продукты пищевые. Минерализация для определения содержания токсичных

9. Содержание фосфора в зерне определяли фотометрическим методом согласно ГОСТу 26657–97, а содержание калия в зерне согласно ГОСТу 30504–97.

10. Определение содержание микотоксинов в зерне определяли согласно ГОСТу 3153–2012.

11. Статистический анализ результатов исследования проводился методом пошагового регрессивного анализа. Статистическую обработку данных эксперимента проводили в программе STATISTIKA, дисперсионный анализ – по методике, разработанной Б.А. Доспеховым [54].

Основные агротехнические приемы в опыте: В эксперименте использовался новый сорт озимой пшеницы Антонина, рекомендуемый для

использования в Северо-Кавказском регионе РФ. Предшественник – подсолнечник.

Под основную обработку почвы ручную вносили минеральные удобрения: нитроаммофоска и аммофос, в нормах, соответствующих схеме опыта, с последующей заделкой их в почву дисковой бороной (1 – $N_{70}P_{45}K_{30}$; 2 – $N_{140}P_{90}K_{60}$; 3 – $N_{280}P_{180}K_{120}$).

Перед посевом проводилась культивация на глубину 5 – 6 см агрегатом МТЗ–1221+КПС–4,2+БЗСС–1,0.

Посев проводили протравленными семенами (Селест Топ – 10 л/т) в оптимальные для центральной зоны Краснодарского края сроки, сеялкой Great Plains СРН–15. Норму высева семян устанавливали из расчета 5,0 млн всхожих семян на 1 га. Глубину заделки семян 5 – 6 см. После посева почва прикатывалась кольчато–шпоровыми катками ЗККШ–6А.

Ранней весной проводили подкормку аммиачной селитрой согласно схеме эксперимента. В конце фазы весеннего кущения проводили химическую прополку гербицидом Секатор Турбо в дозе 0,075 кг/га.

Подкормку растений проводили на качественные показатели зерна в фазу формирования зерновки мочевиной в дозе N_{30} на всех вариантах, где предусмотрено внесение удобрений.

Схема эксперимента предусматривала в вариантах биологической защиты проводить обработку следующими биопрепаратами:

- геостим – биофунгицид из расчета 1 – 2 л на га (в фазу цветения);
- бикол – из расчета 3 – 4 л/га (2015–2017 гг.).

На вариантах с химической защитой проводилась следующая обработка:

- фунгицидом Фалькон, КЭ из расчета 0,6 л/га (в фазу колошения);
- инсектицидом Эфория в дозе 0,2 л/га (в фазу цветения).

Убирали прямым комбайнированием (комбайн «Террион 2010») при влажности зерна 13–14%.

Сорт озимой пшеницы Антонина передан на Государственное сортоисследование в 2013 году. Находится под защитой Государственной

комиссии РФ по испытанию и охране селекционных достижений. Выведен группой ученых КНИИСХа им. Лукьяненко.

Сорт озимой пшеницы Антонина имеет следующую характеристику.

Сорт короткостебельный, высота растений 95 – 100 см, устойчив к полеганию и осыпанию. Среднепоздний. Разновидность *Lutescens*. Колос цилиндрический, зерновка – красная, крупная. Масса 1000 зерен 44–46 грамм.

Устойчив к стеблевой, бурой и желтой ржавчинам, среднеустойчив к септориозу. Отличается высокой морозостойкостью и засухоустойчивостью.

Рекомендуется для возделывания в Северо – Кавказком, Центрально–Черноземном и Нижневолжском регионах.

Продолжительность межфазных периодов пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, дн. (2015–2016 гг.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрения, защита растений (фактор В)	Посев – всходы	Всходы – конец осенней вегетации	Начало весенней вегетации – колошение	Колошение – полная спелость	Вегетационный период без зимнего покоя
Безотвальный	000	12	49	60	45	166
	111	12	49	60	45	166
	222	12	49	58	50	169
	333	12	49	58	50	169
Рекомендуемый (к)	000 (к)	12	49	60	45	166
	111	12	49	60	45	166
	222	12	49	58	50	169
	333	12	49	58	50	169
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	14	47	60	45	166
	111	14	47	60	45	166
	222	14	47	58	50	169
	333	14	47	58	50	169

НСР₀₅ А 1,23

В 1,44

AB 2,32

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

HCP ₀₅	A	1,09
	B	1,40
	AB	2,16

171

Влияние агротехнологий на высоту растений пшеницы озимой, см
(2015 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Кущение (весна)	Трубкование	Колошение	Восковая спелость зерна
Безотвальный	000	27,1	41,2	74,1	83,0
	111	30,8	47,3	76,5	85,3
	222	39,8	48,7	80,2	90,3
	333	41,5	53,0	83,9	91,8
Рекомендуемый (к)	000 (к)	27,0	39,8	72,1	83,9
	111	30,4	46,3	75,5	87,8
	222	40,9	48,1	79,2	92,7
	333	43,6	52,2	84,9	94,1
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	28,0	40,1	74,3	88,4
	111	30,9	46,5	76,8	94,5
	222	40,2	49,0	80,0	96,8
	333	43,1	54,2	86,9	96,5

НСР₀₅ для средних

А – 1,04

В 1,03

AB 2,38

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Влияние агротехнологий на высоту растений пшеницы озимой, см
(2016 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Кущение (весна)	Трубкование	Колошение	Восковая спелость зерна
Безотвальный	000	28,5	47,0	77,8	81,1
	111	35,2	56,5	82,3	87,2
	222	41,0	61,5	89,6	91,5
	333	45,9	65,2	91,0	94,2
Рекомендуемый (к)	000 (к)	28,2	46,7	77,7	82,1
	111	36,2	57,7	82,3	86,7
	222	40,6	64,5	90,0	92,8
	333	46,3	66,9	92,3	95,1
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	28,5	48,0	77,9	84,1
	111	40,0	59,4	82,3	88,7
	222	42,1	66,0	94,0	94,8
	333	46,3	67,4	94,7	97,1

НСР₀₅ для средних

А – 1,13

В 1,01

AB 2,15

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Влияние агротехнологий на высоту растений пшеницы озимой, см
(2017 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Кущение (весна)	Трубкование	Колошение	Восковая спелость зерна
Безотвальный	000	28,9	46,0	71,4	88,1
	111	32,1	57,1	76,7	93,0
	222	36,7	52,3	78,1	96,2
	333	39,4	69,4	81,0	97,3
Рекомендуемый (к)	000 (к)	29,7	46,3	72,1	88,9
	111	32,9	58,2	75,5	93,8
	222	36,9	68,8	79,2	97,1
	333	43,6	70,9	97,3	99,5
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	31,3	47,3	73,0	89,3
	111	33,6	59,0	76,4	94,1
	222	37,0	69,4	79,5	97,5
	333	41,4	72,3	82,9	99,3

НСР₀₅ для средних

А – 1,93

В 1,75

АВ 2,96

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Влияние агротехнологий на густоту стояния растений пшеницы озимой, шт./м² (2014–2015 гг.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Полные всходы	Кущение весной	Трубкавание	Колошение	Восковая спелость зерна
Безотвальный	000	420	340	310	280	275
	111	440	378	345	297	290
	222	462	418	407	342	303
	333	490	437	424	359	319
Рекомендуемый (к)	000 (к)	406	354	336	305	300
	111	436	364	342	337	321
	222	458	410	369	342	339
	333	478	436	405	320	302
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	416	357	310	300	283
	111	442	370	324	320	310
	222	461	380	356	350	343
	333	473	425	387	310	305

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Влияние агротехнологий на густоту стояния растений пшеницы озимой, шт./м² (2015–2016 гг.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрения, защита растений (фактор В)	Полные всходы	Кущение весной	Трубкавание	Колошение	Восковая спелость зерна
Безотвальный	000	440	364	340	280	253
	111	460	389	360	300	284
	222	474	438	412	360	335
	333	491	460	438	386	352
Рекомендуемый (к)	000 (к)	408	350	340	319	300
	111	432	378	356	335	302
	222	466	406	376	354	325
	333	486	434	405	381	351
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	430	374	340	310	301
	111	450	388	340	320	308
	222	480	398	368	322	313
	333	488	442	402	380	356

НСР₀₅

А –1,73

В 3,56

AB 5,60

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Влияние агротехнологий на густоту стояния растений пшеницы озимой, шт./м² (2016–2017 гг.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Полные всходы	Кущение весной	Трубкавание	Колошение	Восковая спелость зерна
Безотвальный	000	428	378	341	324	314
	111	453	390	366	341	326
	222	472	418	380	365	348
	333	486	427	388	378	359
Рекомендуемый (к)	000 (к)	424	365	348	329	319
	111	446	390	369	340	327
	222	479	421	385	361	356
	333	490	439	410	389	373
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	431	380	349	339	328
	111	457	398	371	368	351
	222	481	423	383	378	359
	333	492	432	408	387	372

НСР₀₅ А 1,87

В 2,86

АВ 4,34

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Влияние агротехнологий на площадь листьев растений пшеницы озимой, тыс.м²/га (2015 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Весеннее кущение	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
Безотвальный	000	7,3	16,7	33,2	5,1
	111	10,8	23,8	39,2	8,6
	222	14,3	28,9	46,1	17,5
	333	21,7	38,1	61,1	20,8
Рекомендуемый (к)	000 (к)	7,4	18,9	35,4	5,8
	111	10,9	26,3	43,1	9,1
	222	15,4	31,6	54,6	17,6
	333	22,0	42,4	66,2	20,9
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	8,2	19,0	37,1	6,3
	111	11,2	26,3	43,3	9,2
	222	15,7	33,7	54,7	19,1
	333	23,9	48,3	66,3	23,1

НСР₀₅ А 1,33

В 1,28

АВ 3,06

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Влияние агротехнологий на площадь листьев растений пшеницы озимой, тыс.м²/га (2016 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Весеннее кущение	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
Безотвальный	000	6,8	11,1	31,5	6,8
	111	9,6	23,4	38,7	8,3
	222	13,7	31,1	47,8	13,7
	333	19,5	38,9	58,9	19,3
Рекомендуемый (к)	000 (к)	6,9	12,5	34,9	6,8
	111	9,7	23,7	42,0	9,4
	222	14,1	32,6	52,6	15,8
	333	19,6	42,5	63,1	19,4
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	7,3	12,5	35,3	7,3
	111	9,7	23,7	42,1	9,6
	222	14,1	34,3	52,6	16,7
	333	20,1	45,3	68,3	20,3

HCP ₀₅	A	1,98
-------------------	---	------

B	1,65
---	------

AB	3,85
----	------

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Влияние агротехнологий на количество хлорофилла в листья растений
пшеницы озимой, мл/г сырого вещества (2015 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
Безотвальный	000	1,85	2,51	2,29
	111	2,13	3,07	3,06
	222	2,38	2,88	2,85
	333	2,06	3,01	3046
Рекомендуемый (к)	000 (к)	2,05	2,75	2,67
	111	1,90	3,07	3,02
	222	2,65	2,98	2,64
	333	2,38	3,08	3,34
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	1,94	2,38	2,30
	111	2,04	2,94	3,06
	222	1,80	2,95	2,80
	333	1,91	2,81	2,73

НСР ₀₅	А	0,04
	В	0,98
	АВ	1,56

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений,
222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Влияние агротехнологий на количество хлорофилла в листья растений пшеницы озимой, мл/г сырого вещества (2017 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
Безотвальный	000	5,07	4,93	4,83
	111	6,23	5,96	5,87
	222	5,63	6,13	6,36
	333	6,46	6,11	5,70
Рекомендуемый (к)	000 (к)	4,90	4,54	4,78
	111	6,11	6,67	6,60
	222	4,85	6,09	6,00
	333	5,98	6,88	6,79
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	4,86	5,35	5,26
	111	5,82	6,34	6,12
	222	5,65	6,45	6,01
	333	5,94	6,20	6,08

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Влияние агротехнологий на содержание каротиноидов в листьях пшеницы озимой, мг/г сырого вещества (2015 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
Безотвальный	000	0,51	0,66	0,69
	111	0,54	0,78	0,85
	222	0,60	0,71	0,83
	333	0,55	0,76	0,83
Рекомендуемый (к)	000 (к)	0,55	0,70	0,71
	111	0,50	0,76	0,78
	222	0,70	0,79	0,64
	333	0,63	0,80	0,82
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	0,51	0,64	0,75
	111	0,52	0,75	0,84
	222	0,41	0,77	0,81
	333	0,52	0,69	0,83

НСР ₀₅	А	0,06
	В	0,04
	АВ	0,11

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Влияние агротехнологий на содержание каротиноидов в листьях
пшеницы озимой, мг/г сырого вещества (2016 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
Безотвальный	000	1,23	1,55	1,75
	111	1,67	1,78	1,37
	222	1,72	1,94	1,42
	333	1,66	2,06	1,78
Рекомендуемый (к)	000 (к)	1,42	1,62	1,59
	111	1,74	1,88	1,81
	222	1,65	1,94	1,36
	333	1,63	1,95	1,83
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	1,68	1,85	2,14
	111	1,77	1,88	1,91
	222	1,65	1,86	1,54
	333	1,64	1,95	1,71

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Зависимость поражения пшеницы озимой пиренофорозом от агротехнологий, 2016 г.

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Фаза вегетации			
		колошение		налив зерна	
		Р, %	Р, %	Р, %	Р, %
Безотвальный	000	60	5,6	100	28,0
	111	40	2,7	90	19,0
	222	30	3,0	80	19,6
	333	10	1,0	62	13,0
Рекомендуемый (к)	000(к)	60	4,7	100	29,5
	111	40	2,9	90	19,4
	222	40	2,1	80	20,0
	333	10	1,4	65	16,0
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	70	4,2	100	28,0
	111	40	3,1	90	27,3
	222	40	3,6	70	18,0
	333	10	2,0	60	14,0

НСР_{0,5} А 4,68

В 4,09

АВ 7,65

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Зависимость поражения пшеницы озимой пиренофорозом от агротехнологий, 2017 г.

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Фаза вегетации			
		колошение		налив зерна	
		Р, %	R, %	Р, %	R, %
Безотвальный	000	60	5,5	90	7,5
	111	40	1,4	60	5,4
	222	50	3,8	70	5,4
	333	10	0,5	40	2,7
Рекомендуемый (к)	000(к)	60	4,7	90	7,8
	111	30	2,1	70	7,4
	222	40	2,9	80	6,8
	333	10	1,1	50	3,2
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	50	3,1	90	8,0
	111	30	2,5	70	8,0
	222	30	3,1	40	6,2
	333	10	2,0	20	2,3
НСР А		4,77			
В		4,19			
АВ		7,29			

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

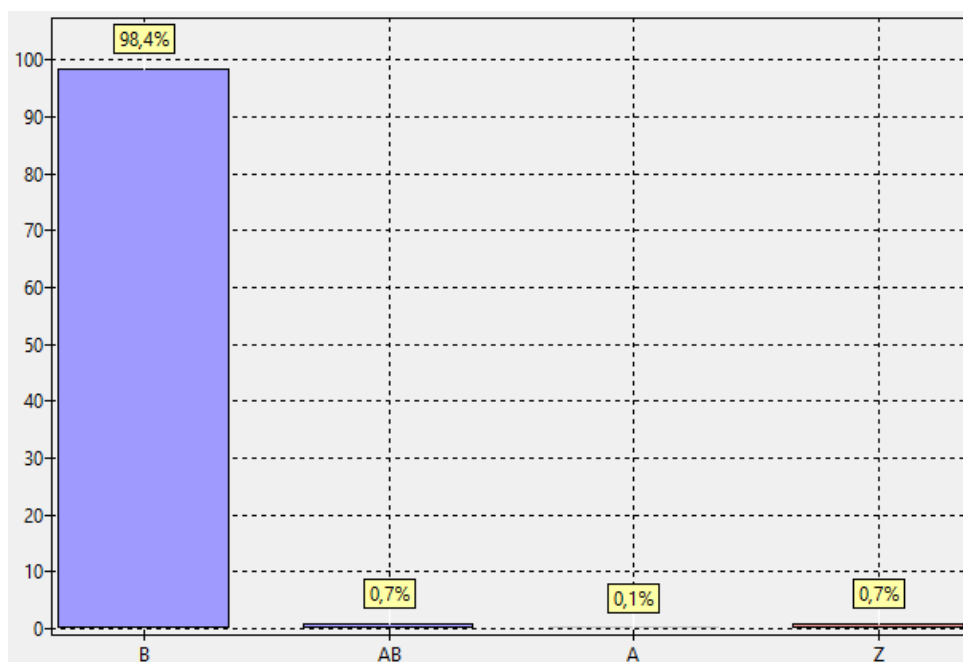
Изменение урожайности зерна пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, т/га (2015 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 0,15
	000	111	222	333	
Безотвальный	5,1	6,9	8,4	8,4	7,2
Рекомендуемый (к)	5,3	7,3	8,1	8,5	7,3
Отвальный	5,1	7,0	8,4	8,3	7,2
Среднее В – НСР 0,19	5,1	7,1	8,3	8,4	Хср.=7,2

Для средних АВ НСР 0,25

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Доля действия факторов на урожайность пшеницы озимой, % (2015 г.)



Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, нормы удобрения, система защиты растений).

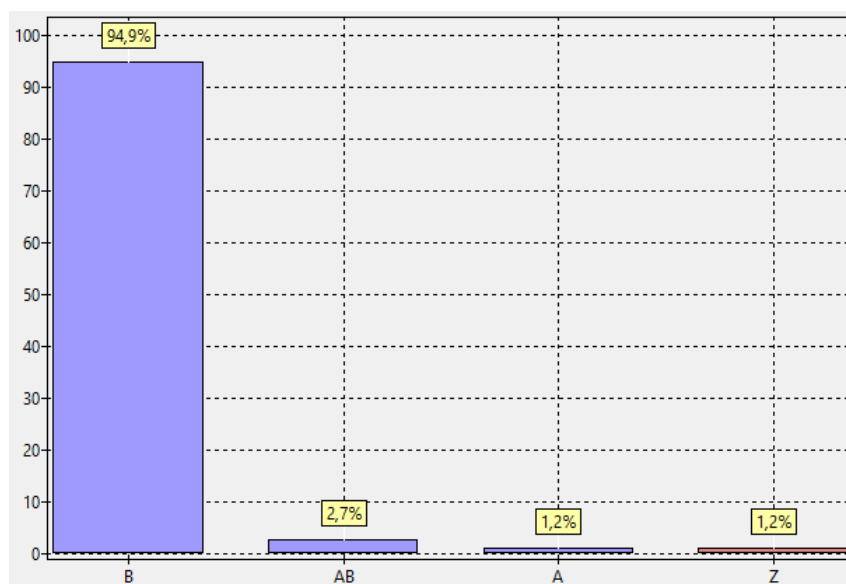
Изменение урожайности зерна пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, т/га (2017 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 0,20
	000	111	222	333	
Безотвальный	5,3	6,6	8,1	9,4	7,3
Рекомендуемый (к)	5,5	7,4	8,5	9,4	7,7
Отвальный	5,2	7,6	7,9	8,7	7,4
Среднее В – НСР 0,19	5,3	7,2	8,2	9,2	Х _{ср.} =7,5

Для средних АВ НСР 0,30

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Доля действия факторов на урожайность пшеницы озимой, % (2017 г.)



Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, нормы удобрения, система защиты растений).

Зависимость показателей структуры урожая пшеницы озимой от агротехнологий, 2015г.

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество колосков в колосе, шт.		Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с 1 колоса, г
			всего	в т.ч. продуктивных		
Безотвальный	000	380	15	13	43,7	1,33
	111	409	18	16	43,6	1,63
	222	490	30	28	45,8	1,61
	333	512	32	28	46,0	1,64
Рекомендуемый (к)	000 (к)	384	16	14	43,8	1,41
	111	449	19	17	44,7	1,63
	222	491	30	28	45,8	1,65
	333	511	32	30	46,4	1,67
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	390	16	14	43,9	1,44
	111	458	18	17	44,7	1,53
	222	510	30	28	46,0	1,64
	333	501	32	28	46,2	1,74

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Зависимость показателей структуры урожая пшеницы озимой от агротехнологий, 2016г.

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие почвы, удобрение, защита растений (фактор В)	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество колосков в колосе, шт.		Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с 1 колоса, г
			всего	в т.ч. продуктивных		
Безотвальный	000	425	16	13	43,3	1,21
	111	515	21	19	44,5	1,40
	222	530	21	19	45,3	1,35
	333	545	20	19	46,1	1,51
Рекомендуемый (к)	000 (к)	400	17	14	43,0	1,30
	111	535	21	19	45,0	1,43
	222	558	22	20	46,2	1,46
	333	588	24	23	46,6	1,51
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	458	17	15	43,4	1,33
	111	526	21	19	44,3	1,45
	222	548	21	20	42,2	1,46
	333	555	23	22	46,6	1,50

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

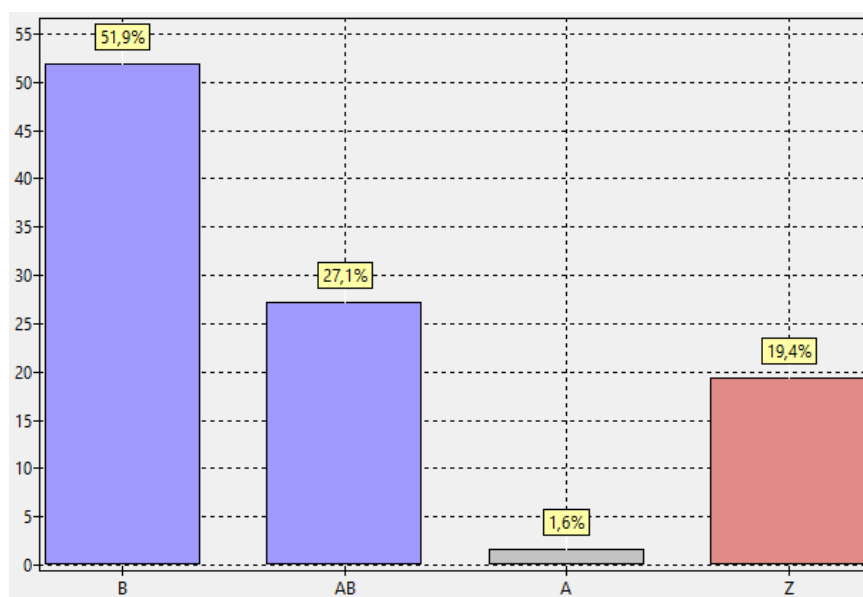
Изменение высоты растений пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, см (фаза созревания, 2016 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 2,09
	000	111	222	333	
Безотвальный	72,0	89,0	92,0	92,0	86,3
Рекомендуемый (к)	79,0	88,0	91,0	91,0	87,3
Отвальный	88,0	85,0	91,0	89,0	88,3
Среднее В – НСР 3,62	79,7	87,3	91,3	90,7	Хср.=87,3

Для средних АВ НСР 5,26

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Доля действия факторов на высоту растений пшеницы озимой, % (фаза созревания, 2016 г.)



Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, нормы удобрения, система защиты растений).

Изменение содержания клейковины в зерна пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, %

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие, система удобрений, система защиты растений (фактор В)	Год		
		2015	2016	2017
Безотвальный	000	21,4	22,3	17,8
	111	22,4	25,3	21,1
	222	27,1	26,6	23,8
	333	28,5	27,5	23,2
Рекомендуемый (к)	000 (к)	22,1	20,6	17,4
	111	26,6	24,1	22,5
	222	27,3	26,6	23,3
	333	28,4	27,1	25,8
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	23,1	23,1	19,5
	111	23,4	26,4	23,5
	222	25,6	27,0	24,7
	333	26,8	27,6	23,9
НСР ₀₅ А		0,55	0,15	0,40
НСР ₀₅ В		0,39	0,51	0,38
НСР ₀₅ АВ		0,80	0,78	0,62

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Изменение показателя натуры зерна пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, г/л

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие, система удобрений, система защиты растений (фактор В)	Год		
		2015	2016	2017
Безотвальный	000	720	730	760
	111	763	815	800
	222	770	785	801
	333	773	765	804
Рекомендуемый (к)	000 (к)	730	690	768
	111	756	785	789
	222	770	825	814
	333	771	850	815
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	740	770	791
	111	750	785	792
	222	754	775	802
	333	767	730	803

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Изменение показателя ИДК зерна пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, усл.ед.

Способ обработки почвы (фактор А)	Плодородие, система удобрений, система защиты растений (фактор В)	Год		
		2015	2016	2017
Безотвальный	000	67,5	73,07	71,3
	111	73,3	67,46	74,9
	222	75,1	69,91	67,9
	333	75,3	67,30	75,2
Рекомендуемый (к)	000 (к)	63,9	66,37	69,4
	111	68,7	70,36	72,4
	222	72,3	71,12	73,0
	333	76,2	71,47	74,6
Отвальный с периодическим глубоким рыхлением	000	67,7	70,67	77,3
	111	69,7	71,06	73,4
	222	80,2	71,67	69,4
	333	80,3	70,14	75,9

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

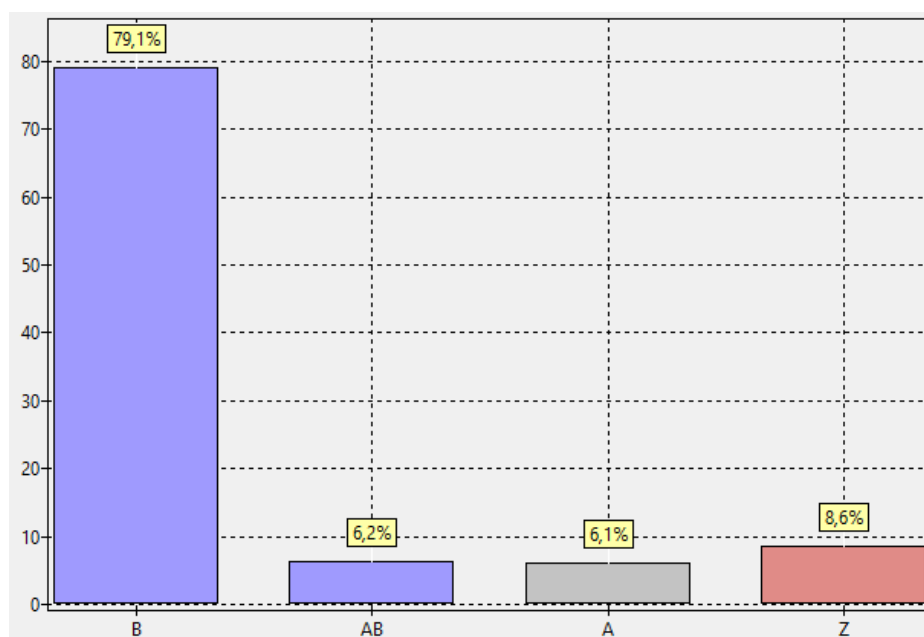
Изменение содержания белка в зерне пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, % (2017 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А НСР 0,71
	000	111	222	333	
Безотвальный	11,9	13,6	14,9	14,3	13,7
Рекомендуемый (к)	12,1	14,3	14,5	15,3	14,1
Отвальный	12,9	14,8	15,1	14,7	14,4
Среднее В – НСР 0,37	12,3	14,2	14,8	14,8	Хср.=14,0

Для средних АВ НСР 0,90

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Доля действия факторов на содержание белка в зерне пшеницы озимой, %
(2017 г.)



Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, нормы удобрения, система защиты растений).

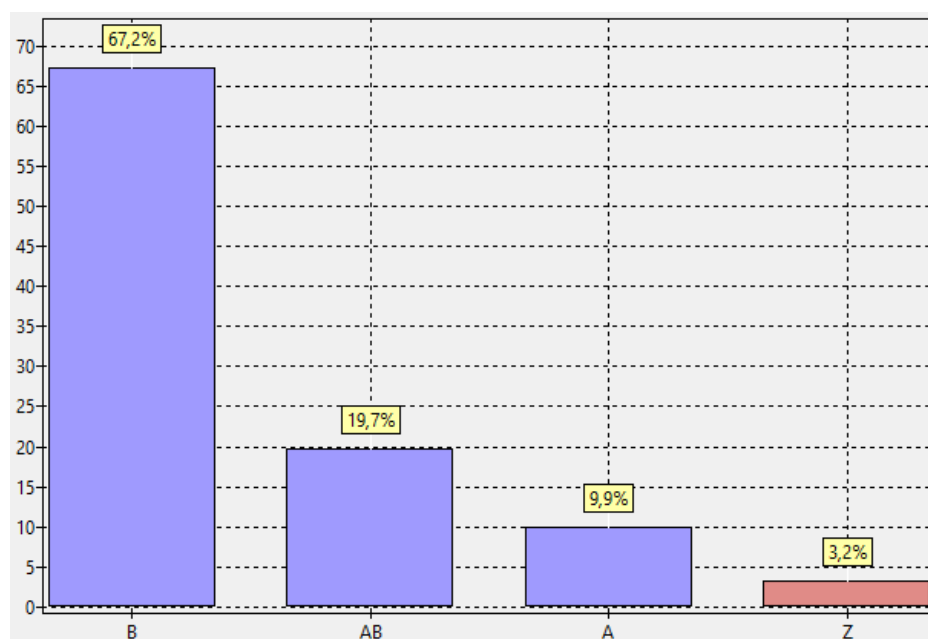
Изменение содержания клейковины в зерне пшеницы озимой в зависимости от агротехнологий, % (2016 г.)

Способ обработки почвы (фактор А)	Фактор В				Среднее А (НСР 0,15)
	000	111	222	333	
Безотвальный	22,2	25,3	26,6	27,4	25,4
Рекомендуемый (к)	20,6	24,0	26,6	27,1	24,6
Отвальный	23,1	23,5	24,7	23,9	23,8
Среднее В – НСР 0,51	22,0	24,3	26,0	26,1	Хср.=24,6

Для средних АВ НСР 0,78

Примечание: 000 – контроль, 111 – без средств защиты растений, 222 – экологически допустимая, 333 – интенсивная.

Доля действия факторов на содержание клейковины в зерне пшеницы озимой, % (2016 г.)



Примечание: фактор А (способ обработки почвы), фактор В (плодородие, нормы удобрения, система защиты растений).

Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на площадь листовой поверхности растений пшеницы озимой, тыс.м²/га (2016 г.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Весеннее кущение	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
0	0	0	6,9	12,5	34,9	6,8
0	2	0	11,6	23,4	45,9	8,4
0	0	2	8,4	13,2	36,7	7,8
0	2	2	13,2	29,3	49,0	9,6
2	0	0	9,3	21,1	38,9	7,0
2	2	0	14,0	30,6	50,5	13,2
2	0	2	9,8	22,1	40,4	7,2
2	2	2	14,1	32,6	52,6	15,8

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на площадь листовой поверхности растений пшеницы озимой, тыс.м²/га (2017 г.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Весеннее кущение	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
0	0	0	8,0	18,9	35,4	6,8
0	2	0	10,0	24,3	38,6	10,5
0	0	2	7,3	18,2	32,4	7,6
0	2	2	12,4	28,2	45,8	12,8
2	0	0	8,6	20,1	34,2	8,0
2	2	0	16,5	31,9	53,6	14,6
2	0	2	9,0	21,9	36,4	8,9
2	2	2	14,6	33,0	54,5	16,9

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на содержание хлорофилла в листьях растений пшеницы озимой, мл/г сырого вещества (2015 г.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
0	0	0	2,05	2,75	2,47
0	2	0	1,85	2,77	2,46
0	0	2	2,01	2,63	2,41
0	2	2	2,45	3,10	3,01
2	0	0	2,12	2,71	3,01
2	2	0	2,14	3,05	3,00
2	0	2	1,87	2,93	3,03
2	2	2	2,65	2,98	2,64

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га P_2O_5)); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 ($N_{140}P_{90}K_{60} + N_{60}$ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на содержание хлорофилла в листьях растений пшеницы озимой, мл/г сырого вещества (2016 г.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
0	0	0	5,12	6,35	5,81
0	2	0	5,86	7,51	4,89
0	0	2	3,98	5,88	5,77
0	2	2	6,37	7,36	7,02
2	0	0	4,04	7,08	6,23
2	2	0	6,31	7,95	5,66
2	0	2	5,19	6,58	6,23
2	2	2	6,44	7,66	5,85

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га P_2O_5); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 ($N_{140}P_{90}K_{60} + N_{60}$ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на содержание каротиноидов в листьях пшеницы озимой, мл/г сырого вещества (2015 г.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
0	0	0	0,55	0,70	0,71
0	2	0	0,51	0,70	0,85
0	0	2	0,56	0,70	0,68
0	2	2	0,65	0,87	0,91
2	0	0	0,57	0,72	0,74
2	2	0	0,56	0,82	0,91
2	0	2	0,50	0,77	0,79
2	2	2	0,70	0,79	0,64

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га P_2O_5)); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 ($N_{140}P_{90}K_{60} + N_{60}$ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на содержание каротиноидов в листьях пшеницы озимой, мг/г сырого вещества (2016 г.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
0	0	0	1,42	1,62	1,59
0	2	0	1,59	1,89	1,21
0	0	2	1,11	1,55	2,29
0	2	2	1,78	1,86	1,77
2	0	0	1,11	1,83	1,55
2	2	0	1,75	1,99	1,16
2	0	2	1,42	1,70	1,62
2	2	2	1,65	1,94	1,36

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га P_2O_5)); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 ($N_{140}P_{90}K_{60} + N_{60}$ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на содержание каротиноидов в листьях пшеницы озимой, мг/г сырого вещества (2017 г.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость
0	0	0	1,09	1,19	1,00
0	2	0	1,57	1,58	1,10
0	0	2	1,09	1,34	0,96
0	2	2	1,25	1,53	1,20
2	0	0	1,44	1,12	1,03
2	2	0	1,31	1,31	1,19
2	0	2	1,25	1,33	1,09
2	2	2	1,13	1,17	1,15

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га P_2O_5)); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 ($N_{140}P_{90}K_{60} + N_{60}$ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Интенсивность разложения клетчатки в почве под посевом пшеницы озимой, % (среднее 2015 г.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Фаза вегетации		
			кущение	колошение	созревание
0	0	0	2,72	3,80	12,31
0	2	0	7,21	10,10	17,13
0	0	2	6,82	7,50	10,21
0	2	2	8,16	10,71	14,36
2	0	0	3,70	5,90	15,43
2	2	0	10,0	12,17	19,32
2	0	2	8,3	8,12	12,51
2	2	2	12,12	16,02	21,11

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га P_2O_5)); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 ($N_{140}P_{90}K_{60} + N_{60}$ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Интенсивность разложения клетчатки в почве под посевом пшеницы озимой, % (среднее 2017 г.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Фаза вегетации		
			кущение	колошение	созревание
0	0	0	13,07	10,05	12,01
0	2	0	14,73	13,06	15,13
0	0	2	15,06	12,17	13,14
0	2	2	18,04	18,11	15,15
2	0	0	12,11	12,04	14,27
2	2	0	19,15	15,73	17,11
2	0	2	13,07	12,95	14,73
2	2	2	21,07	20,11	24,41

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га P_2O_5); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 ($N_{140}P_{90}K_{60} + N_{60}$ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

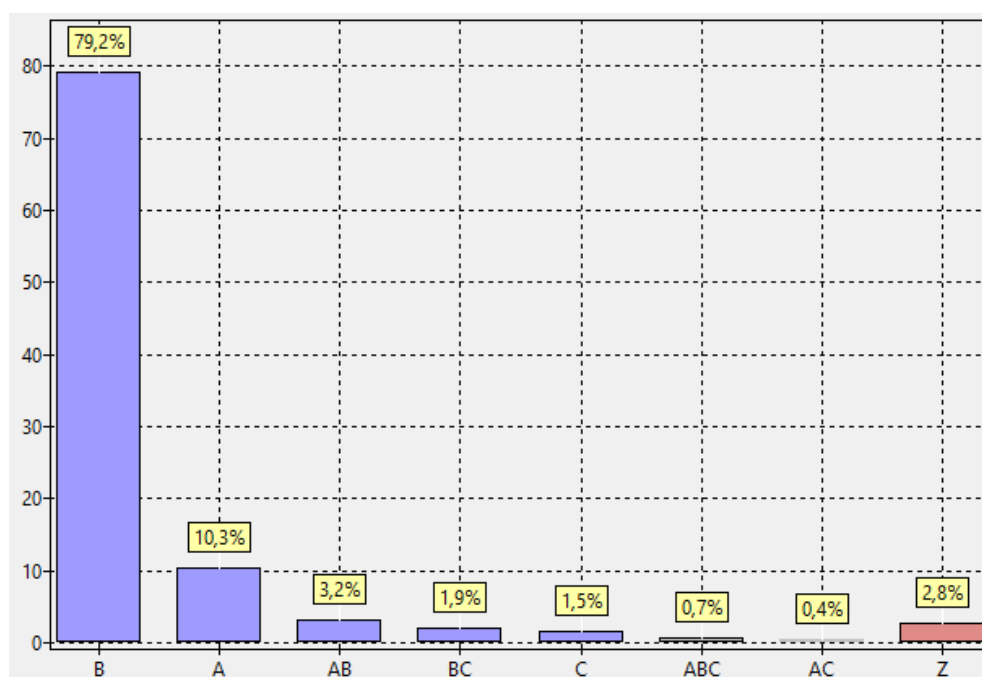
Изменения разложения клетчатки в почве под посевом пшеницы озимой,
% (фаза колошения, 2016 г.)

Плодородие (фактор А)	Система удобрений (фактор В)	Система защиты растений (фактор С)		Среднее АВ НСР 1,13	Среднее А НСР	Среднее В НСР
		0	2			
0	0	6,8	6,8	6,8	8,6	
0	2	10,1	10,7	10,4		
2	0	7,6	7,4	7,5	10,2	7,2
2	2	11,9	14,0	13,0		11,7
Среднее С – НСР 0,44		9,1	9,7	Х _{ср.} = 9,4		

Для средних АВС НСР 1,34

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Доля действия факторов на разложение клетчатки, % (фаза колошения, 2016 г.)



Примечание: фактор А– плодородие; фактор В – система удобрений; фактор С – система защиты растений.

Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на показатели структуры урожая пшеницы озимой, (среднее 2015г.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество продуктивных колосков в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с 1 колоса, г
0	0	0	380	14	43,8	1,41
0	2	0	469	18	44,7	1,59
0	0	2	402	17	44,1	1,44
0	2	2	472	22	45,0	1,64
2	0	0	447	18	43,2	1,55
2	2	0	484	26	45,1	1,65
2	0	2	467	19	44,3	1,55
2	2	2	491	28	45,8	1,65

НСР₀₅ А 4,23

В 3,07

С 5,53

ABC 9,21

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на показатели структуры урожая пшеницы озимой, (среднее 2016 г.)

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество продуктивных колосков в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с 1 колоса, г
0	0	0	400	14	43,0	1,26
0	2	0	470	18	45,2	1,56
0	0	2	420	16	43,0	1,45
0	2	2	476	20	45,4	1,58
2	0	0	453	18	44,5	1,54
2	2	0	492	20	45,7	1,60
2	0	2	464	19	44,7	1,54
2	2	2	558	20	46,6	1,46

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Влияние отдельно плодородия, доз удобрений и системы защиты растений на показатели структуры урожая пшеницы озимой, 2017 г.

Уровень плодородия почвы (А)	Система удобрений (В)	Система защиты растений (С)	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество продуктивных колосков в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с 1 колоса, г
0	0	0	482	16	42,2	1,29
0	2	0	502	19	44,9	1,50
0	0	2	498	17	44,0	1,32
0	2	2	516	20	45,0	1,52
2	0	0	499	17	44,0	1,42
2	2	0	524	20	45,5	1,62
2	0	2	500	18	44,2	1,43
2	2	2	537	20	45,5	1,63

НСР₀₅ А 4,76

 В 4,23

 С 6,13

 АВС 9,12

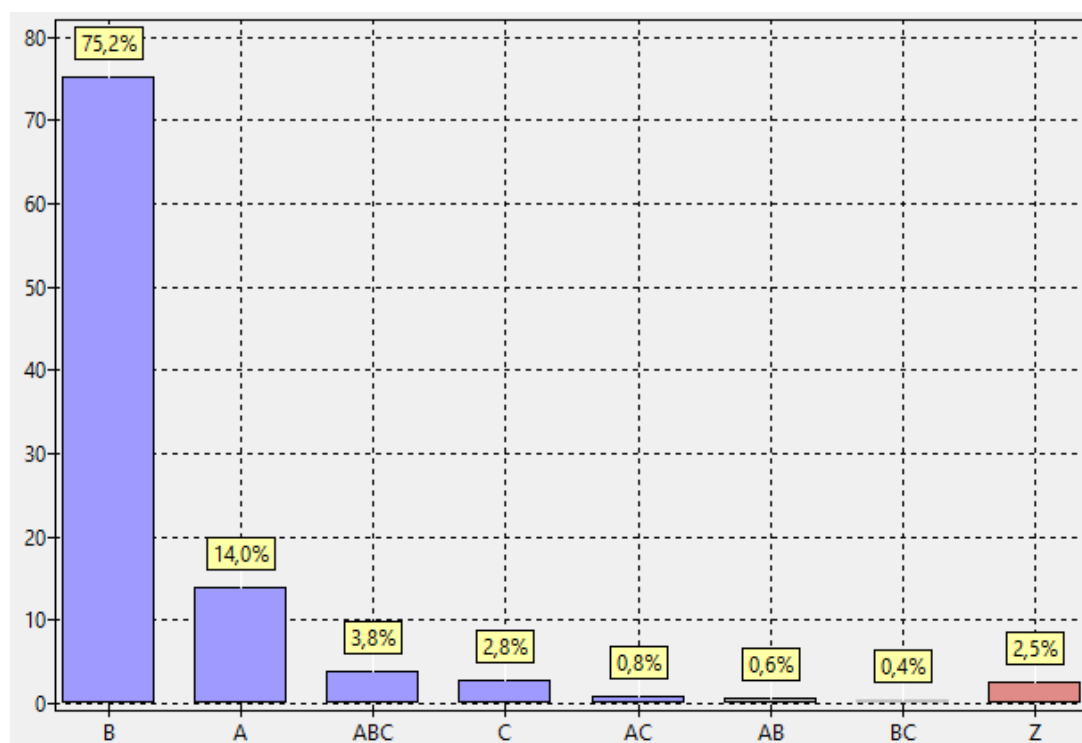
Примечание: ф-актор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); ф-актор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); ф-актор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Изменения урожайности зерна пшеницы озимой при отдельном влиянии плодородия, доз удобрений и системы защиты растений, т/га (2017г.)

Плодородие (фактор А)	Система удобрений (фактор В)	Система защиты растений (фактор С)		Среднее АВ НСР 0,32	Среднее А НСР 0,06	Среднее В НСР 0,32
		0	2			
0	0	5,5	6,2	5,8	6,6	
0	2	7,2	7,4	7,3		
2	0	6,6	6,2	6,4	7,3	6,1
2	2	7,9	8,5	8,2		7,8
Среднее С – НСР 0,16		6,8	7,1	Хср.=6,9		

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га P_2O_5)); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 ($N_{140}P_{90}K_{60} + N_{60}$ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (система защиты растений) – 0 (без применения средств защиты растений); 2 (система защиты растений от сорняков).

Доля действия факторов на урожайность зерна пшеницы озимой, % (2017 г.)



Примечание: фактор А– плодородие; фактор В – система удобрений; фактор С – система защиты растений.

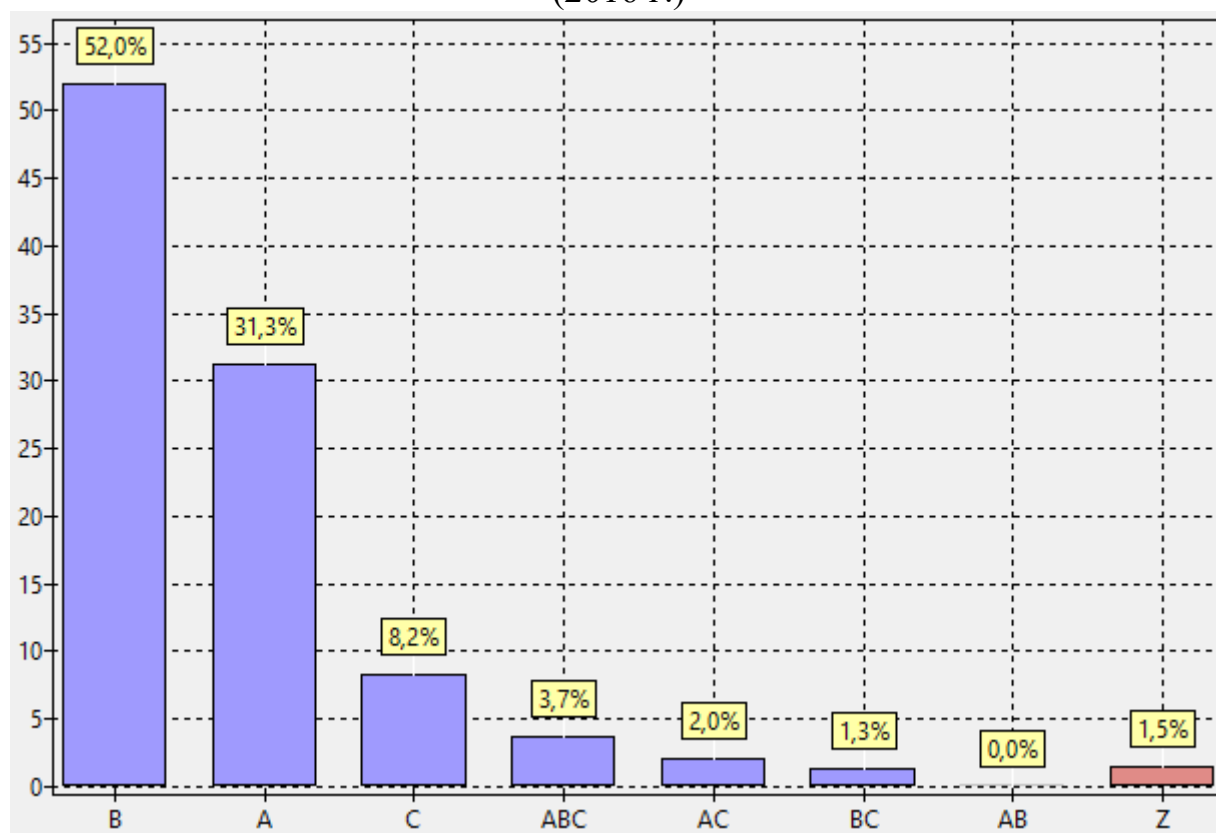
Изменения количества продуктивных побегов пшеницы озимой при отдельном влиянии плодородия, доз удобрений и системы защиты растений, шт./м² (2016 г.)

Плодородие (фактор А)	Система удобрений (фактор В)	Система защиты растений (фактор С)		Среднее АВ НСР 9,55	Среднее А НСР 5,51	Среднее В НСР 4,03
		0	2			
0	0	400	420	410	441	
0	2	470	476	473		
2	0	453	464	458	491,8	434
2	2	492	558	525		499
Среднее С – НСР 6,85		453,8	479,5	Хср.=466,6		

Для средних АВС НСР 10,83

Примечание: фактор А (плодородие) – 0 (исходный уровень плодородия); 2 (повышенный уровень плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га Р₂О₅); фактор В (система удобрений) – 0 (без удобрений); 2 (N₁₄₀P₉₀K₆₀ + N₆₀ при возобновлении весенней вегетации); фактор С (защиты растений) – 0 (без применения гербицида); 2 (с применением гербицида).

Доля действия факторов на количество продуктивных побегов, %
(2016 г.)



Примечание: фактор А– плодородие; фактор В – система удобрений;
фактор С – система защиты растений.