

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

На правах рукописи

УДК: 631.81:631.84:631.175:633.11." 324"

Коржавина Нина Юрьевна

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН
МИКРОУДОБРЕНИЯМИ ЖУСС И ПОДКОРМКИ АЗОТНЫМИ
УДОБРЕНИЯМИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
В ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ**

06.01.04 - агрохимия

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
профессор Бакаева Наталья Павловна

Кинель – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
1.1. Значение азота и микроэлементов в жизни растений пшеницы.....	10
1.2. Влияние удобрений на свойства почвы и урожай.....	15
1.3. Влияние микроудобрений ЖУСС и азотных удобрений на растения озимой пшеницы.....	16
1.4. Показатели качества зерна озимой пшеницы.....	22
1.4.1. Белковые вещества и протеолитические ферменты	23
1.4.2. Углеводный комплекс и амилолитические ферменты.....	27
Глава 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	32
2.1. Характеристика сортов.....	32
2.2. Почвенно-климатические условия в годы проведения исследований	34
2.3. Схема опыта.....	40
2.4. Объекты и методы исследования.....	41
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	
Глава 3. ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ ЖУСС И АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ.....	52
3.1. Динамика нитратных и аммонийных соединений азота в почве.....	52
3.2. Влажность почвы опытного участка.....	55
3.3. Плотность сложения почвы опытного участка.....	57
Глава 4. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ.....	58
4.1. Фенологические наблюдения на посевах озимой пшеницы.....	58
4.2. Аттрагирующая способность колоса озимой пшеницы.....	60
4.3. Физико-химические показатели качества зерна озимой пшеницы...	62
4.4. Урожайность озимой пшеницы и структура урожая.....	66
4.5. Содержание азота в зерне и его вынос с урожаем.....	72
Глава 5. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И АКТИВНОСТЬ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ В ЗЕРНЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ.....	77
5.1. Содержание белка в листьях озимой пшеницы по фазам развития....	77
5.2. Изменение содержания белка в зерне в процессе созревания.....	79

5.3. Общее содержание белка и его фракций в стадии полной спелости зерна озимой пшеницы.....	83
5.4. Активность протеолитических ферментов в зерне озимой пшеницы	88
Глава 6. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ КРАХМАЛА И АКТИВНОСТЬ АМИЛОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ В ЗЕРНЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ.....	93
6.1. Моно-, дисахариды и редуцирующие сахара в зерне озимой пшеницы.....	94
6.2. Крахмал в зерне озимой пшеницы.....	976
6.3. Активность амилолитических ферментов в зерне озимой пшеницы	98
Глава 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ УДОБРЕНИЙ.....	106
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	114
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	120
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	121
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	147

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Важным условием устойчивого развития агропромышленного комплекса страны выступает сохранение, воспроизводство и рациональное использование сельскохозяйственных земель. Воспроизводство плодородия и получение высоких урожаев зерна невозможно без применения удобрений (Носатовский, 1965; Коданев, 1970; Павлов, 1974; Дубовик и др., 2012; Зверева и др., 2013).

Применение удобрений – фактор, легкоуправляемый человеком и оказывающий сильное влияние на баланс питательных элементов в системе почва-удобрение-растение. Удобрения обеспечивают оптимальное питание растений, позволяя реализовывать потенциальную продуктивность растений озимой пшеницы по количеству и качеству урожая (Минеев, 1981; Бугаевский, 2005; Гайсин, 2010; 2014; Костин, 2012; Сорока, 2012; Лебедовский, 2012; Исайчев, 2012; 2013; Мельник, 2012; 2014; Железова, 2014).

Формирование высокого урожая и накопления в нем белка и крахмала является конечным результатом ряда сложных физиолого-биохимических процессов, вследствие которых складываются биохимические показатели качества зерна. Направленность этих процессов, прежде всего, определяется генетическими особенностями сорта, на интенсивность проявления которых большое влияние оказывают погодные условия и технология выращивания (Созинов, 1976; Гайсин, 2007; Баранова, 2009; Титков, 2009; Халгаева, 2011). Регулирование урожайности и биохимических показателей качества растительной продукции возможно за счет применения разработанной для конкретных условий системы удобрения, включающей в себя как азотные удобрения, так и новые, содержащие микроэлементы в легкодоступной для растений форме (Каталымов, 1960; Deverall, 1977; Кабата-Пендиас, 1989; Панасин, 2000; Кузьминых, 2010; Исайчев, 2012; Сорока, 2012; Шеуджен, 2014; Pigorev, 2014). Разработка системы агротехнических приемов выращивания озимой пшеницы предполагает не только получение высоких урожаев с требуемыми показателями качества зерна и

минимальными затратами, но также оптимизацию внесения минеральных удобрений, за счет предпосевной обработки семян. В связи с чем, исследование эффективности предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и подкормки азотными удобрениями при возделывании озимой пшеницы на свойства почвы, урожайность, биохимические показатели качества зерна озимой пшеницы – белка, крахмала, протео- и амилалитических ферментов – является актуальным.

Степень разработанности проблемы. По аналитическим данным положительное действие микроудобрений ЖУСС на растения отмечают многие авторы (Генкель, 1971; Боженко, 1976; Гулянов, 2006; Бобренко и др., 2012), а также доказана эффективность азотных удобрений в повышении урожайности и качества зерна озимой пшеницы, действие которых тесно связано с погодными условиями, сортовыми особенностями, плодородием почвы, агротехническими приемами (Мосолов, 1968; Коданев, 1970; Панников, Минеев, 1987; Жемела и др., 1988; Зотиков и др., 2007; Кучеров, 2007; Зеленский, Текиева, 2012; Мельник, Мартынов, 2012; Никитин, 2014).

В настоящее время применение микроудобрений ЖУСС для предпосевной обработки семян, а также их сочетание с азотными удобрениями при различных климатических условиях и приемах агротехники на посевах озимой пшеницы изучено недостаточно.

Цель исследований: Улучшение свойств почвы, повышение урожайности и биохимических показателей качества зерна озимой пшеницы путем применения предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС, как отдельно, так и в сочетании с подкормкой азотными удобрениями.

Задачи исследования:

1. Оценить влияние применяемых микроудобрений ЖУСС, азотных удобрений, и их сочетания на свойства почвы;
2. Изучить эффективность применяемых удобрений на урожайность, структуру урожая, аттрагирующую способность колоса, физико-химические

показатели качества зерна; определить содержание азота в зерне и его вынос с урожаем;

3. Определить действие удобрений на содержание белка, его фракций и активность протеолитических ферментов в зерне озимой пшеницы;

4. Установить влияние удобрений на содержание моно-, дисахаридов и редуцирующих сахаров, крахмала и активность амилолитических ферментов в зерне озимой пшеницы;

5. Выявить варианты опыта получения максимально возможных количеств урожая, белка и крахмала в зерне озимой пшеницы, в зависимости от применяемых удобрений;

6. Дать экономическую, эколого-экономическую и энергетическую оценку эффективности возделывания озимой пшеницы в зависимости от применяемых удобрений; рассчитать эффективность затрат энергии на формирование белка в зерне озимой пшеницы.

Научная новизна. Впервые в условиях лесостепи Поволжья проведены исследования предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС, как отдельно, так и в сочетании с подкормкой азотными удобрениями на биохимические показатели качества зерна озимой пшеницы.

В результате исследований установлено, что применяемые удобрения эффективно повлияли на накопление азота в почве, урожай и на его структуру, биохимические показатели качества зерна озимой пшеницы сортов Поволжская 86 и Светоч.

При совместном применении удобрений получены результаты, обеспечивающие урожайность зерна до 3-4 т/га, с повышенным содержанием белка и его фракций, крахмала и сахаров, активностей протео- и амилолитических ферментов.

Теоретическая и практическая значимость работы.

На основе проведенных исследований теоретически обоснованы варианты, обеспечивающие максимальную продуктивность при применении предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС-1 в сочетании с подкормкой

аммиачной селитрой – сорта Поволжская 86, а обработка препаратом ЖУСС-2 в комплексе с аммиачной селитрой – сорта Светоч.

Получено зерно озимой пшеницы с высоким содержанием белка и крахмала, до 18 и 62%, соответственно, при применении предпосевной обработки семян микроудобрением ЖУСС-3 в сочетании с подкормкой сульфатом аммония и мочевиной – для сорта Поволжская 86. Для сорта Светоч накопление белка и крахмала достигало 19 и 67%, соответственно, при применении удобрений ЖУСС-1 в сочетании с сульфатом аммония. Эффективность применяемых удобрений меняется в зависимости от погодных условий, плодородия почвы и сортовых особенностей.

Предпосевная обработка семян микроудобрением ЖУСС-3 в сочетании с мочевиной обеспечило получение зерна озимой пшеницы с высокими показателями качества по белково-углеводному комплексу.

Методология и методы диссертационного исследования.

Исследования проводились с использованием полевых методов с 2011-2015 гг. и современных лабораторных методик агрохимического анализа почв, растений и зерна. Проводились определения нитратного и аммонийного азота почвы, урожайности и структуры урожая, биохимических показателей качества зерна озимой пшеницы (Плешков, 1976; Беркутова, 1978; Бакаева, Коржавина, 2015).

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (2011) для двухфакторного опыта с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007.

Основные положения, выносимые на защиту:

- применение микроудобрений ЖУСС-1, ЖУСС-2, ЖУСС-3, как отдельно, так и в сочетании с азотными удобрениями приводит к увеличению доступных форм минерального азота в почве;
- при сочетании микроудобрений ЖУСС с азотными удобрениями увеличивалась урожайность и показатели структуры урожая озимой пшеницы;

– применяемые микроудобрения ЖУСС совместно с азотными удобрениями способствовали повышению содержания белка, его фракций и активности протеолитических ферментов в зерне озимой пшеницы;

– применение микроудобрений ЖУСС и азотных удобрений совместно повышало содержание крахмала и сахаров, а также активность амилолитических ферментов в зерне озимой пшеницы;

– варианты опыта при совместном применении микроудобрений ЖУСС с аммиачной селитрой обеспечивают высокие показатели урожая, белка и крахмала в зерне озимой пшеницы;

– применяемые микроудобрения ЖУСС и азотные удобрения экономически, эколого-экономически и энергетически эффективны.

Степень достоверности.

Данная диссертация является завершенной и самостоятельной научной работой, в которой приведенные результаты принадлежат лично автору, либо получены при непосредственном его участии. Все исследования проведены согласно современным общепринятым методикам в агрохимических исследованиях, физиологии и биохимии растений, методах математической и статистической обработки полученных результатов.

Апробация работы.

Результаты исследований и основные положения диссертационной работы докладывались на: научно-практическом форуме «Неделя науки» (Кинель, 2014); Всероссийской научно-практической конференции «Химия в сельском хозяйстве» (Уфа, 2014); Всероссийской научно-методической конференции с международным участием «Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России», посвященной 85-летию Ивановской государственной сельскохозяйственной академии имени Д.К. Беляева» (Иваново, 2015); 7-й Международной научно - практической конференции «Агротехнический метод защиты растений» (Краснодар, 2015); научно-практическом форуме «Неделя науки» (Кинель, 2015); Всероссийской

молодежной конференции-школе с международным участием «Достижения химии в агропромышленном комплексе» (Уфа, 2015); Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Молодые ученые в решении актуальных проблем науки» (Троицк, 2015); II Всероссийской молодежной конференции-школе с международным участием «Достижения химии в агропромышленном комплексе» (Уфа, 2016); Результаты исследований включены в отчеты о НИР кафедры «Землеустройство, почвоведение и агрохимия», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА за 2013-2015 гг.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 15 научных статей, в том числе 7 в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК министерства образования и науки РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения и 7 разделов, выводов, заключения, рекомендаций производству, списка литературы, приложений. Диссертационная работа изложена на 153 страницах, документирована 31 таблицами, иллюстрирована 16 рисунками и 4 схемами. Список используемой литературы включает 236 наименований, в том числе 35 на иностранном языке.

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Значение азота и микроэлементов в жизни растений пшеницы

Урожайность озимой пшеницы и качество зерна в значительной мере зависят от обеспеченности растений элементами минерального питания на протяжении всей вегетации. Согласно Ф.М. Пруцкову (1976), при соблюдении правил агротехники озимая пшеница может давать высокие и устойчивые урожаи в разных почвенно-климатических зонах нашей страны.

Потребление озимой пшеницей питательных веществ зависит от наличия их в почве, условий выращивания, возраста и развития растений, сортовых особенностей, приемов возделывания и других факторов. Озимая пшеница отзывчива на минеральные удобрения на всех типах почв и дает высокие прибавки урожая зерна (Губанов, Иванов, 1988; Fitzpatrick, 2012; Исайчев и др., 2013; Железова и др., 2014; Жданов и др., 2015).

Растениям в больших количествах помимо углерода, водорода и кислорода, необходимы также макроэлементы, к которым относится азот, фосфор, калий, сера, кальций и магний. В значительно меньших количествах растениям требуются микроэлементы, но которые жизненно необходимы для нормального роста и развития растений. К микроэлементам относятся: железо, марганец, бор, цинк, медь, молибден, хлор и некоторые другие (Боженко, 1976; Chandrasekaran и др., 2010).

Количественное содержание элементов, входящих в состав растительных тканей (семян), изменяется в зависимости от вида растения, вида почв и уровня их плодородия (Jones, 2003; Вильдфлуш и др., 2011; Неринг и др., 2012; Вакалова, 2013).

Влияние азота на рост и развитие растений пшеницы

Азот относится к одним из важных элементов питания, является незаменимой частью всех аминокислот, белков, нуклеиновых кислот, а также входит в состав хлорофилла, липоидных компонентов мембран, витаминов,

фотосинтетических пигментов, различных коферментов и др. (Дэвис и др., 1996; Нестерова, Брыкина, 2004; Muurinen и др., 2007; Pallardy, 2008; Ермохин и др., 2015).

Нуклеиновые кислоты являются носителями наследственных свойств живых организмов и играют важную роль в обмене веществ. Азот является важнейшей составляющей хлорофилла, без которого невозможны процессы фотосинтеза и образования органических веществ. Азот, входящий в состав ферментов, катализирует жизненные процессы в растительных организмах (Madhava Rao и др., 2006; Ерошенко, 2010).

В растениях содержание азота изменяется в зависимости от вида растения, его возраста, почвенно-климатических условий, приемов агротехники и т.д. Наибольшее его количество отмечается в вегетативных частях молодых растений, которые затем по мере старения передвигаются в появившиеся листья и побеги. Причем, в первой половине вегетации в органах синтезируются азотсодержащие органические вещества, процесс новообразований белков и рост растений, в дальнейшем, после цветения происходит более интенсивный гидролиз азотсодержащих веществ и передвижение продуктов гидролиза в репродуктивные органы, где они используются для образования белков зерна (Каталымов, 1960; Kasarda и др., 1976; Панников, Минеев, 1987).

Все злаковые культуры, в том числе и озимая пшеница, чувствительны к недостаточному азотному питанию и довольно хорошо отзываются на внесение удобрений. Изменения содержания азота в почве происходит намного чаще, чем других элементов питания. Пшеница поглощает азот на протяжении всей вегетации, начиная с момента образования и функционирования корней до полного созревания.

Растения пшеницы, выращенные при нормальной обеспеченности азотом, отличаются быстрым ростом и характерной темно-зеленой окраской. Азот стимулирует развитие листьев и стеблей. Недостаток приводит к нарушению нормального роста и деления клеток, ослаблению кущения, изменению окраски. Также возможно снижение интенсивности синтеза протеина, если не будет

достаточного количества азота для данного процесса (Woodman, Engledow, 1974; Емельянова, Резниченко, 1970; Третьяков, 1998; Roberts, Johnston, 2007).

Озимая пшеница требовательна к удобрениям по сравнению с другими зерновыми, что связано с корневой системой и слабой способностью поглощать труднорастворимые вещества из почвы. За короткий весенний период озимая пшеница успевает усвоить основную массу питательных веществ – 78-92% азота, 75-88% фосфора и 85-88% калия, количество которых в почве недостаточно для формирования стабильных урожаев высокого качества. А в связи с тем, что ранней весной при возобновлении роста в почве содержится мало растворимых питательных веществ, растения уже нуждаются в подкормках (Морару, 1987; Кудашкин, Гайсин, 2010; Кузнецова, 2010).

Роль микроэлементов

Медь играет важную роль в жизни растений и не может быть заменена каким-либо другим элементом. Медь участвует в процессах фотосинтеза, влияет на образования хлорофилла и препятствует его разрушению. Под действием меди повышается как активность пероксидазы, так и синтез белков, углеводов и жиров. Кроме того, медь повышает интенсивность дыхания. Особенно важно участие меди в окислительно-восстановительных реакциях. В клетках растений эти реакции протекают при участии ферментов, в состав которых входит медь и является составной частью ряда важнейших окислительных ферментов – полифенолоксидазы, аскорбинатоксидазы, лактазы, дегидрогеназы и др. Все указанные ферменты осуществляют реакции окисления переносом электронов с субстрата к молекулярному кислороду, который является акцептором электронов. В связи с этой функцией валентность меди в окислительно-восстановительных реакциях изменяется (от двухвалентного к одновалентному состоянию и обратно).

Медь участвует в процессах дыхания, азотного обмена, биосинтеза хлорофилла в растительном организме и фиксации молекулярного азота, превращения его в аминокислоты во время вегетации растений, что улучшает качественные показатели – количество сухого вещества, снижение нитратов,

увеличение аскорбиновой кислоты. Хороший уровень обеспечения растений медью повышает устойчивость растений к грибковым и бактериальным заболеваниям, различным видам головни, полеганию и увеличению засухо-морозо-жароустойчивости растений.

Недостаток меди вызывает у растений понижение активности синтетических процессов и ведет к накоплению растворимых углеводов, аминокислот и других продуктов распада сложных органических веществ (Каталымов, 1960; Анспок, 1990; Ненько и др., 2006)

Бор активирует ряд ферментов и способствует правильному прорастанию пыльцевых зерен и росту пыльцевых трубочек, увеличению количества цветков и плодов, оказывает влияние на белковый обмен и положительно влияет на способность растений противостоять неблагоприятным погодным условиям. Ионы бора играют существенную роль в процессах оплодотворения. Недостаток бора приводит к снижению урожайности и качеству сельскохозяйственных культур, нарушению процесса созревания семян. Этот микроэлемент необходим растениям в течение всего вегетационного периода. Борное голодание сопровождается нарушением углеводного и белкового обмена, вследствие чего в тканях накапливаются сахара и аммиачный азот. Это выражается в отмирании верхушечных почек и мелких корешков, осыпании завязи, изменении окраски листьев до красной или бронзовой. Недостаток бора проявляется, прежде всего, на молодых частях растения, ввиду того, что бор не может реутилизироваться, так как не поступает из стареющих органов в молодые.

Значительное количество бора накапливается в органах цветка, при недостатке же бора заведомо возникает стерильность и происходят изменения в тканях репродуктивных органов (Безуглова, 2003; Спицына и др., 2004; Харитонова и др., 2009; Черкасов и др., 2012).

Молибден как микроэлемент, занимает одно из первых мест по своему практическому значению в круговороте азота в земледелии. Действие молибдена влияет на процессы восстановления нитритов, нитратов и гидроксилamina до аммиака и биосинтез аминокислот, а также участвует в биохимических процессах,

связанных с фиксацией молекулярного азота. Велика роль молибдена в процессах превращения азота, синтезе аминокислот и белков. Молибден участвует в углеводном, белковом, фосфорном и кальциевом обмене, синтезе хлорофилла и витаминов. Входя в состав ряда физиологически важных окислительно-восстановительных ферментов, молибден регулирует в растительных организмах энергетические процессы. Молибден помогает легче переносить ночные перепады температур, летний зной и засуху. Все эти процессы взаимосвязаны. Недостаток приводит к глубокому нарушению обмена веществ у растений, снижению содержания белков, накоплению нитрат-ионов (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989; Никляев, 2000; Чурзин и др., 2013).

Цинк входит в состав многих ферментов, в т.ч. в состав дыхательного фермента, усиливает активность пероксидазы, каталазы, липазы, протеазы, инвертазы. Как и другие микроэлементы, цинк играет важную роль в белковом, липоидном, углеводном и фосфорном обмене веществ, в биосинтезе витаминов и ростовых веществ – ауксинов, а при резкой смене температур повышает жаро- и морозоустойчивость растений.

Недостаток цинка способствует нарушению обмена веществ, происходит распад белков под действием фермента рибонуклеазы, который подавляется при достаточной обеспеченности почвы цинком. При дефиците цинка в растениях задерживается образование сахарозы, крахмала и ауксинов, нарушается образование белков, вследствие чего в них накапливаются небелковые соединения азота, и нарушается фотосинтез. Это ведет к подавлению процесса деления клеток и влечет за собой морфологические изменения листьев – деформацию и уменьшение листовой пластинки, и стеблей – задержку роста междоузлий, т.е. к торможению роста растений (Корякина, 1974; Бровкин, Соколенко, 2010).

1.2. Влияние удобрений на свойства почвы и урожай

Содержание питательных веществ в растениях озимой пшеницы зависимо от запасов их в почве, которые способны изменяться в широких пределах. Соединения азота в зерне и соломе сильно варьируют, в отличие от фосфора и калия, где изменения выражены слабее (Панников, Минеев, 1987).

Азот является важным питательным элементом для озимой пшеницы на протяжении всей вегетации и доступен растениям главным образом в форме минеральных соединений – аммонийных и нитратных. Питание растений на ранних этапах роста и развития преимущественно обеспечивается за счет нитратной формы азота, так как почвенный азот очень недолгое время сохраняется в аммиачной форме (Минеев, Павлов, 1981).

Исследования, проведенные в Оклахоме, посвященные определению доступности азота или способности почв обеспечивать растения нитратами путем инкубации почвенных образцов в условиях определенной температуры и влажности, показали, что нитраты, накопившиеся к моменту посева в почвенном профиле глубиной 120 см, служат определенным индикатором запасов азота в почве. Нормы азотных удобрений рассчитывали исходя из предполагаемого урожая, измерений влажности почвы и запасов азота в почве (Woodman, Engledow, 1924; Mosier и др., 2004).

К настоящему времени накоплен большой экспериментальный опыт о зависимости урожайности зерна и его химического состава от удобрений. Действие удобрений на урожай и качество зерна значительно повышается, если дозы и соотношения питательных элементов увязываются с условиями выращивания пшеницы: плодородием почвы, особенностями климата, комплексом агротехнических и мелиоративных мероприятий. Задача специалистов сельского хозяйства разработать такую систему удобрений и агротехнических приемов, которые полностью удовлетворяли бы требования высокопродуктивных сортов пшеницы. Общее требование для всех зон

выращивания пшеницы – создание оптимального режима питания растений в течение всей вегетации.

В лесостепи Поволжья большое значение имеют сроки внесения азотных удобрений. Так, на черноземах Самарской области весенняя подкормка азотными удобрениями в дозе N_{30} повышала содержание белка в зерне озимой пшеницы Альбидум 11 с 15,2 до 17,2% (Минеев, Павлов, 1981; Новичкова, 2010; Никитин, 2014; Костин и др., 2014).

Также результаты полевых опытов, проведенных на дерновоподзолистой среднесуглинистой почве А.В. Мельниковым (2012) показывали, что для обеспечения благоприятного режима азотного питания растений озимой пшеницы весной во время возобновления вегетации необходимо проведение ранневесенней азотной подкормки. С учётом технологических особенностей проведение ранневесенней азотной подкормки следует признавать время наступления физической спелости почвы. Показано, что ранневесенняя азотная подкормка повышает в основном урожайность озимой пшеницы на 0,9-2,1 т/га и в меньшей степени влияет на качество зерна. Проведение азотных подкормок в более поздние фазы роста и развития пшеницы (образование флагового листа – начало колошения) оказывает меньшее влияние на формирование урожая, но улучшает качественные показатели зерна: повышаются содержание в зерне белков и клейковины, упругость теста и сила муки, водопоглотительная способность муки, объём хлеба, валориметрические показатели теста и общие хлебопекарные качества зерна.

1.3. Влияние микроудобрений ЖУСС и азотных удобрений на растения озимой пшеницы

Для более полной реализации потенциала озимой пшеницы на современном этапе необходимо создание гибких наукоёмких технологий возделывания, которые, несомненно, позволят увеличить валовые сборы зерна высокого качества. Большое значение в агротехнике сельскохозяйственных культур играет

регулирование роста и развития растений, в том числе с помощью физиологически активных веществ, которые можно отнести к малозатратным элементам агротехники, что обусловлено широким спектром их воздействия на растения, возможностью направленно действовать на различные этапы органогенеза, следовательно, повышать урожайность и качество сельскохозяйственной продукции.

Как показывают исследования И.А. Гайсина, Ф.А. Хисамеевой (2009), во многих регионах России отмечается довольно низкий уровень использования основных макроудобрений, а также недостаточное содержание основных микроэлементов, что в свою очередь влияет на величину и качество получаемой продукции.

Микроудобрения играют важную роль во многих физиологических и биохимических процессах. Обоснованное применение микроудобрений способно увеличивать коэффициент использования азотных, фосфорных и калийных удобрений в 1,5 и более раза. Микроэлементы, прежде всего, изменяют биохимическую направленность обмена веществ в растениях, связанную с активностью ферментов. Установлено их значение в ускорении развития растений и процессах оплодотворения. В состав комплексных удобрений ЖУСС (жидкие удобрительно-стимулирующие составы) входят основные микроэлементы, содержащие два дефицитных микроэлемента (бор, медь, цинк, марганец, молибден и др.) в хелатной форме, необходимые растениям для нормального роста и развития. Составы ЖУСС помимо микроэлементов в различных комбинациях включают некоторое количество азота и серы. Хелаты представляют собой металлоорганические комплексы, в которых хелатирующий агент прочно удерживает ион металла в растворимом состоянии вплоть до момента поступления в растение. По своей структуре они близки к природным элементам, поэтому обладают высокой биологической активностью и хорошей усвояемостью (Каталымов, 1960; Муртазин и др., 2006; Харитоновна и др., 2009; Сорока, 2012; Пахомова, Гайсин, 2008).

Одним из наиболее эффективных приемов по воздействию на растительные организмы является предпосевная обработка семян различными химическими веществами. Обработка семян, в том числе и микроэлементами, предотвращает заболевания растения, а также способствует лучшей всхожести, ускорению созревания, увеличению количества и качества урожая.

При обработке семян растворами солей различных микроэлементов происходят глубокие внутренние изменения в плазме зародыша, которые сохраняются и передаются взрослому растению, по средствам клеточного деления. Применяемые микроэлементы в комплексном взаимодействии или по отдельности воздействуют на семена, способствуя увеличению содержания углеводов в листьях и стеблях.

По литературным данным, положительные результаты получены при обработке семян в связи с тем, что воздействие происходит не на сформировавшееся растение, а на его зародыш и растению легче приспособиться к неблагоприятным условиям внешней среды. Но также внутренние изменения в семенах для дальнейшего развития организма могут быть как положительными, так и отрицательными, в зависимости от условий произрастаний. Большое значение имеет и физиологические особенности растения (Добролюбский, 1956; Гаитов, Кантюкова, 2010).

Ценность и оригинальность комплексных микроудобрений ЖУСС заключается в том, что обоснованное их применение обеспечивает мощное развитие корневой системы и площади листьев, увеличение прочности хлорофилл-белкового комплекса и водоудерживающую способность, повышение засухо- и морозоустойчивости. Применение микроудобрений ЖУСС, содержащие различные сочетания микроэлементов, значительно влияют на обмен веществ, активизируют ферментные комплексы, защитные механизмы и повышают иммунитет растений (Järvan и др., 2008; Гайсин и др., 2010).

Основу препаратов ЖУСС составляют комплексные соединения, где лигандами выступают аминоспирты (моно-, ди- и триэтаноламин). Показано положительное влияние ЖУСС на физиолого-биохимические и продукционные

процессы у растений пшеницы, обусловленное адаптогенным и антиоксидантным действием препарата (Прохоренко и др., 2008).

Исследования В.И. Титкова и др. (2009) проведенные в Оренбургском Предуралье на черноземах южных, показали, что инкрустация семян яровой мягкой пшеницы микроэлементами (молибденом, медью и бором) повышала полевую всхожесть семян на 1,3-2,5%. На этих же вариантах увеличилась по отношению к контролю сохранность растений соответственно на 7,6; 8,9 и 9,4%. Визуальными наблюдениями установлено, что в вариантах с микроэлементами более интенсивно происходит набухание семян, возрастает энергия их прорастания. Под действием микроэлементов появление всходов наблюдалось в среднем на 1-2 дня раньше, чем в контроле, где семена замачивались в воде. Обработка семян микроэлементами вызывает увеличение продуктивности отдельных растений и их количества на единицу площади перед уборкой. Молибден и медь способствовали значительному развитию как вегетативных, так и репродуктивных органов. Наибольшее количество растений перед уборкой было отмечено на вариантах, где семена обрабатывались молибденом, медью и бором.

Исследования показали, что применение молибдена, меди и бора в течение всех лет проведения опытов стабильно обеспечивало повышение урожайности зерна яровой пшеницы в сравнении с контролем соответственно на 0,13; 0,14 и 0,18 т/га.

По результатам исследований М.И. Кудашкина и др. (2010), проводимых в опытном поле Мордовского НИИСХ на посевах озимой пшеницы сорта Московская 39, увеличение урожайности с 3,61 до 4,00 т/га (на 10,8%) наблюдалось на фоне инкрустации семян микроудобрением ЖУСС-2 (медь-, молибденсодержащим составом).

Результаты исследований И.А. Гайсина и др. (2010), проводимые на посевах яровой пшеницы на серых лесных почвах республики Татарстана, где изучалось влияние некорневой подкормки препаратом ЖУСС-3 как отдельно, так и в сочетании с азотными удобрениями, показали, что наиболее эффективно способствовало повышению урожайности и улучшению его качественных

характеристик микроудобрение ЖУСС-3 в качестве некорневой подкормки в фазу колошения, а максимальный агрономический эффект был получен при использовании препарата ЖУСС-3 совместно с азотом.

По данным Н.А. Кузнецовой (2010), проводившей исследования на серой лесной почве среднесуглинистого механического состава опытного поля Учхоза Казанского ГАУ на посевах яровой пшеницы сорта Люба и МиС с применением микроудобрения ЖУСС-2, наблюдалось увеличение урожайности без снижения технологических показателей качества зерна. Натура, стекловидность, массовая доля белка и сырой клейковины, группа и класс во всех опытных вариантах не отличались от контроля.

По результатам исследований Ю.А. Гулянова, Д.Ж. Досова (2012), на посевах озимой пшеницы с использованием микроудобрений ЖУСС-1 и ЖУСС-2 в качестве некорневой подкормки, наивысшая урожайность была отмечена в опыте с применением препарата ЖУСС-1 (медь, бор), и составила 35,2-38,0 ц/га, прибавка составила 9,5-11,7%. Повышение урожая произошло за счет обработки посевов микроудобрением ЖУСС, что повлияло на сохранность и общую выживаемость растений, способствуя формированию оптимального стеблестоя, увеличению числа продуктивных стеблей на единицу площади.

Согласно исследованиям Е.А. Черкасова и др. (2012) предпосевная обработка семян яровой пшеницы микроудобрениями ЖУСС-2 в дозе 2,0 л/т и ЖУСС-3 в дозах 1,5 и 2,0 л/т позволила повысить количество зерен в колосе и массу зерна с колоса. Количество продуктивных стеблей и масса 1000 зерен увеличивалось при обработке семян препаратами ЖУСС-2 и ЖУСС-3 в дозах 2,0 и 2,5 л/т. Результаты исследований показали, что предпосевная обработка семян препаратами ЖУСС способствует повышению урожайности. Применение микроудобрения ЖУСС-3 оказалась более эффективной. Лучшие результаты были получены при дозе 2,0 л/т, где прибавка урожайности составила 0,35 т/га (17,0%), а при уменьшении и увеличении доз прибавка несколько снижалась и составляла 0,18-0,26 т/га, соответственно. При обработке семян ЖУСС-2 наиболее

эффективной была доза 2,0 л/т, позволяющая повысить урожайность на 0,24 т/га (11,7%).

В целом по аналитическим данным положительное действие микроудобрений ЖУСС на растения отмечают многие авторы (Генкель, 1971; Боженко, 1976; Гулянов, 2006; Бобренко и др., 2012). Препараты ЖУСС представляют собой источник дефицитных микроэлементов для растений, а также являются полифункциональными составами, проявляя защитные и стимулирующие действия, что способствует обеспечению оптимизации питания растений и позволяет существенно повысить агрономическую и экологическую эффективность земледелия.

Многочисленными исследованиями также доказана эффективность **азотных удобрений** в повышение урожайности и качества зерна озимой пшеницы, действие которых тесно связано с погодными условиями, сортовыми особенностями, плодородием почвы, агротехническими приемами (Мосолов, 1968; Коданев, 1970; Панников, Минеев, 1987; Жемела и др., 1988; Зотиков и др., 2007; Кучеров, 2007; Зеленский, Текиева, 2012; Мельник, Мартынов, 2012; Никитин, 2014).

Большое значение имеет весенняя подкормка озимых из расчета 20-30 кг азота на 1 га. Подкормки проводят в фазы колошения и налива зерна. Наибольшее влияние на синтез белковых веществ, которые составляют основу протоплазмы, оказывают азотные удобрения, внесенные в период интенсивного роста – период от появления ассимиляционной поверхности и усиленного развития корневой системы до начала цветения. При недостатке в данный период азота ослабевает положительное действие других элементов питания, в частности, калийных удобрений, положительно воздействующие на рост и формирование репродуктивных органов только при определенном уровне азотного питания (Мосолов, 1968; Опенько, 2012; Панасин, 2000; Сержанов, 2013; Кореньков, 1973; Pigorev, Tarasov, 2014).

1.4. Показатели качества зерна озимой пшеницы

Качество зерна представляет собой комплекс взаимосвязанных показателей. Большое значение имеют такие показатели как стекловидность, натура зерна, масса 1000 зерен, количество и качество клейковины и др. (Долгополова и др., 2009; Koslovsky и др., 2009; Мельник, Мартынов, 2012; Кузина и др., 2013).

Стекловидность зерна считается косвенным критерием для оценки содержания белка, мукомольных и хлебопекарных свойств пшениц. Стекловидность характеризует консистенцию эндосперма, которую по результатам анализа разделяют на 3 группы: стекловидная, частично стекловидная и мучнистая. В зависимости от сортовых особенностей существует зависимость между стекловидностью зерна, содержанием в нем белка и клейковины (Моисеева, 1975; Глуховцев и др., 2015).

Натура зерна характеризует массу единицы объема. Натура зависит от плотности укладки зерна в определенном объеме или от скважистости зерновой массы, влажности и засоренности зерна (Янова и др., 2008; Шустер, 2014; Ярцев, Байкасанов, 2014).

Масса 1000 зерен характеризует размер зерен, а также их выполненность. Данный показатель зависит от условий выращивания, сортовых особенностей и расположения зерновок внутри колоса. Условия выращивания оказывают значительное влияние на массу зерен, которая может изменяться в широких пределах от 20 до 50 г. (Дулов, Блинова, 2007; Konvalina и др., 2009; Жданов и др., 2015).

Клейковина образует структурную основу, вязко-эластичные свойства теста, способные удерживать углекислый газ, влияющие на важнейшие показатели силы муки и качества выпекаемого хлеба. Качество клейковины – решающий фактор в определении хлебопекарных свойств зерна. Под качеством клейковины понимают комплекс ее физических и физико-химических свойств – эластичность, упругость, растяжимость, связность, способность к набуханию. Количество и качество клейковины изменяется в зависимости от региона

произрастания, агротехники возделывания, климатических условий. Большое значение в улучшении качества клейковины имеют генетически обоснованные сортовые особенности (Hertel, 1974; Gauer и др., 1992; Мухитов, Косилов, 2011; Каракулев и др., 2012; Захарова и др., 2016).

1.4.1. Белковые вещества и протеолитические ферменты

Зерно пшеницы включает в себя множество веществ, необходимых для нормального развития и жизнедеятельности человека и животных. Пшеница является основным источником растительного белка. Содержание белков в зерне злаковых сравнительно невысокое, но их качество определяет биологическую, пищевую и кормовую ценность зерна. Белок зерновок пшеницы состоит из нескольких тысяч белков, выполняющие различные функции – структурные, запасные, защитные, транспортные, каталитические, энергетические и др. Основное количество белков являются ферментами, обеспечивающие жизнедеятельность клеток в период формирования и налива зерна, а также развитие растений при прорастании семени (Созинов, 1983; Carlile, 2006; Бакаева, Салтыкова, 2007; Баранова, 2009; Забродкин, 2012; Зверева и др., 2012; Peltonen-Sainio и др., 2012).

По способности неодинаково растворяться в различных растворителях белки зерна пшеницы делятся на: альбумины – растворимые воде, глобулины – растворимые в солевых растворителях, проламины – растворимые в 60-80%-ном этиловом спирте и глютелины – растворимые в слабых растворах щелочей (Конарев, 1980; Плешков, 1980; Морару, 1987; Дэвис и др., 1996; Бакаева, Коржавина, 2015).

Содержание белка в зерне озимой пшеницы может изменяться в широких пределах от 9 до 25%. Синтез белка в зерне пшеницы на 2/3 происходит за счет реутилизации из вегетативных органов азотистых веществ, накопившихся к началу цветения и на 1/3 – за счет азота, накопленного в период формирования, налива и созревания зерна корневой системой (Плешков, 1976; Головоченко,

Киселева, 2005; Пасынкова, 2014; Пряхина и др., 2014). Синтезирование белков происходит как на свободных рибосомах, так и на прикрепленных к мембранам, и регулируется генетически. Накопление азотистых веществ вегетативными органами и корневой системой может изменяться в зависимости от погодных условий вегетационного периода, уровня увлажнения, особенностей сорта, азотных удобрений и других элементов минерального питания (Минеев, Павлов, 1981; Павлов, 1984; Завалин, 2003; Ионова и др., 2009; Сабоиев и др., 2010; Пасынкова, Завалин, 2012).

Для пищевого и кормового использования пшеничного зерна большое значение имеют запасные белки, которые составляют основную часть белка и обуславливают хлебопекарные достоинства муки. Проламины и глютелины относятся к клейковинообразующим белкам, так как их молекулы способны в водной среде быстро объединяться и образовывать густую сеть тяжей (Емельянова, Резниченко, 1970; Козьмина, 1976; Павлов, 1984; Кулеватова и др., 2014). От количества и качества клейковины зависят реологические свойства теста, а соответственно объем хлеба и пористость мякиша в нем. Качество клейковины зависит от сортовых особенностей, но без благоприятных почвенно-климатических и агротехнических условий выращивания практически невесом. Изменение качества клейковины у одного и того же сорта при различных климатических условиях, методах агротехники и обеспеченности почвы питательными веществами показано во многих исследованиях (Емельянова, Резниченко, 1970; Казаков, Карпиленко, 2005; Бакаева, Салтыкова, 2007; Дубовик, 2007; Денисова, 2010; Жарихина, 2013; Волкова, 2014; Агафонов, 2015; Глуховцев и др., 2015).

Накопление запасных веществ в зерновках злаковых складывается из последовательных этапов: формирования зерновок – органов запаса, поступления в них ассимилятов, превращения поступивших соединений в запасные вещества и отложения их в неактивной форме. В зерновках злаковых культур в запас в определенных частях клетки после многочисленных превращений откладываются высокомолекулярные вещества – крахмал и белок, накопление которых в

различные фазы развития неодинаково (Павлов,1974; Жемела и др., 1988; Кучеров, 2007; Зеленский, Текиева, 2012; Вострокнутов, 2012; Мельник, Мартынов, 2012; Пасынкова, 2014; Железова и др., 2014; Горянин, 2015).

Одним из методов агротехники с целью получение зерна пшеницы с высоким содержанием белка является применение удобрений. Помимо азота, фосфора и калия, для нормального роста и развития озимой пшеницы, необходимы микроэлементы: медь, молибден, бор, цинк, марганец и др. Микроэлементы входят в состав ферментов, витаминов, гормонов и способствуют большему поглощению макроэлементов. В экспериментальных исследованиях А.Х. Шеуджена и др. (2014) показано, что включение микроудобрений в систему удобрений при выращивании озимой пшеницы положительно повлияло на минеральное питание растений, количество и качество урожая. Медь и цинк увеличили содержание белка в зерне соответственно на 1,3 и 1,1%, клейковины – на 3,8 и 3,4%.

Протеолитические ферменты

Протеазы относятся к классу гидролаз, катализирующие расщепление белков, которые подразделяются на две группы: протеиназы и пептидазы. Пептидазы катализируют гидролитическое расщепление полипептидов и дипептидов. Протеиназы производят непосредственно гидролиз белков, при этом из белка образуются пептоны – продукты неполного гидролиза белков – полипептиды и свободные аминокислоты (Кретович, 1958; Лазарева, 1973; Voisen, 1983; Казаков, Карпиленко, 2005; Brett, 2009). Под действием протеолитических ферментов белки распадаются до аминокислот. Активность протеаз в здоровом, не проросшем зерне не велика. Действие ферментов зависит от молекулярной структуры субстрата. При соединении фермента с активным веществом (субстратом), молекулы субстрата становятся более активными, энергетический уровень молекул значительно возрастает вследствие поляризации, смещения электронов, деформации связей. После образования фермент-субстратного комплекса молекулы субстрата поднимаются на более высокий энергетический уровень, в связи с чем, для преодоления ими энергетического барьера требуется

меньше энергии. Субстрат соединяется со строго определенными, сравнительно небольшими участками фермента, вследствие того, что молекула фермента значительно больше, чем молекулы веществ. Фермент-субстратный комплекс является легкообратимым процессом, ввиду того, что соединение фермента с субстратом происходит за счет водородных связей, ион-дипольных взаимодействий и др., а ковалентные связи в данных комплексах не образуются.

Сущность действия фермента состоит в том, что происходит направление реакции по путям, снижающим энергию активации, необходимую для протекания данной реакции. Фермент активно участвует в реакции, но выходит из нее в первоначальном состоянии. Отличительной особенностью ферментов является то, что фермент катализирует лишь одну химическую реакцию, не сопровождаемую побочными продуктами, и идет с выходом 100% (Козьмина, Кретович, 1951; Плешков, 1976; Никитина и др., 2013).

Большое влияние на действие протеолитических ферментов оказывает способность белка в большей или меньшей степени сопротивляться действию фермента, которое зависит от сортовых особенностей культуры. Белки одного сорта легче поддаются расщеплению под действием фермента, другого сорта – атакуются меньше (Heldt, 2005). Это обстоятельство оказывает воздействие на белки при тестоведении, различающиеся по физическим свойствам клейковины и, соответственно, хлебопекарным достоинствам.

Интенсивность действия протеолитических ферментов, направленных на расщепление белка зависит от определенных химических группировок (например, сульфгидрильных, аминных и оксигрупп), присутствующих в белке и структуре белка – первичной, вторичной и третичной. Отсутствие этих групп приводит к изменению атакуемости белков ферментами. При восстановлении дисульфидных связей скорость расщепления белка протеиназами возрастает, а блокирование оксигрупп бензилированием или ацетилированием понижает атакуемость белка (Казаков, Кретович, 1980; Карачева, 2010; Кузьминых, 2010).

1.4.2. Углеводный комплекс и амилолитические ферменты

Основная часть сухого вещества зерна состоит из углеводов, которые представлены крахмалом, клетчаткой, гемицеллюлозой, пентозанами, в небольшом количестве содержатся сахароподобные полисахариды – ди- и трисахариды – и простые сахара (глюкоза, фруктоза). Преобладающая доля углеводов, содержащихся в зерне пшеницы, приходится на крахмал, который создает основу растительной клетки, непосредственно участвует в энергетических процессах и откладывается в виде запасных питательных веществ, а также является энергетическим источником при прорастании семян (Носатовский, 1965; Duffus, 1979; Ильченко, 2008; Мамадюсуfoва и др., 2013; Кондратенко и др., 2015).

Крахмал в зерне пшеницы в основном накапливается в эндосперме в виде зерен и отсутствует в зародыше, оболочках и алейроновом слое. Содержание крахмала в зерне зависит от условий выращивания и может изменяться в широких интервалах – от 49 до 73%. Крахмал состоит из амилопектина (на 75-80%) и амилозы (на 20-25%). Структура зерен крахмала и их связь с белком определяют консистенцию эндосперма – от мучнистой до стекловидной. В процессе хлебопечения крахмал играет важную роль и выполняет ряд функций: являясь источником сбраживаемых углеводов, подвергается гидролизу под действием амилолитических ферментов; участвует в процессе формирования теста за счет высокой водопоглотительной способности; клейстеризации при выпечке, за счет поглощения воды. В процессе клейстеризации, крахмальные зерна в горячей воде увеличиваются в объеме, становятся более рыхлыми, тем самым легче поддаются действию амилолитических ферментов. Температура клейстеризации пшеничного крахмала составляет 62-65°C (Sandstedt, Barer's Dis, 1961; Коданев, 1976; Козьмина, 1978; Казаков, 1992; Исайчев и др., 2012).

Состояние крахмальных зерен, их крупность и целостность, влияют на консистенцию теста, содержание в нем сахаров, и водопоглотительную

способность. Более мелкие и поврежденные зерна связывают больше влаги в тесте, чем крупные и плотные. Крахмал обладает способностью связывать воду до 80%, под воздействием ферментов в процессе брожения теста образуются сахара с выделением газа, что обуславливает пористость хлеба (Пруцков, 1976; Куркаев и др., 1977; Кретович, 1981; Губанов, Иванов, 1988; Костин и др., 2012; Лухменев, 2014).

Содержание сахаров в спелом зерне пшеницы находится на уровне 3-6%, основная часть которых сосредоточена в зародыше, в эндосперме они распределяются преимущественно в периферийной части и меньше в центре. Сахара представлены моносахаридами – глюкозой и фруктозой, дисахаридами – сахарозой, и трисахаридами – рафинозой. Их важная роль заключается в начальный период роста и развития зародыша, а также имеют определенное значение и при выпечке хлеба: сахара необходимы для нормального развития дрожжей и молочнокислых бактерий в тесте (Глуховцева, 1977; Pigorev, Tarasov, 2014).

Накопление углеводов в зерне пшеницы происходит в большей степени благодаря прямому фотосинтезу ассимилирующих органов в период налива зерна, в меньшей – реутилизации углеводов из вегетативных органов. Отток углеводов из вегетативных органов зависит от уровня азотного питания, при недостаточном содержании в почве азота, процент реутилизации из органов растения повышается (Полонский, Герасимов, 2009; Ерошенко, 2010; Рахимов и др., 2011).

Поступление в развивающееся зерно углеводов, образованных в результате фотосинтеза в период налива зерна, осуществляется при участии всех органов, содержащие хлорофилл и способные к фотосинтезу: листья, стебли, колосковые и цветковые чешуи, ости, листовые влагалища. Основное количество углеводов у злаковых культур в фазе формирования зерна поступает из верхних листьев, нижние листья утрачивают способность к снабжению. На ранних этапах развития ассимиляты из нижних листьев перетекают в верхние растущие листья, а начиная с фазы колошения, в колос ассимиляты поступают только из верхних листьев. Также было установлено, что у растений пшеницы флаговый лист участвует в

снабжении продуктами фотосинтеза колосьев, а листья второго и третьего ярусов обеспечивают ассимилятами корни. В процессе налива зерна главную роль в снабжении зерна углеводами занимает колос, так как колосья значительно дольше остаются зеленым и не утрачивают способность к фотосинтезу, в отличие от листьев, а колосковые и цветковые чешуи имеют хорошо развитую ассимиляционную и водоносную ткани. Количество углеводов в зрелом зерне складывается из поступивших в зерновки углеводов продуктов фотосинтеза за исключением углеводов, потраченных на дыхание (Коновалов, 1981; Ионова и др., 2009; Кудашкин и др., 2010; Пасынкова, Завалин, 2012).

Направленность и интенсивность оттока ассимилятов зависит от условий минерального питания. При недостатке одного из элементов минерального питания – азота, фосфора или калия – затормаживается процесс оттока ассимилятов. Усиление азотного питания положительно проявляется на отток ассимилятов только в том случае, когда растение испытывало дефицит данного элемента, при отсутствии азотного голодания дополнительное внесение азота может привести к торможению оттока ассимилятов. Однако, повышение продуктивности фотосинтеза целого растения в условиях усиленного азотного питания происходит экстенсивным путем, за счет увеличения площади ассимиляционной поверхности и продолжительности жизнедеятельности листьев (Минеев, Павлов, 1981; Третьяков, 1990; Мельник, Фомочкин, 2014; Пасынкова, 2014).

В растениях на протяжении всей жизнедеятельности происходят изменения углеводов, особенно, глубинные превращения, отмечают при отложении их в запасных органах, а также при прорастании семян. Усиленное образование углеводов, интенсивный отток растворимых углеводов из листьев к зерну и синтез крахмала в нем, происходит на стадии молочной спелости зерна до начала восковой спелости. При наступлении восковой спелости зерна приток растворимых углеводов прекращается. Изменение углеводного комплекса пшеницы происходит в зависимости от сортовых особенностей и условий выращивания, а также при повреждении зерна сельскохозяйственными

вредителями (Зотиков и др., 2007; Шаболкина, Чичкин, 2009; Исайчев и др., 2013; Дубовик, Виноградов, 2014).

Амилолитические ферменты (амилазы) воздействуют на крахмал с образованием декстринов и мальтозы. Декстрины представляют собой высокомолекулярные вещества, являются промежуточными продуктами расщепления крахмала в результате воздействия амилаз и кислот. В конечном счете, расщепление крахмала амилолитическими ферментами заканчивается образованием мальтозы и постепенным изменением формы крахмальных зерен, а при расщеплении под действием кислот – глюкозы (Buonocore, Si-lano, 1986; Huang, 2001; Гридина и др., 2014).

Податливость крахмала действию амилолитических ферментов, атакуемость крахмала, неодинакова и изменяется в зависимости от сорта или разных частей одного и того же растения. Действие амилаз на крахмал возрастает с уменьшением размеров крахмальных зерен, т.е. с увеличением их относительной поверхности, поэтому для увеличения активности фермента необходимо механически изменить структуру зерен, при растирании в ступке или при помоле зерна на мукомольных предприятиях. Таким образом, скорость расщепления крахмала под действием амилолитических ферментов зависит не только от количества и активности фермента, но и от атакуемости субстрата (Christensen и др., 1969; Плешков, 1980; Ряховский и др., 2005; Мусынов, 2007).

Амилолитические ферменты выполняют важную роль в оценке качества зерна и муки, т.к. процесс брожения и накопления сахара в тесте зависит от скорости образования мальтозы, что в свою очередь связано с активностью амилаз. α -Амилаза обладает большей термостабильностью и может действовать во время выпечки хлеба, в отличие от β -амилазы. В непроросшем зерне пшеницы содержится только β -амилаза, α -амилаза образуется только при прорастании (Сафонова, 1964; Рядчиков, 1978; Савчук и др., 2002). Амилолитические ферменты (амилазы) воздействуют на крахмал. α -Амилаза превращает крахмал в декстрины, образуя небольшое количество мальтозы. β -Амилаза воздействует на крахмал или на декстрины, образуя значительное количество мальтозы.

Совместное действие α - и β -амилаз приводит практически к полной гидролизации крахмала, так как декстрины осаживаются достаточно легко.

Технологическое значение амилолитических ферментов различно. β -амилаза, способствует накоплению сахаров, необходимых для спиртового брожения в тесте за счет осаживания крахмала, а α -амилаза, ухудшает качество хлебных изделий, превращая крахмал в декстрины. Декстрины по сравнению с крахмалом плохо набухают в воде. Мякиш с повышенным содержанием декстринов становится липким и влажным даже при нормальной влажности хлеба (Дэвис и др., 1996; Heldt, 2005).

Глава 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены на кафедре садоводства, ботаники и физиологии растений, ФГБОУ ВО Самарской ГСХА.

2.1. Характеристика сортов

Сорт озимой пшеницы Поволжская 86

Авторы сорта: Иванников В.Ф., Маслова Г.Я., Китлярова Н.И., Борисенков Ю.П., Егорцев Н.А.

Родословная: / (Лютесценс 68 × Велютиnum 97) × Велютиnum 97 / × Лютесценс 666. Включен в Госреестр по Средневолжскому региону. Разновидность лютесценс. Куст прямостоячий. Соломина прочная, полая, опушение верхнего узла среднее, на верхнем междоузлии сильный восковой налет. Флаговый лист с сильным восковым налетом на влагалище и листовой пластинке, антоциановая окраска ушек средняя. Колос цилиндрический, белый, средней длины и плотности, с длинными остевидными отростками на 1/4 колоса. Колосковая чешуя яйцевидная, нервация средне выражена, опушение внутренней стороны сильное. Зубец средний, прямой. Плечо среднее, закругленное. Киль выражен средне. Зерно среднее, яйцевидное, окрашенное, хохолок длинный, бороздка неглубокая. Масса 1000 зерен 32-42 г. Зимостойкость на уровне стандарта. Высота растений 72-86 см. По устойчивости к полеганию незначительно превышает стандартный сорт. Хлебопекарные качества хорошие. Ценная пшеница. Сорт среднеспелый, вегетационный период 305-312 суток. Засухоустойчив во все фазы развития. В полевых условиях устойчив к твёрдой и пыльной головне, бурой листовой ржавчине и корневым гнилям. В средней степени восприимчив к мучнистой росе.

Содержание белка 13,7-14,9%, клейковины 32,5-44,8%, качество клейковины I-II группы. Урожайность 4,9-7,0 т/га.

Сорт пользуется спросом в сельскохозяйственном производстве Средневолжского и других регионов страны за высокую урожайность, стабильность качества зерна и устойчивость к неблагоприятным факторам перезимовки – вымоканию, выпреванию, возврату весенних холодов (Васин и др., 2001).

Сорт озимой пшеницы Светоч

Сорт озимой мягкой пшеницы Светоч создан в Самарском НИИСХ им. Н.М. Тулайкова (Самарская область) методом отбора из гибридной популяции (Чайка X Кавказ) × Дон 85.

Авторы: В.А. Киселев, В.В. Князьков, С.Р. Князькова, А.Ф. Сухоруков. Сорт включен в Госреестр селекционных достижений с 2005 года.

Родословная: из гибридной популяции (Чайка × Кавказ) × Дон 85. Включен в Госреестр по Средневолжскому региону. Рекомендуется для возделывания в Самарской области. Разновидность эритроспермум. Куст полупрямостоячий. Опушение верхнего узла слабое. Восковой налет на колосе и листовой пластинке флагового листа средний, на верхнем междоузлии и влагалище флагового листа сильный. Колос пирамидальный, средней плотности, белый. Ости размещены по всей длине колоса, на конце колоса средней длины. Нижняя колосковая чешуя на внутренней стороне имеет среднее опушение и крупный рисунок. Плечо закругленное, средней ширины. Зубец умеренно изогнутый, средней длины. Зерновка яйцевидная, окрашенная, хохолок длинный. Масса 1000 зерен 38-43 г. Урожайность в среднем за 2000-2010 годы в конкурсном испытании составила 35,7 ц/га, с колебаниями по годам от 59 ц/га в благоприятный, до 19 ц/га в острозасушливый 2010 год. Содержание белка в зерне 13-14%, сырой клейковины 28-37%. Качество клейковины от удовлетворительного до хорошего, в зависимости от условий выращивания.

Среднеспелый сорт. Вегетационный период 308-329 дней. Зимостойкость повышенная, на уровне или несколько ниже сорта Мироновская 808. Высота растений 69-94 см. По устойчивости к полеганию превышает Безенчукскую 380

до 0,5-1,0 балла. Засухоустойчивость и устойчивость к осыпанию на уровне стандарта Безенчукская 380. По хлебопекарным качествам характеризуется как удовлетворительный филлер. Сорт мягкой озимой пшеницы Светоч устойчив к полеганию, к осыпанию, засухоустойчивый. Зимостойкость сорта средняя. Сорт слабовосприимчив к мучнистой росе, восприимчив к бурой ржавчине.

Характерной биологической особенностью сорта Светоч является быстрый темп весеннего роста, его способность формировать продуктивный колос в условиях дефицита влаги в почве в осенний период и при посеве в конце допустимых сроков сева (Васин и др., 2001).

2.2. Почвенно-климатические условия в годы проведения исследований

Исследования по изучению изменения урожайности и биохимических показателей качества зерна озимой пшеницы в лесостепи Заволжья на фоне применения предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и подкормки различными азотными удобрениями проводили на опытном поле кафедры «Землеустройство, почвоведение и агрохимия», ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, которое находится в центральной зоне Самарской области или южной части лесостепи Заволжья. Почвы в данной зоне в основном выщелоченные, обыкновенные и типичные черноземы среднегумусные среднемошнные тяжелосуглинистые. Рельеф опытного поля выровненный, облесенность окружающей территории 8-10% (Агроклиматический справочник по Куйбышевской области, 1956; Отчеты о НИР, 2011-2015).

Почва – чернозем типичный среднегумусный среднемошнный тяжелосуглинистый. Этот подтип черноземной почвы занимает свыше 20% всей территории Самарской области и преобладает в лесостепной зоне Заволжья. Данная почва имеет реакцию среды (рН) близкую к нейтральной, среднее содержание гумуса, сравнительно большую поглонительную способность. Эта почва по своим физико-химическим и водным свойствам отвечает требованиям

успешного возделывания ведущих полевых культур (Агроклиматические ресурсы Куйбышевской области, 1968; Панников и др., 1987; Ишкова, 2012).

Метеорологические условия за период с 2010-2015 гг. представлены в приложениях 1-5.

Погодные условия лета 2010 г. создали сильное иссушение почвы ко времени посева озимой пшеницы. Осадки, выпавшие в третьей декаде августа (28 мм) создали увлажнение верхнего слоя почвы и обеспечили прорастание семян и появление всходов. В сентябре и первой половине октября осадков выпало на 60% меньше нормы, что также не способствовало осеннему развитию растений.

Устойчивый снежный покров в 2010 г. сформировался в обычные сроки. Промерзание почвы было слабым, февральские морозы не привели к промерзанию глубже 47 см. Это свидетельствует о том, что условия перезимовки сложились достаточно благоприятные.

В результате таяния мощного снежного покрова весной в почву поступило значительное количество влаги. В мае и июне температурный режим удерживался в диапазоне 15-20°C при достаточном количестве осадков. Все это создавало благоприятные условия для кущения растений, способствовало нормальному росту и развитию, формированию хорошего фотосинтетического аппарата.

В период с 26 июня по 31 июля 2011 г, отмечалась атмосферная засуха, которая способствовала более быстрому созреванию культур, не благоприятствовала наливу зерна и оказалась сдерживающим фактором для формирования высокого урожая.

Общее количество осадков за период с температурами выше +10°C составило 328 мм, что вдвое больше среднегодового значения. Гидротермический коэффициент оказался равным 1,2 и характеризует условия вегетационного периода 2011 г. как влажные (Самохвалова, 2011). Климаграмма метеорологических условий за период вегетации 2010-2011 гг. представлена на рисунке 1.

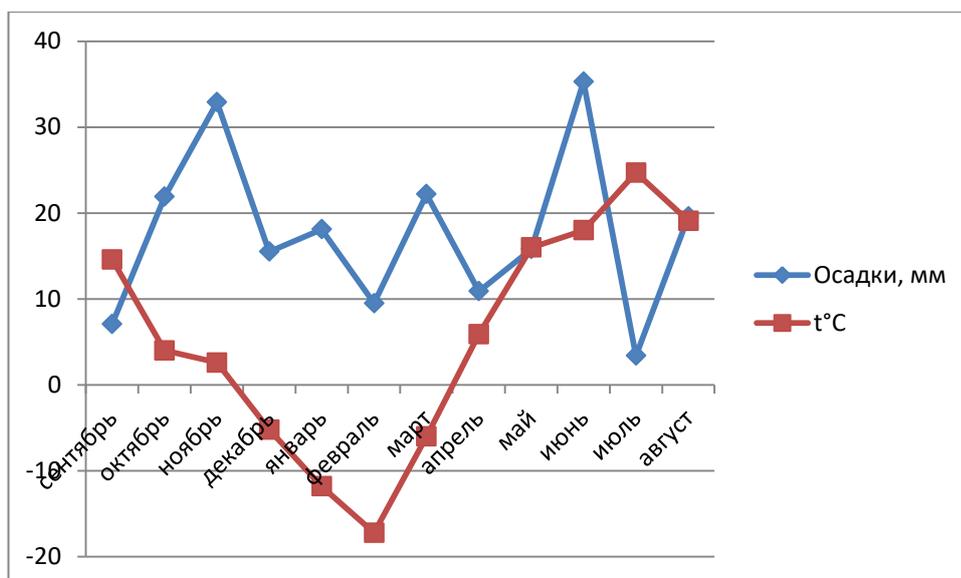


Рисунок 1 – Климаграмма метеорологических условий за период вегетации д 2010-2011 гг.

Температурные условия осени 2011 г. (августа и сентября) сложились благоприятно для посева озимой пшеницы. Продолжительность периода активной вегетации составила 185 дней, что на 37 дней дольше обычного. Нарастание тепла весной 2012 года шло значительно интенсивнее, чем в среднем году. Сумма активных температур (выше 10°C) составила 3475 градусов, что на 925 градусов выше среднееголетнего значения. В целом по температурным условиям 2012 год характеризуется как вполне благоприятный. Количество осадков за отчетный год выпало 462 мм, что на 12,7% больше среднееголетнего количества. Существенно больше «нормы» осадков выпало в марте – 74,8мм при среднееголетнем количестве 24,0мм. Также повышенное количество осадков отмечено в июне. Гидротермический коэффициент составил 0,66 (Самохвалова, 2012). Климаграмма метеорологических условий за период вегетации 2011-2012 гг. представлена на рисунке 2.

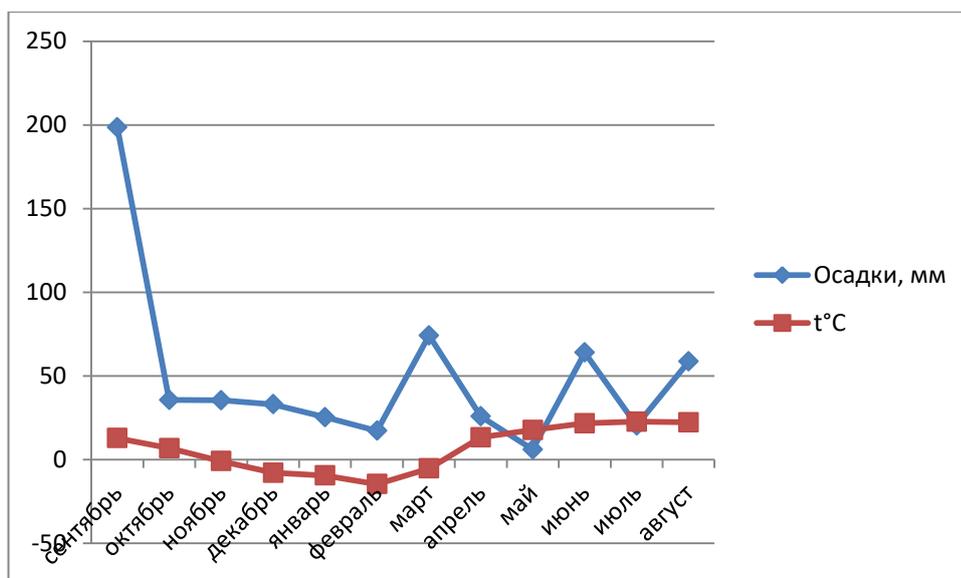


Рисунок 2 – Климаграмма метеорологических условий за период вегетации 2011-2012 гг.

Критических погодных явлений поздней осенью 2012 г. и в начале зимы 2012-2013 гг. не отмечалось. В сочетании с достаточным количеством осадков в августе 2012 г., а также в сентябре и октябре условия прорастания семян озимой пшеницы, начального роста и кущения характеризовались как хорошие. Зимний период был теплее обычного с превышением среднемноголетней нормы осадков на 40,6%. Критических морозов не отмечалось и условия перезимовки можно характеризовать как удовлетворительные, хотя отсутствие достаточного снежного покрова при низких температурах ухудшало условия перезимовки.

Нарастание тепла весной 2013 года шло значительно интенсивнее среднего года, начиная с апреля и мая месяцев. Сумма активных температур в 2013 г. (выше 10°C) составила 2986 градусов, количество осадков за год составило 548,6 мм, что на 3,1% больше среднемноголетнего количества.

В марте осадков выпало на уровне среднемноголетнего значения, в апреле количество превысило среднемноголетнюю норму в 1,9 раза, что способствовало пополнению запасов влаги в почве и благоприятно в дальнейшем сказалось на посевах озимых культур. Май оказался засушливым с превышением температуры воздуха на 3,4°C.

По общему количеству осадков за период вегетации, гидротермическому коэффициенту, отсутствию неблагоприятных погодных условий и наличию большого количества тепла можно считать 2013 год в целом благоприятным для роста и развития озимой пшеницы (Самохвалова, 2013). Климаграмма метеорологических условий за период вегетации 2012-2013 гг. представлена на рисунке 3.

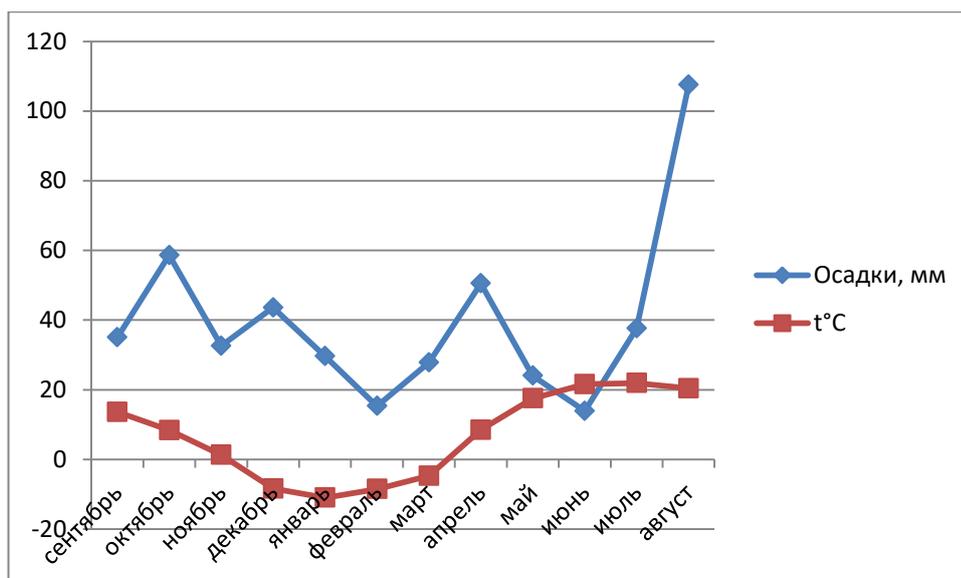


Рисунок 3 – Климаграмма метеорологических условий за период вегетации 2012-2013 гг.

Погодные условия осени 2013 г. сложились благоприятно для посевов озимой пшеницы, температурный режим соответствовал норме, осадки способствовали пополнению почвенной влаги, обеспечивали прорастание семян и дальнейшее осеннее развитие. Промерзание почвы зимой 2013-2014 гг. началось уже в ноябре, при отсутствии снежного покрова. Однако слабые морозы не способствовали глубокому промерзанию, которое к началу декабря достигло всего лишь 15 см. Устойчивый снежный покров сформировался 1 декабря и, благодаря обилию зимних осадков промерзание почвы было незначительным. Это свидетельствует о том, что условия перезимовки озимых культур сложились достаточно благоприятно.

В результате таяния мощного снежного покрова весной 2014 г. в почву поступило значительное количество влаги. Жаркий и сухой период с мая по июнь способствовал ускорению развития растений и кущению в более сжатые сроки. Сумма активных температур достигла 2869 градусов, количество осадков за год составило 353,5 мм (Самохвалова, 2014). Климаграмма метеорологических условий за период вегетации 2013-2014 гг. представлена на рисунке 4.

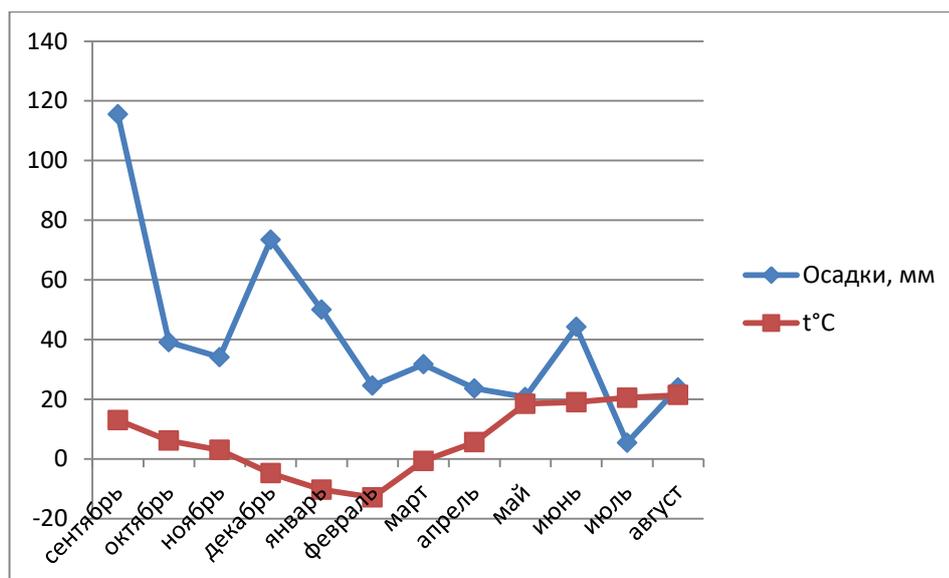


Рисунок 4 – Климаграмма метеорологических условий за период вегетации 2013-2014 гг.

Осенний период 2014 года можно охарактеризовать как теплый. Количество осадков за данный период выпало 75,7 мм, что на 47,3 мм ниже среднеголетних значений. Особенно засушливым был сентябрь.

Зимний период также был теплее обычного на 4,1°C с превышением среднеголетней нормы осадков на 83,7%. Устойчивый снежный покров сформировался во 2-ой декаде декабря.

В течение всего весеннего периода температура воздуха была выше нормы в среднем на 2,4°C, что привело к быстрому сходу снежного покрова. Весенний период характеризовался обилием осадков (102,5 мм) и их неравномерным выпадением. Наибольшее их количество составило в апреле 60,9 мм, что в 2,3 раза больше среднеголетнего значения. Обильные осадки в зимне-весенний

период существенно пополнили почвенные запасы влаги и способствовали в последующем хорошей перезимовке и нормальному развитию в весенний период.

Июнь характеризовался повышенным температурным режимом и отсутствием осадков. Июль был немного прохладнее обычного и характеризовался обилием осадков. Август также характеризовался небольшим количеством осадков и был несколько прохладнее обычного (Самохвалова, 2015). Климатграмма метеорологических условий за период вегетации 2014-2015 гг. представлена на рисунке 5.

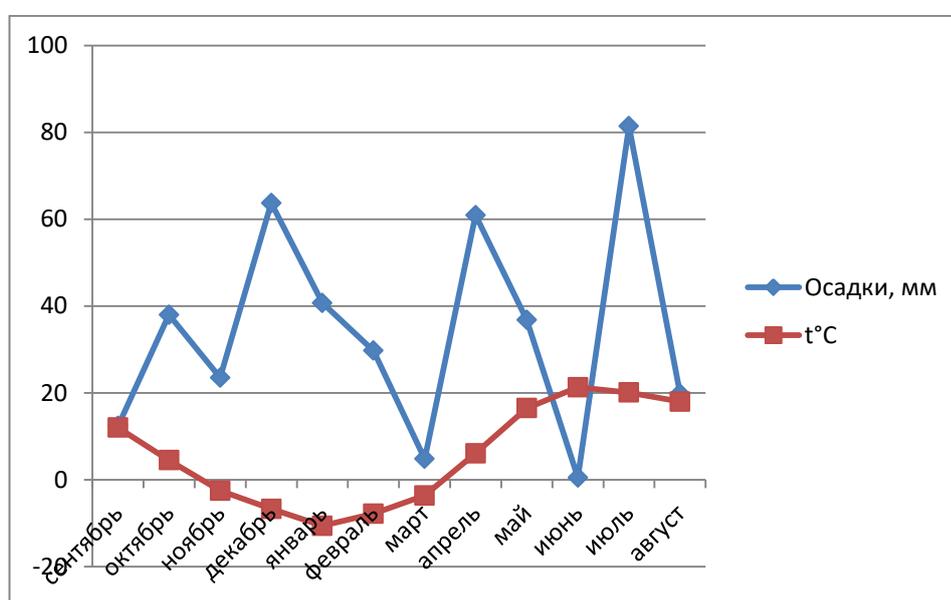


Рисунок 5 – Климатграмма метеорологических условий за период вегетации 2014-2015 гг.

2.3. Схема опыта

Изучение эффективности предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и подкормки азотными удобрениями на посевах озимой пшеницы проведено на опытных полях кафедры земледелия, почвоведения и агрохимии, Самарской ГСХА. Схема закладки опыта одина во все годы исследований (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Контроль	Без обработки
ЖУСС-1(Ж-1)	Предпосевная обработка
ЖУСС-2 (Ж-2)	
ЖУСС-3 (Ж-3)	
Аммиачная селитра (А.С.)	Подкормка
Ж-1+А.С.	Предпосевная обработка + подкормка
Ж-2+А.С.	
Ж-3+А.С.	
Сульфат аммония (С.А.)	Подкормка
Ж-1+С.А.	Предпосевная обработка + подкормка
Ж-2+ С.А.	
Ж-3+ С.А.	
Мочевина (М)	Подкормка
Ж-1+М	Предпосевная обработка + подкормка
Ж-2+М	
Ж-3+М	

2.4. Объекты и методы исследования

Исследования были проведены в 2011-2015 гг. в центральной зоне Самарской области. Рельеф поля выровненный. Почва опытного поля – чернозем типичный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый.

Площадь делянки – 270 м² (9 × 30 м), повторность трехкратная, размещение делянок систематическое, одноярусное. Предшественник – чистый пар. Для посева использовали элитные семена пшеницы сортов Поволжская 86 и Светоч. Посев проводили в 2011 году 7 сентября, в 2012 – 1 сентября, в 2013 – 23 сентября, в 2014 – 4 сентября, в 2015 – 8 сентября рядовым способом сеялкой ДМС 601 на глубину 6-8 см с нормой 5,0 млн. всхожих семян/га. Проводили обработку семян микроудобрениями – ЖУСС-1, ЖУСС-2, ЖУСС-3 – перед

посевом из расчета 3 л препарата в 7 л воды на 1 т семян. Также проводилась подкормка всходов пшеницы в третьей декаде апреля азотными удобрениями: аммиачной селитрой, сульфатом аммония, мочевиной. Удобрения вносили разбросным способом из расчёта 40 кг азота на 1 га с последующей заделкой бороной (Отчет по НИР, 2011-2015; Бакаева и др., 2016).

Для защиты растений озимой пшеницы от вредителей применялся инсектицид Эфория КС в дозе 0,2 л/га. Инсектицид Эфория относится к препаратам широкого спектра действия, носящего системный и контактный характер одновременно. Инсектицид Эфория – высокоэффективный комбинированный препарат, воздействует на вредителей и совершенно безопасен для растения и человека (Cobb, 2010).

Технология возделывания посевов озимой пшеницы была согласно научно-исследовательским разработкам кафедры землеустройства, почвоведения и агрохимии, Самарской ГСХА.

Микроудобрения ЖУСС разработаны – д.с.-х.н., профессором, заведующим кафедрой агрохимии и почвоведения КазГАУ, член-корр. АНТ, лауреатом премии РАН им. Д.Н. Прянишникова И.А. Гайсином. ЖУСС введен в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» (Гайсин, 2007).

ЖУСС-1 – концентрированный жидкий удобрительный медь-бор-содержащий состав предназначен для предпосевной обработки семян, внекорневой подкормки растений. Массовая концентрация меди 33-38 г/дм³, бора 5,5-5,7 г/дм³ (Cu 17-20 г/л, В 20-25г/л).

ЖУСС-2 – концентрированный жидкий удобрительный медь-молибден-содержащий состав предназначен для предпосевной обработки семян, внекорневой подкормки растений. Массовая концентрация меди 32-40 г/дм³, молибдена 14-22 г/дм³.

ЖУСС-3 – концентрированный жидкий удобрительный медь-цинк-содержащий состав предназначен для предпосевной обработки семян,

внекорневой подкормки растений. Массовая концентрация меди 16,5-20 г/дм³, цинка 35-40 г/дм³.

Аммиачная селитра (NH_4NO_3) – содержит 34-35% азота, сочетающий в себе быстродействующий нитратный азот с, менее подвижным, аммиачным азотом.

Сульфат аммония ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) – содержит в своем составе 20,5-21,0% азота и 24% серы в виде сульфата анионов.

Мочевина ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) – высококонцентрированное, безбалластное азотное удобрение, с содержанием 46% азот в амидной форме.

Уборку биологического урожая проводили в фазу полной спелости зерна путем отбора снопов с делянок (площадка 0,25 м²), общая площадь отбора 2 м². Сноповой материал служил для определения величины, структуры и качества урожая.

Все наблюдения по фазам роста и развития, определения структуры урожая, учёт урожая и другие сопутствующие исследования проводили по методике Госкомиссии по сортоиспытанию (1971).

Подсчёт густоты стояния растений проводили в фазу полных всходов перед уходом в зиму, в начале весенней вегетации и перед уборкой озимой пшеницы на трёх учётных площадках 1 м² в трёх несмежных повторениях.

Фенологические наблюдения

Учет и наблюдения на посевах озимой пшеницы проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1971). Наступление и определение перехода растений на следующую фенологическую фазу устанавливали визуально. За начало фазы принимали день, когда в данную фазу вступило не менее 10-15% растений, за полное наступление фазы – когда она распространялась не менее чем на 75% растений (Федин, 1985).

Выделение и определение содержания белка в зерне озимой пшеницы

Выделение белковых фракций – альбуминов, глобулинов, проламинов, глютелинов – проводили по методу Х.Н. Починка (1976). Для выделения из зерна пшеницы фракции альбуминов размалывали 1 г сухого материала и растирали с 6-

ти кратным объемом воды, оставляли на 1 час в покое при комнатной температуре или на 18 ч в холодильнике и затем центрифугировали 15 мин при 5 тыс. об./мин. Надосадочную жидкость сливали в отдельную емкость, а осадок промывали водой и центрифугировали, повторяя процедуру еще 3 раза.

Для выделения фракции глобулинов к осадку приливали 6-ти кратный объем 10%-ного раствора NaCl, тщательно перемешивали и центрифугировали 15 мин. Экстракцию глобулинов повторяли трижды, промывая осадок слабым соленым раствором, собирая надосадочную жидкость в отдельную емкость.

Для выделение фракции проламинов к оставшемуся после выделения альбуминов и глобулинов осадку приливали 4-х кратный объем 70%-ного этилового спирта, выдерживали на водяной бане при 70°C 10 минут, после чего центрифугировали и сливали надосадочную жидкость в отдельную емкость. Процедуру повторяли 4 раза. Оставшийся осадок обрабатывали 6-ти кратным объемом NaOH (0,2%-ым) для извлечения фракции глютелинов, тщательно вымешивали и центрифугировали 15 минут. Выделение повторяли 4 раза.

Количественное содержание белка в каждой фракции определяли колориметрическим методом, описанным Г.А. Кочетовым (1971), по Биурету (микроопределение) с использованием реактива Бенедикта, на фотометре КФК-2 при длине волны 315 нм. В условиях биуретовой реакции белки дают фиолетовую окраску, что использовалось для их количественного анализа. Биуретовая реакция обусловлена присутствием в белках пептидных связей, которые в щелочной среде образуют с сульфатом меди (II) окрашенные медные солеобразные комплексы. Интенсивность окрашивания пропорциональна содержанию белка. Для определения содержания белка был построен калибровочный график. Определяя оптическую плотность каждого исследуемого образца, и пользуясь калибровочной кривой, получали содержание белка в опытном образце (рисунок б).

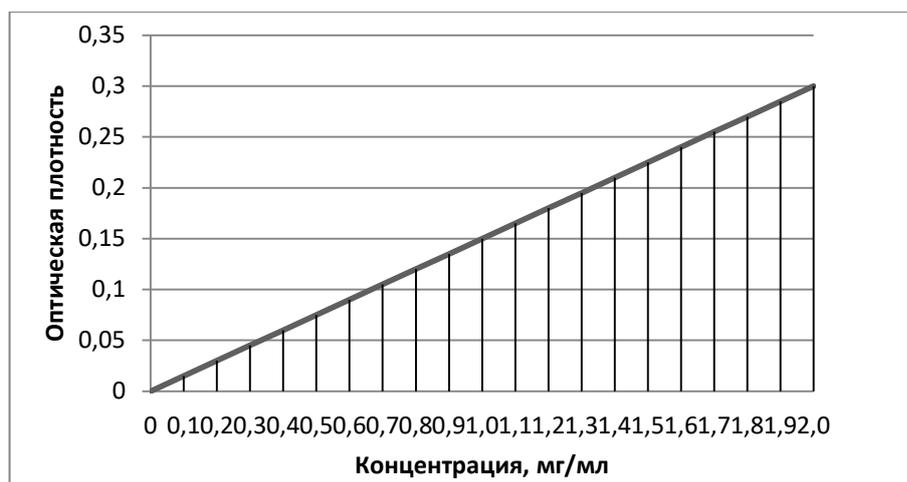


Рисунок 6 – Калибровочный график для определения белка

Выделение и определение суммарных белков из зерна пшеницы

Для выделения суммарных белков из зерна пшеницы за основу использовали методику, предложенную Б.П. Плешковым (1985). Для выделения буферорастворимых белков образцы зерна размалывали, отбирали по 1 г каждого исследуемого варианта, заливали 20-ти кратным объемом боратного буфера, с содержанием 0,2% бисульфита натрия. Для экстракции белков полученный состав взбалтывали в течение 30-ти мин, после чего раствор центрифугировали 15 мин при 5 тыс. об/мин, надосадочную жидкость сливали в отдельную емкость, а оставшейся осадок промывали 10-ти кратным объемом буфера, повторяя описанные процедуры 4 раза.

Для выделения спирторастворимых белков, оставшихся в навеске после обработки боратным буфером, к исследуемому материалу приливали 10-ти кратный объем теплого 70%-го этилового спирта, встряхивали в течение 30 мин, подвергали центрифугированию при 5 тыс. об/мин в течение 15 мин. Затем надосадочную жидкость сливали в отдельную емкость, а промывание остатка повторяли еще 3 раза. После чего измеряли объемы растворов белков, полученные после экстракции буфером и спиртом. После исследования каждой фракции белка в 3-х кратной повторности продолжали колориметрическим

методом на фотометре КФК-2, результаты складывали и подсчитывали суммарный белок.

Колориметрический метод определения крахмала

Содержание крахмала в зерне пшеницы определяли согласно методике Н.И. Ястребовича и Ф.Л. Калининой (1962). Для этого брали навеску муки 50 мг, переносили в пробирку на 25 мл и заливали раствором салициловой кислоты (0,25%-ым), закрывали пробкой с обратным холодильником и выдерживали на кипящей водяной бане 45 мин, часто перемешивая содержимое пробирок. Затем отфильтровывали раствор и доводили объем до 25 мл дистиллированной водой. Для анализа отбирали 1 мл фильтрата в пробирку на 10 мл, добавляли 8-9 мл воды, перемешивали и добавляли 0,25 мл раствора йода в йодистом калии, после чего объем пробирки доводили до 10 мл и продолжали определение на фотометре КФК-2 при 590 нм. При наличии крахмала в пробе исследуемый раствор окрашивался в синий цвет. В качестве контроля использовали дистиллированную воду вместо фильтрата. Количество крахмала в исследуемых образцах определяли по калибровочной кривой, построенной из 8 возрастающих концентраций стандартных растворов крахмала. Калибровочный график для определения содержания крахмала в исследуемых образцах представлен на рисунке 7.

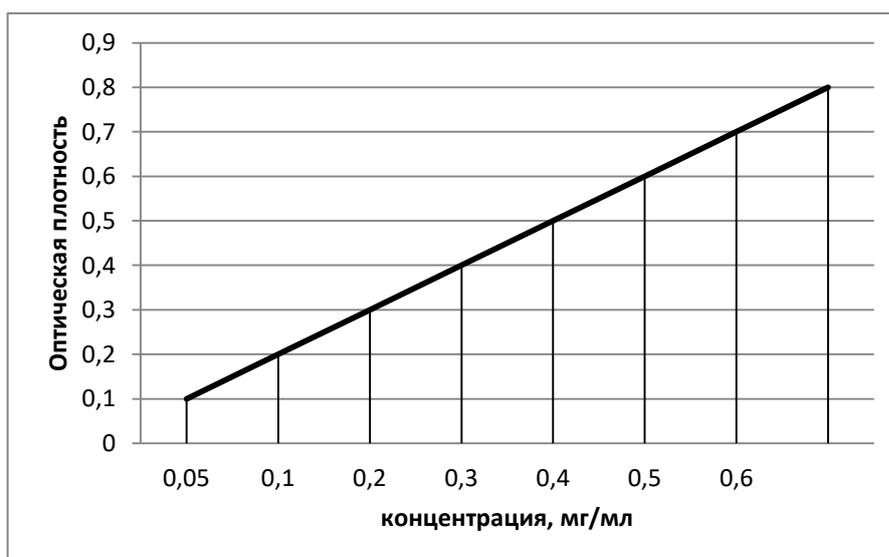


Рисунок 7 – Калибровочный график для определения количества крахмала

Колориметрический метод определения сахаров

Определение сахаров в зерне озимой пшеницы проводили на основе методики, описанной А.И. Ермаковым (1987). Для исследования отвешивали навеску зерна массой 5 г из средней пробы, приливали воду в объеме 50 мл (1:10), нагретую до 70°C и тщательно вымешивали для выделения сахаров до полного охлаждения. Затем полученную массу центрифугировали, измеряли объем и использовали прозрачную вытяжку для дальнейшего определения.

Для определения моно- и дисахаридов отбирали в сухие пробирки 0,5 мл прозрачной вытяжки прибавляли 0,5 мл раствора соляной кислоты (1%-ного) и кипятили 15 мин на водяной бане, после чего добавляли по 15 мл глицерата меди, нагревали 6 мин, охлаждали и отбирали прозрачную жидкость в кювету с рабочей длиной 10 мм для определения оптической плотности на фотометре КФК-2 при 590 нм.

Определения редуцирующих сахаров проводили также, но без обработки субстрата соляной кислотой.

Содержание сахара в пробе определяли по калибровочной кривой, построенной по растворам глюкозы, с содержанием в 1 мл от 0,5 до 10 мг глюкозы. Калибровочная кривая для определения моно- и дисахаридов, редуцирующих сахаров представлена на рисунке 8.

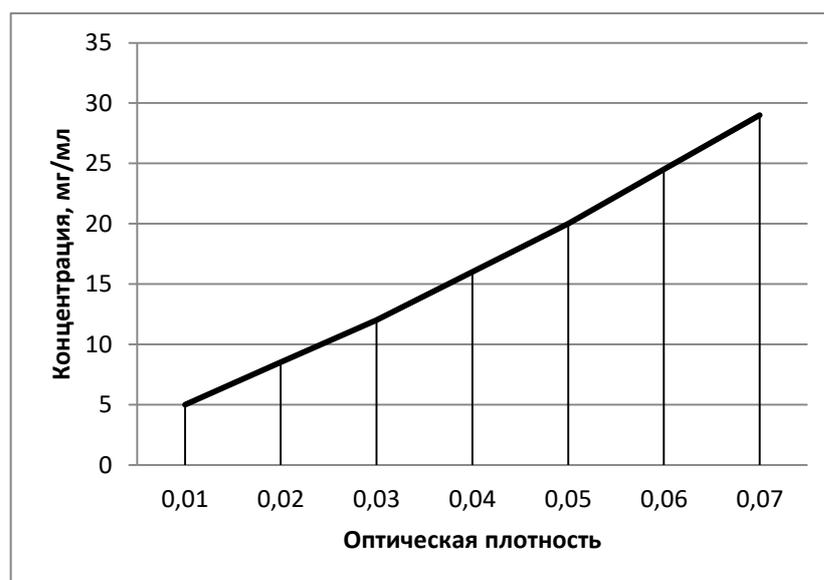


Рисунок 8 – Калибровочный график для определения сахаров

Определение амилолитических ферментов

Для определения активности амилаз за основу использовали методику, предложенную Б.П. Плешковым (1976). Принцип метода основан на извлечении амилаз из проросших зерен раствором хлористого натрия и определения негидролизованного крахмала колориметрическим методом.

Для анализа отбирали навеску муки 1 г, приливали 10 мл хлористого натрия (1%-ного), выдерживали в холодильнике 1 ч, центрифугировали и полученный раствор использовали в качестве ферментного препарата для определения активности амилаз.

Для определения суммарной амилолитической активности в две сухие пробирки приливали по 3 мл ацетатного буфера и по 3 мл раствора крахмала растворимого (2%-ного), подвергали нагреванию до 40°C, после чего приливали по 0,4 мл ферментного препарата и нагревали в термостате при 40°C 30 мин. Затем в каждую пробирку приливали по 2 мл 1н. HCl. Полученную смесь в объеме 0,5 мл переносили в колбу на 50 мл, прибавляли 1 мл 0,1н. HCl и 5 капель раствора йода в йодистом калии, доводили объем до метки и определяли оптическую плотность раствора на фотометре КФК-2.

Контрольный вариант готовили точно также, заменив ферментный препарат на H₂O.

Для определения α-амилазы в оставшейся ферментный препарат добавляли на кончике шпателя уксуснокислый кальций, нагревали на водяной бане 15 мин при 70°C. При таких условиях β-амилаза инактивируется практически полностью. Полученный раствор использовали для дальнейшего определения α-амилазной активности.

β-Амилазу определяли путем вычисления разницы между суммарной активностью и α-амилазы.

Дальнейшее вычисление активности амилолитических ферментов проводили с использованием калибровочной кривой, построенной для определения количественного содержания крахмала в зерне озимой пшеницы.

Определение протеолитических ферментов

Определение протеолитических ферментов проводили на основе методики, описанной Б.П. Плешковым (1976). Принцип метода основан на выделении из проросшего растительного материала ферментного препарата и его действия на раствор стандартного белка. Неразложившийся белок осаждают, а количество разложившегося белка в фильтрате определяют на фотометре КФК-2.

Для определения протеаз в зерне озимой пшеницы отвешивали навеску массой 1 г, растирали с 5 мл H_2O , переносили в колбу на 50 и доводили до метки водой, после чего отстаивали в холодильнике 1 ч, центрифугировали 15 мин и полученный прозрачный раствор использовали в качестве ферментного препарата для определения активности протеаз в зерне.

В две сухие пробирки прилили по 2 мл раствора казеина, нагрели до 30-40°C и не снимая с водяной бани прилили по 2 мл ферментного препарата. Затем продолжали нагревание в течении 30 мин при 30°C, после чего прилили по 4 мл ТХУ. Полученную смесь использовали для колориметрического определения на фотометре КФК-2 при 670нм по методике для определения количественного содержания белка. Вычисление результатов и определение активности протеаз проводили по калибровочному графику, построенному для определения белка в зерне озимой пшеницы.

Определение нитратного азота в почве

Определение нитратного азота в почве проводили по методике, описанной Б.П. Плешковым (1976). Метод основан на образовании в результате реакции нитратов с дисульфифеноловой кислотой нитрофенолов – соединений, дающих характерное желтое окрашивание в нейтральной или слабощелочной среде.

Для определения нитратов в почве отвешивали навеску земли 20 г, помещали в колбу и заливали ее 100 мл раствором K_2SO_4 (0,05%-ым), размешивали в течение 3 мин и приступали к фильтрованию через складчатый фильтр. Для исследования отбирали 20 мл вытяжки и выпаривали в фарфоровых чашках на водяной бане до сухого остатка. Затем остаток тщательно растирали с 1 мл дисульфифеноловой кислотой, оставляли в покое на 10-15 мин, после чего

приливали 15 мл дистиллированной воды и переносили содержимое в колбу на 50 мл. Добавляли по каплям NaOH (20%-ый) до приобретения раствором устойчивой желтой окраски. Объем доводили до метки, измерения проводили на фотометре КФК-2 при синем светофильтре с областью пропускания 400-450 нм.

Вычисления количественного содержания нитратного азота в мг на 100 г почвы проводили по калибровочной кривой, построенной по эталонным растворам KNO_3 . Калибровочный график представлен на рисунке 9.

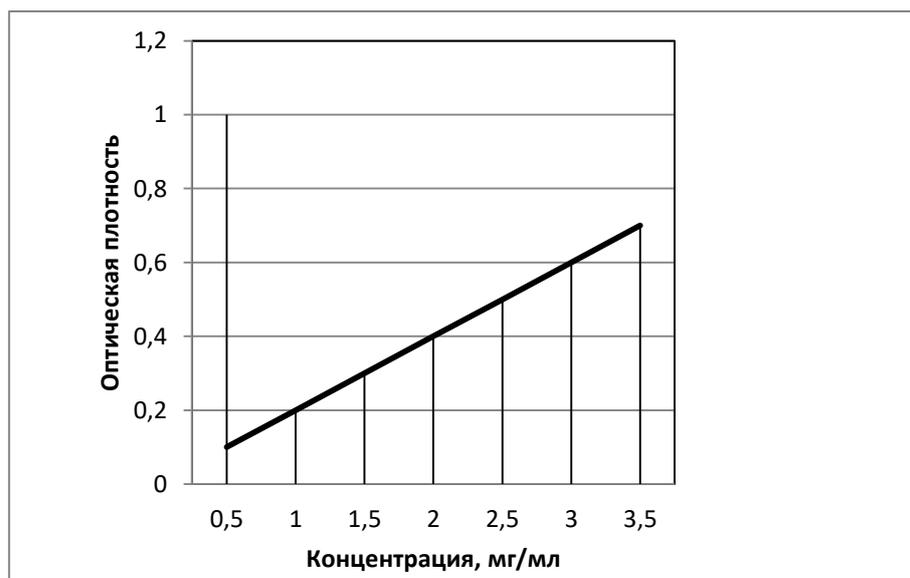


Рисунок 9 – Калибровочный график для определения нитратного азота в почве

Другие методы исследования.

Определение обменного аммония проводили фотометрическим методом по ГОСТ 26489-85.

Отдельные свойства зерна определяли по методикам, изложенным в следующих ГОСТах: ГОСТ ISO 520-2014 Зерновые и бобовые. Определение массы 1000 зерен; ГОСТ 10987-76 Зерно. Методы определения стекловидности; ГОСТ 27839-88: Методы определения количества и качества клейковины ИУС 7-2014; ГОСТ Р 54895-2012 Зерно. Метод определения природы;

Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом перед посевом и уборкой урожая сельскохозяйственных культур на глубину 1 м через каждые 10 см в трехкратной повторности (Беркутова, 1978; Васильев и др., 2004).

Все наблюдения по фазам роста и развития, определения структуры урожая, учёт урожая и другие сопутствующие исследования проводили по методике Госкомиссии по сортоиспытанию (1971).

Аттрагирующую способность колоса определяли по отношению массы колоса в фазе созревания (полной спелости) к его массе в фазе цветения. Коэффициент реализации колоса (КРК) определяли как увеличение массы колоса за период от фазы цветения до фазы созревания (Рахимов и др., 2011).

Вынос питательных веществ определяли расчётным путём на основании данных по химическому составу и урожайности.

Расчёт экономической эффективности выполнен по методике В.И. Несмеянова и Н.Н. Мосиной (2004). Расчёт эколого-экономической эффективности проведён по методике Г.И. Рабочева и др. (2004).

Объемная масса почвы (плотность почвы) определялась методом цилиндров, пробы почвы отбирались на всех изучаемых вариантах через каждые 10 см на глубину 30 см в трехкратной повторности перед посевом и уборкой (Васильев и др., 2004).

Отбор растений для проведения биохимических исследований проводился согласно методу отбора средних проб (Ермаков, 1987). Анализируемое зерно размалывалось на лабораторной мельнице марки «LM-3-100». Математическая обработка данных произведена с использованием пакета компьютерных программ Excel и «Пакет программ по статистике».

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Глава 3. ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ ЖУСС И АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ

3.1. Динамика нитратных и аммонийных соединений азота в почве

Одним из важнейших элементов минерального питания, необходимым для нормального роста и развития растений пшеницы, является азот. Он входит в состав белков, нуклеиновых кислот, нуклеопротеидов, алкалоидов и т.д., а также является составной частью хлорофилла, без которого не может протекать процесс фотосинтеза и, соответственно, образование важнейших питательных органических веществ. Азот доступен растениям главным образом в форме минеральных соединений – аммонийных и нитратных. В растения пшеницы доступные формы азота поступают на протяжении всей вегетации, начиная с появления всходов и до наступления спелости (Jenkinson и др., 1986; Панников, Минее, 1987; Mosier и др., 2004; Опенько, 2012; Обущенко, Гнеденко 2014; Лапшинов и др., 2015).

В процессе исследований мы определяли влияние применяемых микроудобрений ЖУСС и азотных удобрений (аммиачной селитры, сульфата аммония, мочевины) на изменения нитратного и аммонийного азота в почве (Bolt, Bruggenwert, 1978; Хусаинов, Сейдалина, 2009; Якименко, 2009; Акимова, 2013; Лапшинов и др., 2015; Исайчев и др., 2016). Агрохимическая характеристика почвы опытного участка представлена в приложении 6. Динамика содержания минеральных форм азота в почве в слое 0-30см при внесении с семенным материалом микроудобрений ЖУСС и различных азотных подкормок в среднем за годы исследований представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика содержания минеральных форм азота в почве (слой 0-30 см), мг/кг

Вариант опыта	перед посевом		колошение		перед уборкой	
	N(NO ₃ ⁻)	N(NH ₄ ⁺)	N(NO ₃ ⁻)	N(NH ₄ ⁺)	N(NO ₃ ⁻)	N(NH ₄ ⁺)
Контроль	11,1	6,0	12,8	6,3	9,0	4,5
ЖУСС-1(Ж-1)	11,5	6,1	13,4	6,4	9,4	4,3
ЖУСС-2 (Ж-2)	11,7	6,0	13,6	6,4	9,2	4,6
ЖУСС-3 (Ж-3)	11,8	6,3	13,5	6,6	9,1	4,2
Аммиачная селитра (А.С.)	-	-	21,2	10,5	14,9	10,0
Ж-1+А.С.	-	-	22,0	10,9	15,5	10,2
Ж-2+А.С.	-	-	22,5	11,0	15,9	10,4
Ж-3+А.С.	-	-	22,8	11,5	16,1	10,6
Сульфат аммония (С.А.)	-	-	18,9	10,5	13,0	8,5
Ж-1+С.А.	-	-	19,3	10,8	13,3	8,7
Ж-2+С.А.	-	-	19,5	10,7	13,5	8,6
Ж-3+С.А.	-	-	19,4	10,8	13,4	8,5
Мочевина (М)	-	-	20,1	9,9	14,3	9,5
Ж-1+М	-	-	20,0	10,5	14,5	9,8
Ж-2+М	-	-	22,8	10,9	15,3	9,8
Ж-3+М	-	-	23,1	11,4	15,1	9,9

По данным, представленным в таблице 2, видно, что наибольшее количество азота было в период колошения: нитратного азота на уровне 12-23 мг/кг почвы и аммиачного – на уровне 6-11 мг/кг. К моменту уборки отмечалось снижение нитратного азота в среднем на 29-35% в сравнении с содержанием в фазе колошения. Аммиачный азот также к моменту уборки снижался, причем в контрольном варианте и с применением предпосевной обработки семян препаратами ЖУСС можно отметить более интенсивное снижение, в среднем на 28-32%, в отличие от вариантов с применением аммиачной селитры и мочевины, где снижение было на 4-13%.

Наивысшие показатели как нитратного, так и аммиачного азота отмечались в вариантах с применением предпосевной обработки ЖУСС в сочетании с аммиачной селитрой и мочевиной.

В процессе исследований кроме азотных удобрений применялись микроудобрения ЖУСС в качестве предпосевной обработки семян, с содержанием в активной форме меди, бора, цинка, молибдена. Изменения количества и качества урожая озимой пшеницы на фоне внесения различных удобрений предполагает изучение содержания в почве указанных выше микроэлементов, а также влияние их на почву при внесении с удобрениями.

Многие из этих микроэлементов относятся к «необходимым» для нормального роста и развития растительных и животных организмов, содержание которых в небольших количествах не приносят вреда (Васильченко, 2014). По данным исследований С.В. Обущенко, Гнеденко (2014) посвященных агроэкологическому обоснованию систем воспроизводства почвенного плодородия в полевых севооборотах среднего Заволжья, содержание подвижных форм тяжелых металлов в центральной зоне Кинельского района находилось на уровне: цинк – 0,44 мг/кг, медь – 0,13 мг/кг, не превышающие ОДК. Анализируя данные можно сделать вывод, что содержание меди и цинка не является опасным, более того возникает необходимость внесения цинк- и медьсодержащих удобрений. В связи с тем, что медь принимает участие в окислительных процессах, усиливает процессы дыхания, связанные с углеводным и белковым обменом веществ, а также играет важную роль в водном балансе. Цинк входит в ряд ферментов, усиливая их активность, принимает участие в белковом, углеводном, липоидном, фосфорном обмене веществ, а также в биосинтезе витаминов и ростовых веществ – ауксинов (Благовещенский, 1958; Brian, 2008).

3.2. Влажность почвы опытного участка

Главным условием получения высоких и стабильных урожаев в Среднем Поволжье является накопление и продуктивное использование почвенной влаги. Озимая пшеница за вегетационный период расходует намного больше влаги, по сравнению с яровой, что связано с более продолжительным период вегетации и образованием более высокого урожая общей массы. Потребление влаги зависит от

многих факторов: возраста растения, интенсивности роста, мощности развития, температуры и относительной влажности воздуха, наличия влаги в почве, освещенности, развития корневой системы, обеспеченности питательными веществами и других факторов (Allison, 1973; Carter, Rennie, 1984; Губанов, Иванов, 1988; Балашов, Левкин, 2007). Считается, что в регионе до 70% будущего урожая озимых культур складывается за счет запасов влаги, накопленных за осенне-зимний период. Влажность почвы напрямую связана с ростом и развитием растений, которая зависит от поступления влаги через корни растению из окружающей их среды. А также почвенная влага способствует изменению свойств почвы, от которых зависит развитие растений. Многие исследователи установили зависимость между влажностью почвы в момент посева и урожайностью. Влажность почвы опытного поля перед посевом озимой пшеницы и перед уборкой на различной глубине за годы исследований представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Влажность почвы опытного участка

Глубина слоя, см.	Влажность, %							
	перед посевом				перед уборкой			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	в среднем	2011 г.	2012 г.	2013 г.	в среднем
0-30	24,6	21,8	24,6	23,7	12,9	13,4	17,4	14,6
0-50	23,2	22,0	23,2	22,8	13,5	13,5	17,4	14,8
50-100	16,8	21,8	16,8	18,5	16,6	13,1	17,2	15,6
0-100	20,0	21,9	20,0	20,6	15,0	13,3	17,3	15,2

По данным таблицы 3, влажность почвы перед посевом озимой пшеницы за 2011 и 2013 гг. находилась на одинаковом уровне в пределах 16-25%, в зависимости от глубины исследуемого слоя, а в 2012 г. в метровом слое почвы практически на каждом уровне влажность находилась на уровне 22%, что связано с обильным выпадением осадков на момент посева озимых – 115,5 мм, что на 71,5 мм больше, чем по данным среднемноголетних значений. На момент уборки влажность почвы по усредненным данным сильно снижалась, и была на уровне 15%. В 2011 и 2012 гг. при средней температуре воздуха в 20°C уровень осадков был ниже нормы к моменту уборки урожая. В 2013 г. уровень осадков в июле превысил среднемноголетние значения практически вдвое, что повлияло на

влажность почвы на момент уборки, которая в отличие от предыдущих годов была выше на 32%.

3.3. Плотность сложения почвы опытного участка

Почва всегда содержит определенное количество крупных и мелких пор между частицами, заполненных водой и воздухом. Плотность сложения почвы зависит от количественного содержания органического вещества, механического состава, размера почвенных частиц и сложения почвы. Влияние на данный показатель оказывает в первую очередь обработка почвы. Как правило, наименьшую плотность почва имеет после культивации, в процессе которой происходит разрыхление и увеличение объема пор. Уменьшение плотности сложения почвы может происходить при набухании, увлажнении и дальнейшей усадки в засушливый период, замерзания и оттаивания, развития корневой системы растений, внесение удобрений (Обущенко, Гнеденко, 2014; Корчагин и др., 2014).

Плотность сложения почвы является важным показателем, характеризующим ее плодородие, влияющая на водные, воздушные и тепловые свойства, развитие корневой системы, микробиологические процессы в почве и на урожайность культуры. Плотность сложения почвы на опытном поле перед посевом озимой пшеницы и перед уборкой на различной глубине за годы исследований представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Плотность сложения почвы опытного участка

Глубина слоя, см.	Плотность сложения, г/см ³							
	перед посевом				перед уборкой			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	в среднем	2011 г.	2012 г.	2013 г.	в среднем
0-10	0,96	0,93	0,94	0,94	1,07	0,93	1,03	1,01
10-20	1,23	1,22	1,25	1,23	1,22	1,22	1,25	1,23
20-30	1,26	1,24	1,24	1,25	1,28	1,24	1,25	1,26
0-30	1,15	1,13	1,15	1,14	1,19	1,13	1,19	1,17

По данным таблицы 4, плотность сложения почвы перед посевом в зависимости от года исследования существенно не различалась. К посеву озимой пшеницы на глубине 0-10 см плотность сложения почвы находилась на уровне 0,93-0,96 г/см³. На глубине 10-20 и 20-30 см плотность почвы была выше по сравнению с поверхностным слоем и составила в среднем по годам 1,23-1,25 г/см³. В слое почвы 0-30 см плотность сложения находилась в пределах 1,13-1,15 г/см³. Значения показателей плотности сложения почвы на момент посева озимых культур во всех слоях исследования соответствовала оптимальным значениям для роста и развития растения, которые не превышали 1,1-1,3 г/см³.

Плотность сложения почвы от периода посева к периоду перед уборкой озимых культур изменялась в слое 0-10 см и 0-30 см: в поверхностном слое на 7,4%, в слое 10-20 см не изменилась, в слое 20-30 см – на 0,85, и в слое 0-30 – на 2,6%.

Таким образом, применение микроудобрений ЖУСС в сочетании с азотными удобрениями положительно повлияло на накопление как нитратного, так и аммиачного азота в почве, в большей степени при совместном применении ЖУСС с аммиачной селитрой и мочевиной.

Влажность почвы перед посевом озимой пшеницы находилась в пределах 18-24%, в зависимости от глубины исследуемого слоя, что связано с обильным выпадением осадков на момент посева. Во время уборки влажность почвы по усредненным данным сильно снижалась, до 15%.

Плотность сложения почвы на момент посева озимых культур во всех слоях соответствовала оптимальным значениям для роста и развития растения и не превышала 1,1-1,3 г/см³. Плотность сложения почвы от периода посева к периоду перед уборкой озимых культур изменялась не значительно. Применяемая система удобрений значительных изменений на показатели влажности и плотности сложения почвы не оказала.

Глава 4. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

4.1. Фенологические наблюдения на посевах озимой пшеницы

Исследования проводились на посевах озимой пшеницы, наблюдения начали в осенний период с появления всходов на 4-х вариантах опыта, где семена пшеницы перед посевом были обработаны микроудобрениями ЖУСС-1, ЖУСС-2, ЖУСС-3 и контрольный вариант, обработанный водой. Наблюдения проводились с интервалом 5-7 дней, определяли количество растений на 1 м^2 , высоту растений, число побегов, энергию кущения (число стеблей на одно растение), развитие корневой системы. В процессе наблюдений отмечали сроки прохождения растениями фаз развития: появление всходов, кущение, выход в трубку, цветение, колошение, молочная спелость, восковая спелость, полная спелость. Важным было не установление конкретных сроков наступления той или иной фазы развития, а определение смещения этих сроков по вариантам с применением удобрений в сравнении с контролем (Kigel и др., 1995; Зенкова, 2004; Полонский и др., 2009; Вострокнутов, 2012; Зеленский и др., 2012; Глинушкин и др., 2013; Половинкина и др., 2013).

В результате фенологических наблюдений были отмечены изменения показателей (снижение или увеличение) по отдельным вариантам опыта в процессе роста и развития растений в зависимости от применяемых микроудобрений ЖУСС. Густота стояния и полевая всхожесть озимой пшеницы сорта Светоч на фоне применения предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС, в среднем по годам, представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Густота стояния и полевая всхожесть озимой пшеницы

Вариант опыта	Высеяно всхожих семян, шт./ м^2	Густота стояния, шт./ м^2	Полевая всхожесть, %
Контроль	500	465	93,0
ЖУСС-1	500	475	95,0
ЖУСС-2	500	473	94,6
ЖУСС-3	500	476	95,2
НСР _{0,5}	-	4,08	-

По результатам таблицы 5, густота стояния посевов озимой пшеницы и полевая всхожесть по всем вариантам опыта находилась на высоком уровне и незначительно изменялась от вносимых микроэлементов с семенным материалом. Густота стояния в вариантах опыта с применением микроудобрений ЖУСС была на уровне 473-476 шт./м², что на 1,7-2,4% выше, чем в контрольном варианте.

Определение кустистости посевов озимой пшеницы, высоты и массы растений в конце осенней вегетации позволяло выяснить физиологическое состояние растений, уходящих под зиму. Биологические показатели озимой пшеницы в конце осенней вегетации в среднем по годам представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Биологические показатели озимой пшеницы в конце осенней вегетации

Вариант опыта	Кустистость	Высота растений, см.	Масса 100 сухих растений, г.
Контроль	2	6,0	15,12
ЖУСС-1	2	8,5	25,65
ЖУСС-2	3	8,0	20,73
ЖУСС-3	4	9,5	28,86
НСР _{0,5}	0,85	0,67	0,69

По данным таблицы 6, применение предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС положительно повлияло на биологические показатели озимой пшеницы. В варианте опыта с применением обработки семян микроудобрением ЖУСС-3 растения отличались от контрольных по всем изучаемым показателям, кустистость была в 2 раза, высота – в 1,6, масса 100 сухих растений – в 1,9 раз выше, чем в контрольном варианте.

Серьезную угрозу для посевов озимой пшеницы представляют повреждения в зимний период, которые могут быть связаны с нехваткой кислорода, физиологической засухой, непосредственным воздействием низких температур на растительные ткани и протоплазму.

Изменение числа растений озимой пшеницы на протяжении всей жизнедеятельности, от всходов до полного созревания, за годы исследований представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Динамика стеблестоя посевов озимой пшеницы

Вариант опыта	Число всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Количество перезимовавших раст., шт./м ²	Сохранность в зимний период, % к всходам	Число растений к уборке, шт./м ²	Общая сохранность всходов, %
Контроль	465	93,0	405	87,1	385	82,8
ЖУСС-1	475	95,0	434	91,4	422	88,8
ЖУСС-2	473	94,6	428	90,5	416	87,9
ЖУСС-3	476	95,2	426	89,5	414	87,0

Как видно, из таблицы 7, полевая всхожесть в вариантах с применением микроудобрений ЖУСС-1 и ЖУСС-3 была выше на 2,1 и 2,4%, в варианте с ЖУСС-2 – на 1,7% выше, чем в контрольном варианте. Уровень перезимовавших растений в вариантах с применением микроудобрений находился в пределах 89,5-91,4%, в контрольном варианте – 87,1%. На общую сохранность всходов в течение вегетации обработка семян микроудобрениями ЖУСС оказала положительное влияние, увеличив значения данного показателя на 2,2-7,3% в сравнении с контролем.

4.2. Аттрагирующая способность колоса озимой пшеницы

Аттракция – важнейшее свойство растений активно притягивать пластические вещества к зонам и центрам ростовых процессов. От уровня аттракции продуктов фотосинтеза зависит крупность (масса) созревшего зерна, величина и выход хозяйственного урожая у растений. У пшеницы аттрагирующая способность колоса определяется отношением массы колоса в фазе восковой спелости или полной спелости к его массе в фазе цветения и называется коэффициентом реализации колоса (Кумаков, 1985; Кумаков, 1988; Гулянов, 2006; Полонский и др., 2009; Рахимов и др., 2011). Аттрагирующая способность колоса озимой пшеницы сорта Поволжская 86 в среднем за три года исследований представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Аттрагирующая способность колоса

Вариант опыта	Сухая масса колоса (г) по фазам:		Аттрагирующая способность колоса (соз./цв.)	Коэффициент реализации колоса (КРК)	Масса зерен одного колоса, г.	Масса одного зерна, г.
	цветение	созревание				
Контроль	0,70±0,02	1,13±0,03	1,61	0,43	1,0±0,02	0,038±0,004
ЖУСС-1	0,52±0,01	1,12±0,02	2,15	0,60	1,1±0,01	0,039±0,001
ЖУСС-2	0,52±0,01	1,10±0,01	2,12	0,58	1,1±0,03	0,039±0,001
ЖУСС-3	0,49±0,02	1,25±0,01	2,55	0,76	1,2±0,03	0,041±0,002
Аммиачная селитра(А.С.)	0,55±0,03	1,12±0,02	2,04	0,57	1,1±0,04	0,038±0,001
Ж-1+А.С.	0,51±0,03	1,12±0,02	2,20	0,61	1,1±0,01	0,041±0,001
Ж-2+А.С.	0,46±0,02	1,24±0,01	2,70	0,78	1,2±0,01	0,040±0,002
Ж-3+А.С.	0,55±0,01	1,22±0,01	2,22	0,67	1,2±0,02	0,042±0,001
Сульфат аммония (С.А.)	0,61±0,01	1,23±0,02	2,02	0,62	1,2±0,02	0,041±0,002
Ж-1+С.А.	0,55±0,02	1,14±0,03	2,07	0,59	1,1±0,04	0,037±0,002
Ж-2+С.А.	0,41±0,02	1,17±0,02	2,85	0,76	1,2±0,04	0,044±0,003
Ж-3+С.А.	0,41±0,03	1,20±0,01	2,93	0,79	1,2±0,01	0,046±0,002
Мочевина (М)	0,59±0,03	1,11±0,01	1,88	0,52	1,1±0,02	0,039±0,002
Ж-1+М	0,53±0,03	1,13±0,03	2,13	0,60	1,1±0,02	0,039±0,003
Ж-2+М	0,57±0,02	1,15±0,03	2,02	0,58	1,1±0,01	0,038±0,001
Ж-3+М	0,52±0,01	1,25±0,02	2,40	0,73	1,2±0,02	0,040±0,001

Как видно из таблицы 8, аттрагирующая способность колоса изменялась по вариантам опыта в зависимости от вносимых микроудобрений и азотных подкормок, что в свою очередь, отражалось на показателях массы колоса, массы зерен с одного колоса и массы одного зерна. Предпосевная обработка семян микроудобрениями ЖУСС увеличивала значения аттракции колоса в 1-1,3 раза, в большей степени на фоне применения препарата ЖУСС-3 – в 2,55, в меньшей – ЖУСС-1 и ЖУСС-2, в 2,15-2,12 раза, соответственно.

Аттрагирующая способность колоса на фоне применения отдельно аммиачной селитры (2,04), мочевины (1,88) и сульфата аммония(2,02) была выше контрольных вариантов на 16...27%, но значительно уступали вариантам, где проводилась предпосевная обработка семян препаратами ЖУСС в сочетании с азотными подкормками.

Изучая аттрагирующую способность колоса озимой пшеницы на фоне применения предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и

подкормки азотными удобрениями выявлен положительный эффект от совместного использования удобрений. Наивысшая аттрагирующая способность отмечалась в вариантах опыта с применением микроудобрений ЖУСС-2 и ЖУСС-3 с сульфатом аммония – 2,85 и 2,93, соответственно, что в свою очередь повлияло на увеличение массы одного зерна, которая составила $0,044 \pm 0,003$ и $0,046 \pm 0,002$ г. (на 15 и 21% выше, чем в контрольном варианте), соответственно.

4.3. Физико-химические показатели качества зерна озимой пшеницы

Большое значение, среди показателей качества семян, имеют натура, или объемная масса семян, стекловидность, масса 1000 семян, количество и качество клейковины.

Натура – показатель, выражающий массу 1 л зерна, которая может изменяться от 600-830 г. Высокой считают массу 1 л хорошо выполненного зерна с показателем выше 785 г, средней – 746-785 г и низкой – ниже 745 г (Денисова, 2010).

Стекловидность – показатель, определяющий консистенцию эндосперма, и зависит от расположенных в нем крахмальных зерен и белковых веществ. Стекловидность варьирует в зависимости от условий произрастания. Мука из стекловидного зерна очень ценится и имеет высокий выход (Морару, 1987).

Масса 1000 зерен – важный показатель качества, выражается массой 1000 зерен и зависит от их размеров, плотности и определяет выход муки. Крупные выравненные семена способствуют получению продуктивных растений. При сбалансированном минеральном питании и оптимальной влажности почвы в период налива и формирования зерна возможно получение урожая с полновесным зерном (Минеев и др., 1981).

Клейковина – представляет собой сгусток белковых веществ, остающийся после отмывания теста от крахмала и других составных частей. При оценке качества клейковины определяют физические свойства, такие как упругость и растяжимость, эластичность и вязкость, связанность и др. (Моисеева, 1975).

Физико-химические свойства зерна озимой пшеницы сорта Поволжская 86 в среднем за годы исследований представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Физико-химические свойства зерна озимой пшеницы

Вариант	Стекловидность, %	Масса 1000 зерен, г.	Количество клейковины, %	Качество клейковины	
				ед. ИДК	группа
Контроль	72,8	37,0	31,6	92,3	II
ЖУСС-1	73,8	36,8	31,9	84,1	II
ЖУСС-2	73,8	37,4	31,5	85,2	II
ЖУСС-3	78,5	38,9	32,2	80,5	II
Аммиачная селитра (А.С.)	73,7	37,7	28,7	81,2	II
ЖУСС-1+А.С.	74,8	38,5	27,3	79,9	II
ЖУСС-2+А.С.	75,2	38,0	29,1	77,7	II
ЖУСС-3+А.С.	76,8	37,3	27,9	78,1	II
Сульфат аммония (С.А.)	74,0	39,4	28,7	80,4	II
ЖУСС-1+С.А.	75,5	37,2	31,9	94,1	II
ЖУСС-2+С.А.	78,3	37,9	30,0	84,3	II
ЖУСС-3+С.А.	81,7	38,4	31,5	90,0	II
Мочевина (М)	72,2	37,1	31,2	79,9	II
ЖУСС-1+М	76,0	37,5	28,9	89,3	II
ЖУСС-2+М	77,2	37,6	30,8	91,0	II
ЖУСС-3+М	81,0	39,0	32,5	81,4	II

Все исследуемые физико-химические показатели качества зерна в той или иной степени связаны с погодными условиями. В зависимости от года исследований погодные условия характеризовались резкими колебаниями температуры и неравномерным распределением осадков. Благодаря сортовым особенностям и применяемой системы удобрений озимая пшеница была менее подвержена изменяющимся метеоусловиям. По результатам, представленным в таблице 9, видно, что стекловидность зерна озимой пшеницы изменялась в пределах 72-81% в среднем по годам. Применение предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС-1 и ЖУСС-2 значительно не повлияли на показатель стекловидности, увеличение значений в среднем на 1,4% в сравнении с контролем в обоих вариантах. На фоне применения микроудобрения ЖУСС-3 стекловидность была 78,5%, что на 7,8% выше, чем в контрольном варианте. Применение отдельно азотных подкормок стекловидность была выше на 1,2% в

варианте с применением аммиачной селитры, на 1,6% – в варианте с сульфатом аммония, а при использовании мочевины наблюдалось снижение показателя на 0,9%. Наивысшая стекловидность отмечалась во всех вариантах опыта с применением микроудобрения ЖУСС-3 в сочетании с азотными подкормками. Так, при совместном действии микроудобрения ЖУСС-3 с аммиачной селитрой стекловидность была 76,8%, при использовании ЖУСС-3 с сульфатом аммония – 81,7% и ЖУСС-3 с мочевиной – 81,0%, что на 5,5; 12,1 и 11,2% выше, чем в контрольном варианте.

Масса 1000 зерен изменялась по годам исследования. Наивысшие значения по всем вариантам опыта прослеживались в 2012 г., наименьшие – в 2011 г. В среднем за три года исследований масса зерен находилась в пределах 35-39 г. Наивысшие значения можно отметить в варианте с применением предпосевной обработки семян микроудобрением ЖУСС-3 – 38,9 г, что на 4,8% выше, чем в контроле. При сочетании препарата ЖУСС-3 с сульфатом аммония – 38,4 г, ЖУСС-1 с аммиачной селитрой – 38,5 г и ЖУСС-3 с мочевиной – 39,0 г наблюдалось увеличение массы 1000 зерен на 3,6; 3,7 и 5,1%, соответственно. При использовании подкормки сульфатом аммония отдельно от обработки семенного материала масса 1000 зерен достигала 39,4 г, что на 6,2% выше, чем в контрольном варианте.

Количество клейковины во все годы исследований находилось практически в одинаковых пределах 25-36%. В среднем количество клейковины было на уровне 27-33%, что согласно стандарту соответствует зерну сильных пшениц. Наибольшее количество клейковины, по сравнению с остальными вариантами, отмечалось в вариантах с применением микроудобрений ЖУСС-3 – 32,2%, ЖУСС-3 в сочетании с сульфатом аммония – 31,5% и ЖУСС-3 в сочетании с мочевиной – 32,5%.

Качество клейковины по единицам ИДК по всем вариантам опыта относилось ко II группе и находилось в пределах 77-94 ед. по усредненным данным.

По результатам исследований физико-химических показателей качества зерна озимой пшеницы, можно отметить зависимость между уровнем аттракции и массой зерна. На рисунках 10-11 показана аттрагирующая способность колоса и масса 1000 зерен.

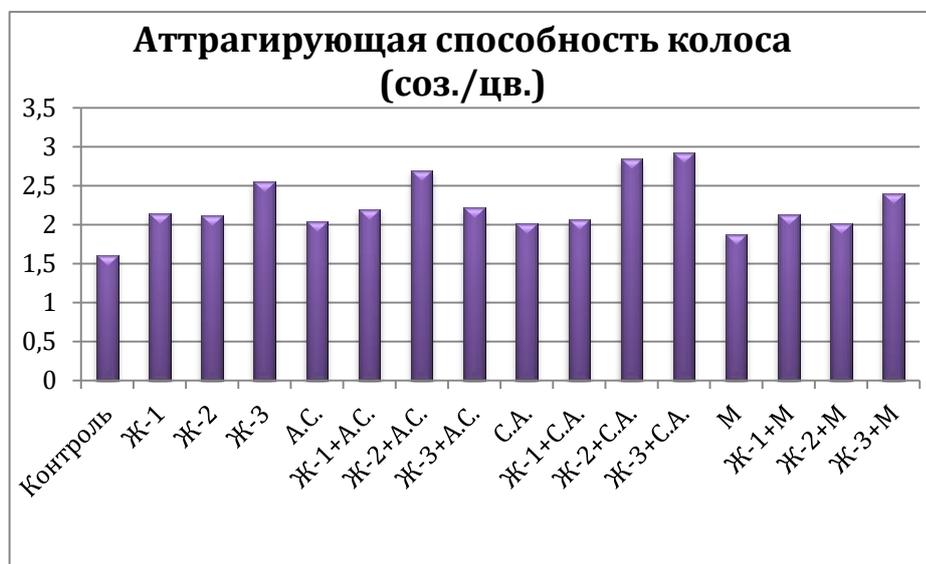


Рисунок 10 – Аттрагирующая способность колоса

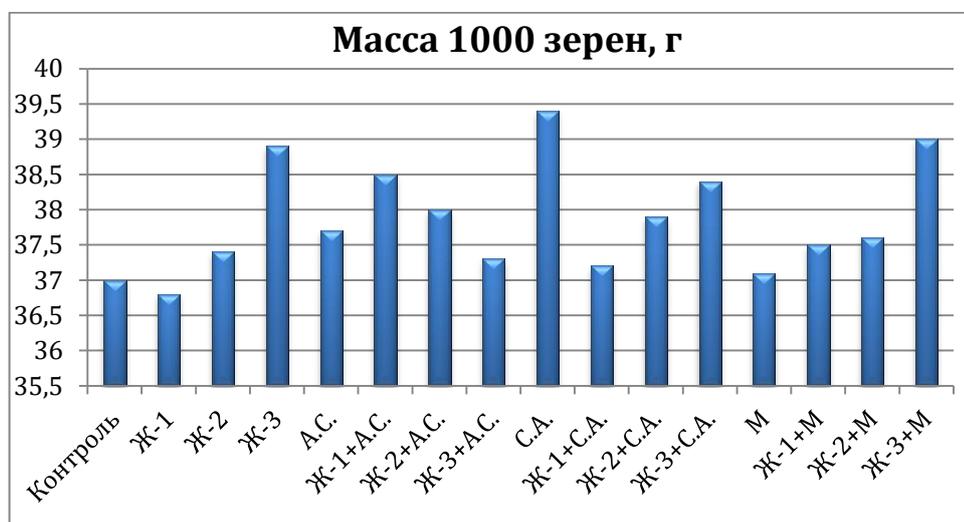


Рисунок 11 – Масса 1000 зерен, г

Каждому варианту опыта соответствуют различные величины аттракции ассимилятов и коэффициенты реализации колоса, что обуславливает разную массу колоса, зерен с одного колоса и массу одного зерна. По усредненным данным отмечалась зависимость между уровнем аттрагирующей способности

и массой зерен. Наивысшая аттрагирующая способность была в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-3, при сочетании ЖУСС-2 с аммиачной селитрой, микроудобрения ЖУСС-3 с мочевиной и сульфатом аммония. Наивысшая масса 1000 зерен отмечалась в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-3, как отдельно, так и в сочетании с азотными подкормками, причем отдельное применение повлияло наиболее эффективно на показатель массы 1000 зерне, чем совместное. В варианте с применением микроудобрения ЖУСС-3 в сочетании с аммиачной селитрой отмечалось отрицательное действие удобрений, где показатели при совместном действии были ниже, чем при отдельном применении, но выше контрольного.

4.4. Урожайность озимой пшеницы и структура урожая

В технологии возделывания озимой пшеницы, применяемые микроэлементы в составе жидких удобрительных стимулирующих смесей в сочетании с азотными удобрениями позволяли реализовывать потенциальную урожайность сорта и получать высококачественную продукцию (Созинов, 1976; Амиров, 2006; Кучеров, 2007; Каракулев, Шустер, 2011; Абакумов, Бобкова, 2012; Бакаева и др., 2016).

Применение предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС-1, ЖУСС-2, ЖУСС-3 в сочетании с различными азотными удобрениями положительно повлияло на показатели урожайности. Урожай озимой пшеницы сорта Поволжская 86 за годы исследований представлен в таблице 10.

По результатам, представленным в таблице 10, увеличение урожая на фоне применения только предпосевной обработки семян отмечалось во всех вариантах опыта, в большей степени при использовании микроудобрения ЖУСС-1, увеличения показателей в среднем по годам на 8,8%, в меньшей степени – ЖУСС-2, увеличение на 7,6%, и ЖУСС-3 – на 6,4%.

Таблица 10 – Урожай озимой пшеницы сорта Поволжская 86

Предпосевная обработка семян	Подкормка удобрениями	Урожай, ц/га			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	в среднем
Контроль		27,8	18,5	29,1	25,1
ЖУСС-1	Без удобрений	30,4	20,4	31,0	27,3
ЖУСС-2		29,9	19,6	31,4	27,0
ЖУСС-3		29,1	19,9	31,0	26,7
Без	Аммиачная селитра	35,3	22,7	34,4	30,8
ЖУСС-1		37,4	25,5	37,3	33,4
ЖУСС-2		37,0	23,8	37,0	32,6
ЖУСС-3		36,6	24,1	36,6	32,4
Без	Сульфат аммония	32,8	21,8	33,5	29,4
ЖУСС-1		34,9	24,6	34,9	31,5
ЖУСС-2		35,3	22,5	35,3	31,0
ЖУСС-3		34,8	23,7	34,8	31,1
Без	Мочевина	34,0	21,9	33,7	29,9
ЖУСС-1		36,5	23,6	36,6	32,2
ЖУСС-2		36,2	22,6	36,2	31,7
ЖУСС-3		36,4	22,3	36,4	31,7
НСР _{об}		1,38	1,50	1,44	
НСР _А		0,69	0,75	0,72	-
НСР _В		0,69	0,75	0,72	

Применение отдельно азотных удобрений, без предпосевной обработки семян, также положительно повлияли на урожай, при подкормке аммиачной селитрой увеличение значений было на 22,7%, на фоне применения сульфата аммония и мочевины – на 17,1 и 19,1% соответственно.

Наиболее эффективно на увеличение урожая повлияло совместное применение предпосевной обработки семян ЖУСС-1 с подкормкой аммиачной селитрой и составило в среднем 30,8 ц/га, что на 33,1% выше, чем в контрольном варианте. Сочетание микроудобрения ЖУСС-1 с сульфатом аммония и ЖУСС-1 с мочевиной также влияло на увеличение значений – на 25,5 и 28,3%, соответственно. Действие предпосевной обработки семян микроудобрений ЖУСС-2 и ЖУСС-3 с аммиачной селитрой, сульфатом аммония и мочевиной практически одинаково, увеличение показателей было на 23...29%.

Согласно полученным данным в среднем за годы исследований происходило увеличение урожая на фоне применения предпосевной обработки

семян препаратом ЖУСС-1 на 8,8%, а наиболее эффективно в комплексе с подкормкой аммиачной селитрой – на 33,1% в сравнении с контролем.

Озимая пшеница отзывчива на применение микроэлементов в качестве предпосевной обработки семян, а также на сочетание микроэлементов с азотными удобрениями. Увеличение количества урожая отмечалось во всех вариантах опыта с применением описанной системы удобрений, по сравнению с контрольным, так как в каждый из препаратов ЖУСС входит медь, которая участвует в процессах фотосинтеза и дыхания, ускоряет действие многих ферментов, участвует в азотном обмене, биосинтезе хлорофилла и многих других жизненно важных процессах для растительного организма. Действие меди в комплексе с другими микроэлементами (бор, молибден, цинк) в препаратах ЖУСС эффективно воздействовала на накопление урожая как отдельно, так и в сочетании с азотными подкормками, положительное действие которых доказано многими авторами. И в зависимости от складывающихся погодных условий года изменялся и наиболее эффективно действующий препарат ЖУСС на увеличение показателя.

На величину урожая влияет множество факторов – погодно-климатические условия года, приемы агротехники, уровень обеспеченности питательными веществами на протяжении вегетации, а также биологические особенности сорта. Изменения количества урожая на примере сорта озимой пшеницы Светоч, с применением такой же системы удобрений, как и в предыдущем опыте, за период с 2014-2015 гг. представлены в таблице 11.

По данным таблицы 11, наивысшие результаты по урожайности были получены в вариантах с применением микроудобрений ЖУСС-2 и ЖУСС-3, практически, в равной степени при отдельном их применении, а также в сочетании с азотными подкормками. Применение микроудобрения ЖУСС-1 также повлияло на увеличение урожая озимой пшеницы сорта Светоч, но в меньшей степени, в отличие от сорта Поволжская 86, где эффективность от данного препарата была максимальной.

Таблица 11 – Урожай озимой пшеницы сорта Светоч

Предпосевная обработка семян	Подкормка удобрениями	Урожай, ц/га		
		2014 г.	2015 г.	в среднем
Контроль		33,6	27,3	30,5
ЖУСС-1	Без удобрений	35,0	29,1	32,1
ЖУСС-2		34,7	32,9	33,8
ЖУСС-3		34,6	32,7	33,7
Без обработки	Аммиачная селитра	41,5	32,5	37,0
ЖУСС-1		43,7	33,7	38,7
ЖУСС-2		44,2	37,1	40,7
ЖУСС-3		43,3	37,7	40,5
Без обработки	Сульфат аммония	38,6	33,9	36,3
ЖУСС-1		39,9	34,9	37,4
ЖУСС-2		40,4	36,1	38,3
ЖУСС-3		41,8	37,4	39,6
Без обработки	Мочевина	37,7	32,1	34,9
ЖУСС-1		39,3	34,5	36,9
ЖУСС-2		40,3	37,9	39,1
ЖУСС-3		40,4	35,2	37,8
НСР _{об}		1,63	1,72	
НСР _А		0,82	0,72	-
НСР _В		0,82	0,72	

Урожай зерна озимой пшеницы сорта Светоч в 2014 г. был несколько выше, чем в 2015 г., на что, возможно, могло повлиять благоприятные влажные и теплые условия осени 2014 г., а также достаточное количество осадков в весенние месяцы, за исключением мая. Наивысшие показатели в 2014 г. отмечались в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-2 в сочетании с аммиачной селитрой – 44,2 ц/га, и ЖУСС-3 с сульфатом аммония – 41,8 ц/га, что на 31,5 и 24,4% выше, чем в контрольном варианте. В среднем по годам урожай озимой пшеницы сорта Светоч был на уровне 30-41 ц/га, в отличие от озимой пшеницы сорта Поволжская 86 – 25-33 ц/га, что в значительной степени связано с погодными условиями и генетическими особенностями, заложенными в сорт.

Показатели урожайности невозможно рассматривать без элементов структуры урожая, которые создают и определяют величину урожая зерна (Марченко, 2011; Акимова, 2009). Структура урожая озимой пшеницы сорта Поволжская 86 на фоне применения предпосевной обработки семян

микроудобрениями ЖУСС и подкормки азотными удобрениями в среднем за годы исследований представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Структура урожая озимой пшеницы сорта Поволжская 86

Вариант	Количество стеблей, шт./м ²	Количество колосьев, шт./м ²	Высота растений, см.	Длина главного колоса, см.	Количество колосков в главном колосе, шт./м ²	Количество зёрен с главного колоса, г.	Количество зёрен с побочных колосьев, шт.	Масса зерна с главного колоса, г	Масса зерна с побочных колосьев, г.	Масса 1000 зёрен, г.
Контроль	326,0	257,5	57,7	6,7	14,5	16,0	8,2	0,70	0,3	20,5
ЖУСС-1	367,5	285,0	59,5	7,5	15,1	20,1	8,8	0,72	0,6	23,9
ЖУСС-2	335,5	281,5	61,0	7,1	10,7	15,1	8,6	0,73	0,3	21,6
ЖУСС-3	359,5	284,5	62,7	7,4	11,0	18,4	8,8	0,70	0,5	23,6
Аммиачная селитра (А.С.)	341,5	288,5	60,6	7,2	11,1	20,9	9,6	0,69	0,5	29,5
Ж-1+А.С.	347,0	291,0	62,3	6,7	14,6	25,5	11,3	0,73	0,7	35,7
Ж-2+А.С.	326,0	280,0	62,1	7,4	12,5	22,7	10,9	0,69	0,6	32,5
Ж-3+А.С.	319,0	282,5	62,8	7,7	14,4	22,0	10,9	0,77	0,8	33,7
Сульфат аммония (С.А.)	335,0	277,0	57,9	7,4	11,0	20,2	9,8	0,70	0,6	29,7
Ж-1+С.А.	339,5	287,0	56,6	7,7	13,7	21,6	10,7	0,73	0,7	33,2
Ж-2+С.А.	333,0	276,5	58,2	7,1	12,3	18,7	10,5	0,76	0,7	31,5
Ж-3+С.А.	334,0	292,0	57,5	7,6	13,4	21,5	11,4	0,72	0,8	32,4
Мочевина (М)	327,5	268,5	59,5	7,5	13,6	16,1	8,3	0,74	0,4	21,3
Ж-1+М	331,4	276,0	59,0	7,4	15,4	23,0	9,0	0,68	0,6	27,5
Ж-2+М	328,0	271,5	60,2	7,7	15,1	22,6	8,9	0,73	0,6	25,9
Ж-3+М	318,5	274,0	57,8	7,5	12,4	19,8	9,2	0,69	0,7	23,9

По данным таблицы 12, обработка семян препаратами ЖУСС и ранневесенняя подкормка азотными удобрениями оказали влияние на элементы структуры урожая. Применение обработки семян препаратом ЖУСС-1 повлияло на увеличение количества стеблей – на 12,7% и колосьев – на 10,7%, количество колосков с главного колоса – на 4,1% и зерен с главного колоса – на 25,6%, а

также на массу 1000 зерен – на 16,7%, в среднем по годам, в сравнении с контролем.

Повышение урожайности на фоне совместного действия предпосевной обработки семян препаратом ЖУСС-1 и внесением аммиачной селитры в фазу весеннего кушения происходило за счет увеличения количества стеблей, колосков и зерен с главного колоса, а также массы 1000 зерен. Увеличение значений было до 32%.

Структура урожая озимой пшеницы сорта Светоч на фоне применения предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и подкормки азотными удобрениями в среднем по годам представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Структура урожая озимой пшеницы сорта Светоч

Вариант опыта	Кол-во растений, шт./м ²	Кол-во стеблей, шт./м ²	Кол-во колосьев, шт./м ²	Высота растений, см.	Длина главного колоса, см.	Кол-во зерен в главном колосе, шт.	Масса зерна с главного колоса, г	Масса 1000 зерен, г
Контроль	385	395	450	76	6,0	26	1,0	36,2
ЖУСС-1	422	432	479	82	6,8	28	1,1	37,6
ЖУСС-2	416	426	477	80	7,1	28	1,1	37,1
ЖУСС-3	414	424	477	81	6,9	29	1,2	37,8
Аммиачная селитра (А.С.)	409	419	464	75	7,0	27	1,1	36,7
Ж-1+А.С.	423	443	487	83	7,4	27	1,1	37,3
Ж-2+А.С.	431	441	476	82	8,3	30	1,2	37,8
Ж-3+А.С.	422	442	481	82	7,4	32	1,2	38,4
Сульфат аммония (С.А.)	406	426	457	80	8,1	27	1,2	37,9
Ж-1+С.А.	419	429	470	81	7,3	30	1,1	38,0
Ж-2+С.А.	417	427	472	85	7,7	27	1,2	38,5
Ж-3+С.А.	424	434	482	87	6,7	26	1,2	38,0
Мочевина (М)	412	422	452	81	7,5	28	1,1	37,6
Ж-1+М	412	427	462	86	7,4	28	1,1	38,1
Ж-2+М	425	435	469	85	7,2	29	1,1	38,9
Ж-3+М	428	438	475	84	8,6	30	1,2	38,6

Предпосевная обработка семян озимой пшеницы сорта Светоч микроудобрениями ЖУСС-1, ЖУСС-2, ЖУСС-3 положительно повлияла на структуру урожая как отдельно, так и в сочетании с азотными подкормками. Применение микроудобрений способствовало увеличению количества растений, стеблей, колосьев, высоты растений, длины главного колоса, количества зерен в главном колосе и массы 1000 зерен по сравнению с контролем.

4.5. Содержание азота в зерне и его вынос с урожаем

Как известно, содержание питательных элементов в зерне зависит не только от генетических особенностей сорта, но также и от условий выращивания. Повышение урожайности озимой пшеницы требует внесения удобрений, что влияет на качество получаемой продукции. Результаты исследований показывают, что урожайность и содержание азота в зерне изменялись в зависимости от применения предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС в сочетании с подкормкой азотными удобрениями, что повлияло на величину общего выноса азота с зерном (таблица 14).

Таблица 14 – Влияние удобрений на содержание азота в зерне и его вынос с урожаем озимой пшеницы сорта Поволжская 86

Вариант опыта	Содержание азота в зерне, %	Общий вынос N урожая, кг/га	Вынос N на 1 ц зерна, кг/га
Контроль	2,25	60,0	2,39
ЖУСС-1	2,31	71,0	2,60
ЖУСС-2	2,29	69,4	2,57
ЖУСС-3	2,30	67,8	2,54
Аммиачная селитра (А.С.)	2,58	85,6	2,78
Ж-1+А.С.	2,80	100,5	3,01
Ж-2+А.С.	2,73	95,8	2,94
Ж-3+А.С.	2,71	94,6	2,92
Сульфат аммония (С.А.)	2,46	77,9	2,65
Ж-1+С.А.	2,64	89,5	2,84
Ж-2+С.А.	2,60	86,5	2,79
Ж-3+С.А.	2,58	87,1	2,80
Мочевина (М)	2,50	80,4	2,69
Ж-1+М	2,70	93,4	2,90
Ж-2+М	2,66	90,7	2,86
Ж-3+М	2,65	90,7	2,86

По результатам таблицы 14, содержание азота в зерне при отдельном применении микроудобрений ЖУСС было в среднем 2,3%, что на 2,2% выше, чем в контрольном варианте. Отдельное применение азотных удобрений увеличило содержание азота в зерне в среднем на 11,7%, в сравнении с контролем. Наивысшее содержание азота в зерне (2,7-2,8%) отмечалось в вариантах при совместном применении микроудобрений ЖУСС с аммиачной селитрой.

Вынос общего азота в контрольном варианте, без применения удобрений составил 60 кг/га за ротацию. Микроудобрения ЖУСС увеличили вынос азота на 9,4 кг/га, а применение азотных удобрений – в среднем на 21,3 кг/га в сравнении с контролем. При совместном применении ЖУСС с аммиачной селитрой увеличение выноса азота было на 37 кг/га, при сочетании ЖУСС с сульфатом аммония и мочевиной – на 27,7 и 31,6 кг/га, соответственно.

Применение микроудобрений ЖУСС с аммиачной селитрой в большей степени повлияло на вынос азота из почвы с зерном урожая озимой пшеницы сорта Поволжская 86 за ротацию.

Изменения содержания азота в зерне и его вынос с урожаем озимой пшеницы сорта Светоч на фоне применяемых удобрений представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Влияние удобрений на содержание азота в зерне и его вынос с урожаем озимой пшеницы сорта Светоч

Вариант опыта	Содержание азота в зерне, %	Общий вынос N урожаем, кг/га	Вынос на 1 ц зерна, кг/га
Контроль	2,55	88,5	2,90
ЖУСС-1	2,69	93,2	3,06
ЖУСС-2	2,83	98,8	3,22
ЖУСС-3	2,82	96,2	3,21
Аммиачная селитра (А.С.)	3,10	123,2	3,33
Ж-1+А.С.	3,24	135,1	3,49
Ж-2+А.С.	3,41	149,4	3,67
Ж-3+А.С.	3,39	147,8	3,65
Сульфат аммония (С.А.)	3,04	118,7	3,27
Ж-1+С.А.	3,13	126,0	3,37
Ж-2+С.А.	3,21	132,1	3,45
Ж-3+С.А.	3,32	141,4	3,57
Мочевина (М)	2,92	109,9	3,15
Ж-1+М	3,09	122,9	3,33
Ж-2+М	3,27	137,6	3,52
Ж-3+М	3,17	128,9	3,41

По данным таблицы 15, содержание азота в зерне изменялось в зависимости от применяемых удобрений. В вариантах с отдельным применением микроудобрений ЖУСС содержание азота было на 5,5-11,0% больше, чем в контрольном варианте. Наибольшее содержание азота в зерне отмечалось в вариантах при совместном применении микроудобрений ЖУСС и азотных подкормок, на уровне 3,1-3,4%, что на 22-33% выше, чем в контрольном варианте.

Вынос общего азота в контрольном варианте, без применения удобрений составил 88,5 кг/га за ротацию. Микроудобрения ЖУСС увеличили вынос азота на 7,5 кг/га, а отдельное применение азотных удобрений – в среднем на 28,7 кг/га в сравнении с контролем. Вынос азота при совместном применении микроудобрений ЖУСС с азотными удобрениями достигал 118-149 кг/га за ротацию, что превышает контрольные значения на 29-60 кг/га.

В большей степени на вынос азота из почвы зерном урожая озимой пшеницы сорта Светоч повлияло совместное применение микроудобрений ЖУСС с аммиачной селитрой.

Изучая влияние применяемых микроудобрений ЖУСС в качестве предпосевной обработки семян и ранневесенней подкормки различными азотными удобрениями на показатели урожайности и массы 1000 зерен, выявлены наилучшие результаты при совместном использовании двух применяемых удобрений. Урожай и масса 1000 зерен по усредненным данным в зависимости от применяемых удобрений представлены на схеме 1.

На схеме 1 видно, что наивысшие показатели урожая были достигнуты в вариантах при совместном применении микроудобрений ЖУСС с аммиачной селитрой – 32-33 ц/га. Данным вариантам соответствовали значения массы 1000 зерен на уровне 37-38 г. Наивысшие показатели массы 1000 зерен отмечались в вариантах с отдельным применением сульфата аммония (39,4 г) и при совместном применении ЖУСС-3 с мочевиной (39,0 г).

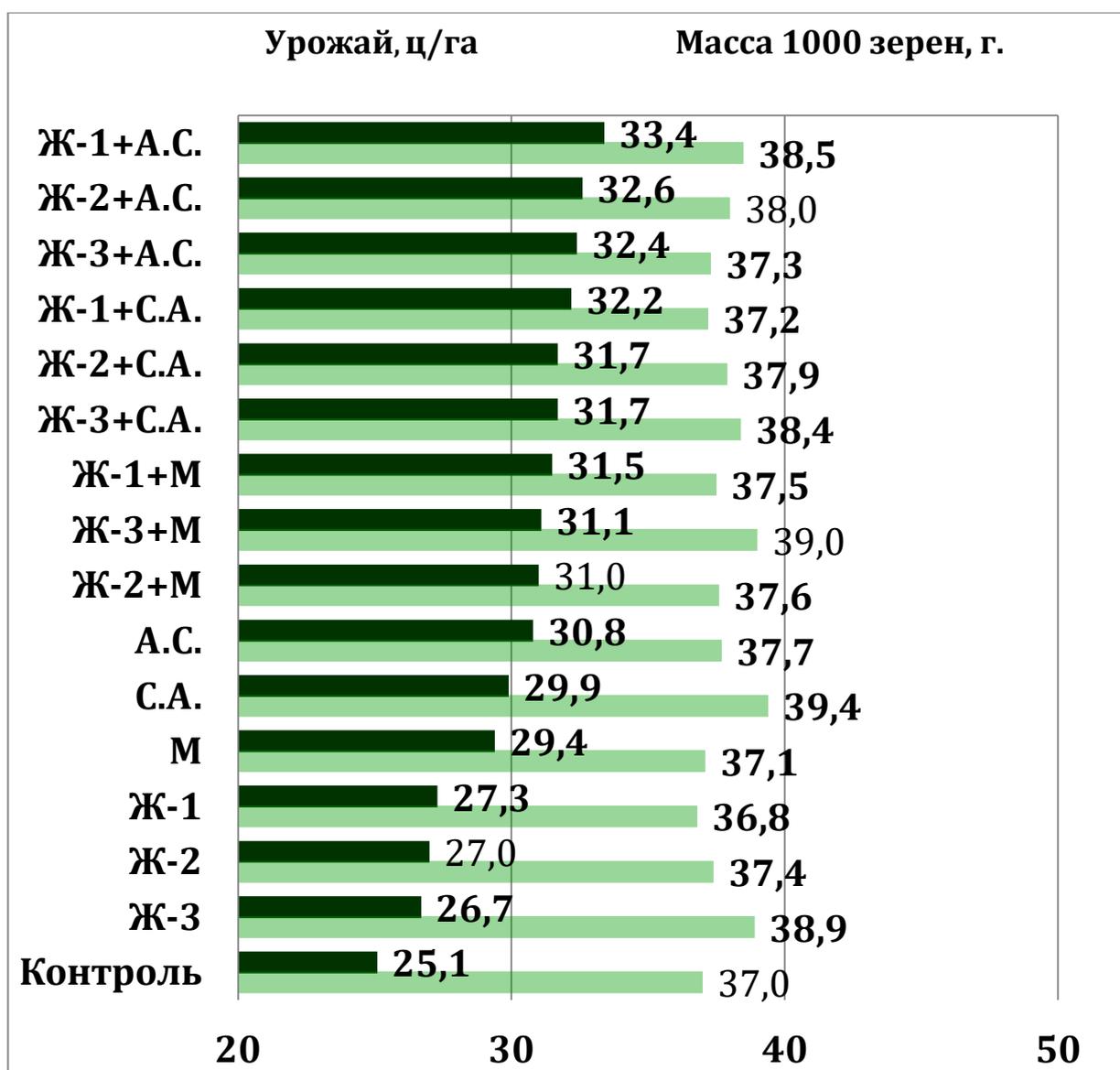


Схема 1 – Урожай и масса 1000 зерен озимой пшеницы сорта Поволжская 86. Варианты с удобрениями расположены в порядке увеличения урожая по их эффективности.

Таким образом, изучая эффективность действия микроудобрений ЖУСС в качестве предпосевной обработки семян и подкормки различными азотными удобрениями озимой пшеницы сорта Поволжская 86 на показатели аттрагирующей способности колоса, массы зерна, урожая и его структурных элементов получены положительные результаты. Прослеживалась зависимость между уровнем аттрагирующей способности и массой зерен. Наивысшая аттрагирующая способность отмечалась в вариантах с применением

микроудобрения ЖУСС-3, при совместном действии ЖУСС-2 с аммиачной селитрой, микроудобрения ЖУСС-3 с мочевиной и сульфатом аммония. Наивысшая масса 1000 зерен была в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-3, как отдельно, так и в сочетании с азотными подкормками, причем отдельное применение повлияло наиболее эффективно на показатель массы 1000 зерне, чем комплексное применение.

Наивысшие результаты по урожайности озимой пшеницы сорта Поволжская 86 31-33 ц/га получены в вариантах при совместном применении микроудобрений ЖУСС и азотных удобрений, что на 23,5-31,5% выше по сравнению с контролем. Увеличение урожая от отдельного применения удобрений было менее выражено: азотных подкормок, в среднем на 17-23% и препаратов ЖУСС, в среднем до 9%. Применение обработки семян препаратом ЖУСС-1 повлияло на увеличение количества стеблей – на 12,7% и колосьев – на 10,7%, количество колосков с главного колоса – на 4,1% и зерен с главного колоса – на 25,6%, в среднем по годам.

Наивысшие результаты по урожайности озимой пшеницы сорта Светоч 34-41 ц/га отмечались в вариантах с применением микроудобрений ЖУСС-2 и ЖУСС-3 как отдельно, так и в сочетании с аммиачной селитрой и сульфатом аммония. Применение удобрений также способствовало увеличению количества растений, стеблей, колосьев, высоты растений, длины главного колоса, количества зерен в главном колосе и массы 1000 зерен по сравнению с контролем.

Наивысшее содержание азота в зерне озимой пшеницы сортов Поволжская 86 (2,7-2,8%) и Светоч (3,1-3,4%) отмечалось в вариантах при совместном применении микроудобрений ЖУСС с аммиачной селитрой.

Вынос азота при совместном применении микроудобрений ЖУСС с азотными удобрениями достигал у сорта Поволжская 86 91-100 кг/га, у сорта Светоч – 118-149 кг/га за ротацию. В большей степени на вынос азота из почвы с зерном урожая озимой пшеницы сортов Поволжская 86 и Светоч также повлияло совместное применение микроудобрений ЖУСС с аммиачной селитрой.

Глава 5. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И АКТИВНОСТЬ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ В ЗЕРНЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

5.1. Содержание белка в листьях озимой пшеницы по фазам развития

Определение фракционного состава белка в листьях озимой пшеницы было в фазу кущения-выхода в трубку. Усредненные данные за годы исследований представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Содержание белка в листьях озимой пшеницы в фазу кущения-выхода в трубку

Предпосевная обработка семян	Подкормка удобрениями	Белок, %				
		альбумины	глобулины	проламины	глютелины	сумма
Контроль		2,09	0,80	2,04	0,60	5,53
ЖУСС-1	Без удобрений	2,04	0,91	2,68	0,70	6,33
ЖУСС-2		1,73	0,84	2,32	0,70	5,59
ЖУСС-3		1,90	1,10	2,16	0,82	5,98
Без обработки	Аммиачная селитра	2,25	0,92	2,12	0,65	5,94
ЖУСС-1		2,63	0,94	2,50	0,67	6,74
ЖУСС-2		3,18	1,00	2,65	0,71	7,54
ЖУСС-3		3,47	1,20	2,41	0,75	7,83
Без обработки	Сульфат аммония	2,20	0,90	2,19	0,65	5,94
ЖУСС-1		2,61	1,20	2,37	0,69	6,87
ЖУСС-2		3,26	1,21	2,44	0,70	7,61
ЖУСС-3		3,50	1,33	2,49	0,77	8,09
Без обработки	Мочевина	2,19	0,93	2,07	0,70	5,89
ЖУСС-1		3,15	1,14	2,20	0,71	7,20
ЖУСС-2		2,34	1,22	2,35	0,74	6,65
ЖУСС-3		3,46	1,26	2,60	0,80	8,12

Как видно из данных таблицы 16, содержание белка в листьях озимой пшеницы в фазу кущения-выхода в трубку находилось на уровне 5-8%, наибольшее количество белка отмечалось во фракции альбуминов, до 3,5%, и во фракции проламинов – до 2,7%, меньше всего белка во фракции глобулинов и глютелинов – на уровне 0,6-1,3%.

Рассматривая отдельно накопление белка в каждой фракции можно отметить, что наибольшее содержание белка во фракции альбуминов было в

вариантах с применением предпосевной обработки семян микроудобрением ЖУСС-3 в сочетании с аммиачной селитрой, сульфатом аммония, мочевиной – 3,47; 3,50; и 3,46% соответственно, что на 1,37-1,41% выше, чем в контроле. Предпосевная обработка семян отдельно от азотных подкормок на фракцию альбуминов влияния не оказала, значения белка были на уровне 1,7-2,0%, что ниже контрольного варианта. Варианты с применением азотных подкормок без предварительной обработки семенного материала практически не отличались друг от друга и составили 2,19-2,25%, что на 0,10-0,16% выше, чем в контрольном варианте.

Содержание белка во фракции глобулинов находилось на уровне 0,8-1,3%, преобладающим среди всех был вариант с применением предпосевной обработки семян микроудобрением ЖУСС-3 в сочетании с азотными подкормками.

Рассматривая характер накопления клейковинных фракций белка можно отметить, что накопление проламинов происходило интенсивнее во всех вариантах опыта. Наибольшее увеличение фракции проламинов – на 31% отмечалось в варианте с применением микроудобрения ЖУСС-1, при использовании ЖУСС-2 и ЖУСС-3 – увеличение на 14% и 6%, соответственно. Применение азотных подкормок отдельно от предпосевной обработки незначительно увеличивали показатели белка. Наиболее эффективно оказало влияние совместное действие микроудобрений и азотных подкормок. Так, в варианте с применением препарата ЖУСС-2 в сочетании с аммиачной селитрой содержалось 2,65% белка, что на 30% выше, чем в контрольном варианте. При использовании микроудобрения ЖУСС-3 с сульфатом аммония и ЖУСС-3 с мочевиной значения белка были выше на 22 и 27%, соответственно.

Накопление фракции глютенинов в большей степени было в вариантах опыта с применением препарата ЖУСС-3 как отдельно, так и в сочетании с азотными подкормками. Отдельное применение препарата ЖУСС-3 повлияло на увеличение белка во фракции глютенинов – на 37%. При совместном действии ЖУСС-3 с аммиачной селитрой, сульфатом аммония и мочевиной накопление

белка было на уровне 0,75; 0,77 и 0,80%, соответственно, что на 25; 28 и 33% выше, чем в контрольном варианте, где количество белка было 0,60%.

5.2. Изменение содержания белка в зерне озимой пшеницы в процессе созревания

Накопление веществ в зерне озимой пшеницы происходит в процессе налива и является сложным физиолого-биохимическим процессом, с согласованным взаимодействием вегетативных и репродуктивных органов. Это взаимодействие изменяется в большей степени от условий минерального питания, в частности от обеспеченности растений азотом в период налива зерна. Как известно (Козьмина, 1976; Бабицкий, 2008), синтез белка происходит за счет реутилизации азотистых веществ из вегетативных органов и поглощения из почвы в период налива зерна. При снижении уровня поступления азота к растению отток из вегетативных органов усиливается. В связи с тем, что в процессе накопления запасных веществ погодные условия могут изменяться, и, соответственно, ввиду подвижности азотистых веществ, изменяется и уровень обеспеченности почвы азотом, в наших исследованиях представлены данные изменения белковых веществ по фазам развития.

Содержание белка в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 по фракциям в молочной стадии спелости в среднем за годы исследований представлено в таблице 17.

По данным таблицы 17, наивысшая концентрация белка в фазу молочной спелости зерна отмечалась во фракции альбуминов, значения показателя изменялись в пределах 3,05-4,54% в зависимости от варианта опыта. Затем проламиновая фракция, значения которой были в пределах 1,53-2,59% по вариантам. Менее всего белка во фракциях глобулинов и глютелинов, количество белка в которых не превышало 0,85%.

Таблица 17 – Фракционный состав белка в зерне озимой пшеницы в молочной стадии спелости

Предпосевная обработка семян	Подкормка удобрениями	Белок, %				
		альбумины	глобулины	проламины	глютелины	общий белок
Контроль		3,17	0,32	1,53	0,57	5,59
ЖУСС-1	Без удобрений	3,40	0,36	2,50	0,50	6,76
ЖУСС-2		3,22	0,75	2,59	0,57	7,13
ЖУСС-3		2,96	0,24	2,35	0,51	6,06
Без обработки	Аммиачная селитра	2,84	0,32	2,45	0,44	6,05
ЖУСС-1		3,50	0,34	2,50	0,76	7,10
ЖУСС-2		4,18	0,22	2,12	0,37	6,89
ЖУСС-3		3,66	0,77	2,52	0,45	7,40
Без обработки	Сульфат аммония	3,05	0,39	2,06	0,59	6,09
ЖУСС-1		3,37	0,86	2,18	0,38	6,79
ЖУСС-2		3,27	0,45	2,08	0,45	6,25
ЖУСС-3		3,71	0,50	2,12	0,30	6,63
Без обработки	Мочевина	4,36	0,63	2,24	0,14	7,37
ЖУСС-1		4,54	0,41	2,12	0,37	7,44
ЖУСС-2		4,05	0,77	1,76	0,85	7,43
ЖУСС-3		3,52	0,42	2,06	0,44	6,44

Наивысшие значения белка в альбуминовой фракции отмечались в вариантах опыта с применением предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС в сочетании с подкормкой мочевиной – до 4,54%. В глобулиновой фракции наибольшее количество белка было в варианте с отдельным применением препарата ЖУСС-2 – 0,75%, что на 0,43% выше в абсолютном выражении, чем в контрольном варианте, а также в вариантах с применением ЖУСС-3 с подкормкой аммиачной селитрой и ЖУСС-2 с мочевиной – 0,77% в обоих вариантах.

В проламиновой фракции наивысшие значения белка отмечались в вариантах с применением обработки семян микроудобрением ЖУСС-2 – 2,59%, а также при совместном действии ЖУСС-1 и ЖУСС-3 с аммиачной селитрой – 2,50 и 2,52%, соответственно. В глютелиновой фракции белок наиболее интенсивно накапливался в вариантах при совместном действии предпосевной обработки семян препаратом ЖУСС-1 и подкормкой аммиачной селитрой – 0,76%, а также

ЖУСС-2 с мочевиной – 0,85%, что на 0,19 и 0,28% выше, чем в контрольном варианте, соответственно.

Процентное выражение доли каждой фракции в общем количестве белка в фазу молочной спелости зерна сложилось следующим образом: альбумины – 52,8%, глобулины – 7,1%, проламины – 32,9%, глютелины – 7,2% в среднем по вариантам опыта. Диаграмма представлена на рисунке 12.

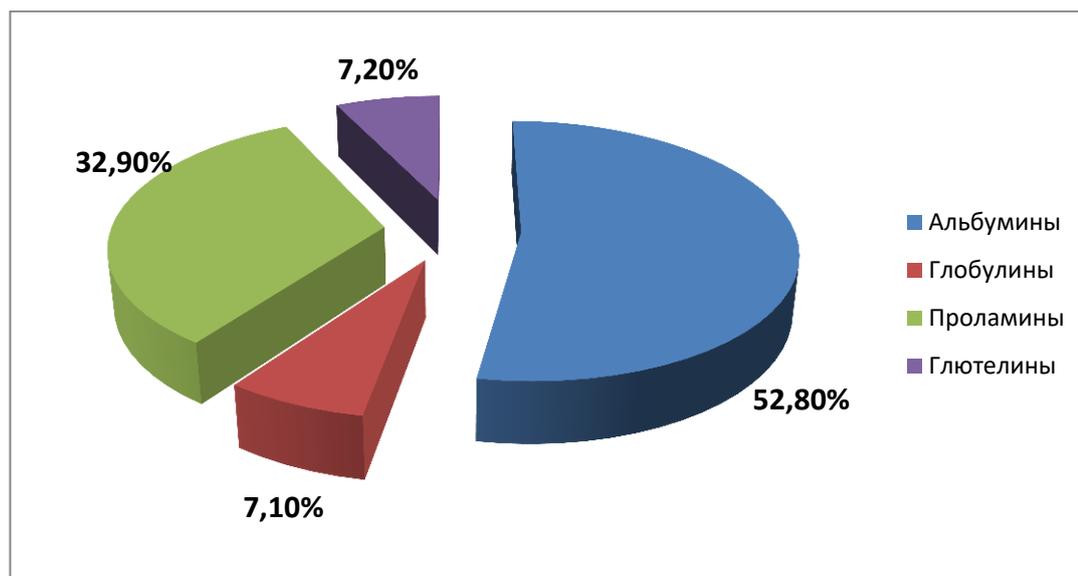


Рисунок 12 – Фракционный состав белка в фазу молочной спелости зерна озимой пшеницы, %

Содержание белка в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 по фракциям в восковой стадии спелости в среднем по годам представлено в таблице 18.

По результатам таблицы 18, в восковой стадии спелости зерна озимой пшеницы происходило снижение фракции альбуминов и в небольшом количестве проламинов, повышалось содержание фракции глютелинов и незначительно глобулинов. Суммарный белок по всем вариантам опыта варьировал в пределах 8-10%. Рассматривая изменения суммарного белка в восковой стадии спелости на фоне только предпосевной обработки семян, наивысшие показатели отмечались в варианте с применением ЖУСС-3 – 9,62%, превышающие контрольные значения на 1,4% в абсолютном выражении.

Таблица 18 – Фракционный состав белка в зерне озимой пшеницы в восковой стадии спелости

Предпосевная обработка семян	Подкормка удобрениями	Белок, %				
		альбумины	глобулины	проламины	глютелины	общий белок
Контроль		2,88	0,87	2,59	1,88	8,22
ЖУСС-1	Без удобрений	3,73	0,99	2,58	1,75	9,05
ЖУСС-2		4,10	0,82	2,35	2,08	9,35
ЖУСС-3		3,29	1,60	2,54	2,19	9,62
Без обработки	Аммиачная селитра	2,92	0,78	2,71	1,83	8,24
ЖУСС-1		3,83	0,82	2,51	2,14	9,30
ЖУСС-2		4,51	1,14	2,30	2,33	10,28
ЖУСС-3		3,99	0,96	2,79	2,09	9,83
Без обработки	Сульфат аммония	4,38	1,28	2,21	2,05	9,92
ЖУСС-1		3,70	0,94	2,33	2,23	9,20
ЖУСС-2		3,40	1,15	2,77	2,20	9,52
ЖУСС-3		4,04	0,50	2,56	2,38	9,48
Без обработки	Мочевина	4,69	0,78	2,61	1,70	9,78
ЖУСС-1		4,87	0,84	2,25	2,01	9,97
ЖУСС-2		4,38	0,91	2,55	2,08	9,92
ЖУСС-3		3,85	0,68	2,16	2,53	9,22

Азотные подкормки отдельно от микроудобрений в виде сульфата аммония и мочевины увеличивали содержание белка на 1,7 и 1,6%, значения белка в варианте с применением подкормки аммиачной селитрой были близки к контрольному варианту. Совместное действие микроудобрений ЖУСС и азотных подкормок во всех вариантах опыта повышали значения белка в среднем на 1-2%. Наивысшие значения по содержанию белка были получены в вариантах с применением ЖУСС-2 в сочетании с аммиачной селитрой – 10,28%, ЖУСС-2 с сульфатом аммония – 9,52% и ЖУСС-1 с мочевиной – 9,97%, которые на 2,06; 1,30 и 1,75% выше, чем в контрольном варианте.

Процентное выражение доли каждой фракции в общем количестве белка в фазу восковой спелости зерна было следующим образом: альбумины – 41,3%, глобулины – 10,0%, проламины – 26,5%, глютелины – 22,2% в среднем по вариантам опыта. Диаграмма представлена на рисунке 13.

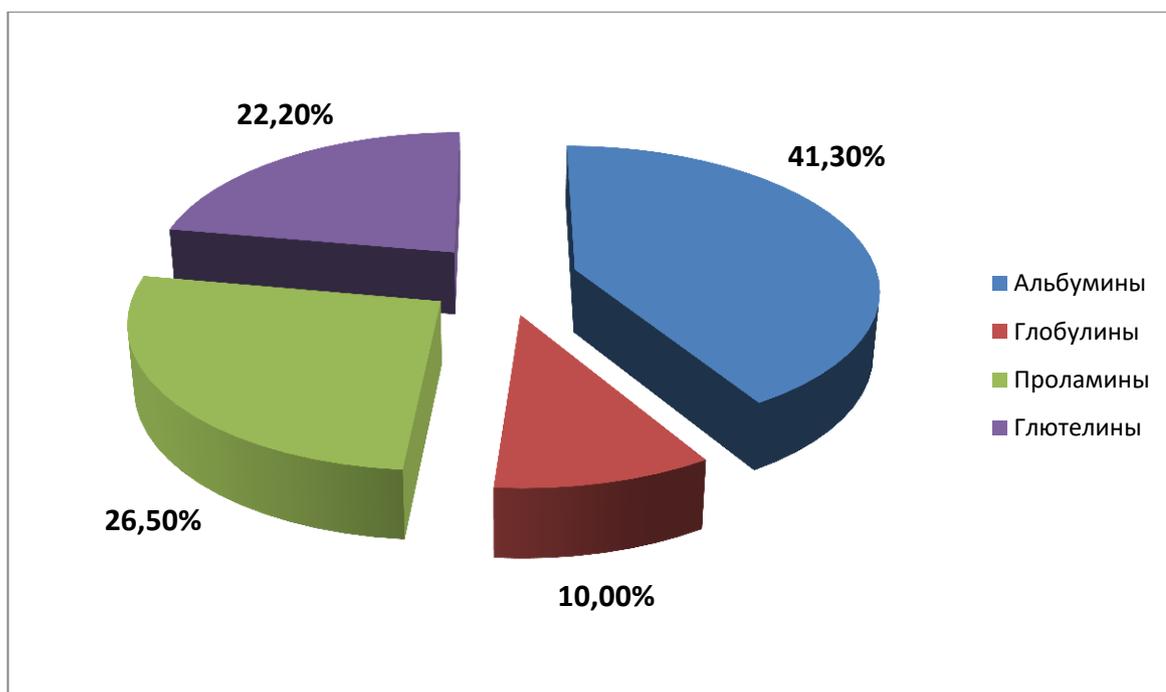


Рисунок 13 – Фракционный состав белка в фазу восковой спелости зерна озимой пшеницы, %

Сравнивая накопление белковых веществ от стадии молочной спелости зерна к восковой можно отметить снижение альбуминовой и проламиновой фракции на 11,5 и 6,4%, соответственно, в абсолютном выражении. А также увеличение фракции глобулинов и глютелинов на 2,9 и 15,0%, соответственно.

5.3. Общее содержание белка и его фракции в стадии полной спелости зерна озимой пшеницы

Содержание белка в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 по фракциям в полной стадии спелости, в среднем за годы исследований представлено в таблице 19.

Проанализировав данные таблицы 19, можно сделать вывод, что к моменту полной спелости зерна происходило интенсивное увеличение фракции глютелинов по сравнению с восковой, менее увеличивались фракции проламинов и глобулинов.

Таблица 19 – Фракционный состав белка

Предпосевная обработка семян	Подкормка удобрениями	Белок, %			
		альбумины	глобулины	проламины	глютелины
Контроль		2,6	1,5	3,3	5,7
ЖУСС-1	Без удобрений	2,7	2,0	3,2	7,4
ЖУСС-2		3,2	1,5	3,5	7,6
ЖУСС-3		4,1	1,7	4,5	6,7
Без обработки	Аммиачная селитра	3,2	2,1	4,0	6,9
ЖУСС-1		3,8	1,9	4,1	7,3
ЖУСС-2		3,7	2,0	4,3	7,3
ЖУСС-3		4,1	2,0	4,7	7,3
Без обработки	Сульфат аммония	3,6	1,9	4,5	6,2
ЖУСС-1		3,8	2,1	4,9	6,3
ЖУСС-2		3,3	2,5	4,2	6,7
ЖУСС-3		3,7	2,0	5,7	6,7
Без обработки	Мочевина	3,2	1,9	3,4	7,4
ЖУСС-1		3,3	1,8	3,7	7,8
ЖУСС-2		2,7	2,1	3,6	8,1
ЖУСС-3		3,1	2,0	4,9	7,2

Снижение отмечалось в большинстве вариантов опыта во фракции альбуминов, за исключением вариантов с применением микроудобрения ЖУСС-3, при совместном применении ЖУСС-3 с аммиачной селитрой, ЖУСС-1 с сульфатом аммония, где было увеличение значений.

На фоне применения предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС происходило увеличение каждой фракции белка в среднем по годам в сравнении с контролем. В большей степени отмечалось увеличение фракции проламинов в варианте с применением обработки семян микроудобрением ЖУСС-3.

Совместное действие предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и подкормки азотными удобрениями в большей степени повлияло на накопление клейковинных фракции белка пшеницы – проламинов и глютелинов. Процентное выражение доли каждой фракции в общем количестве белка в фазу полной спелости зерна сложилось следующим образом: альбумины – 19,9%, глобулины – 11,4%, проламины – 25,3%, глютелины – 43,4% в среднем по вариантам опыта. Диаграмма представлена на рисунке 14.

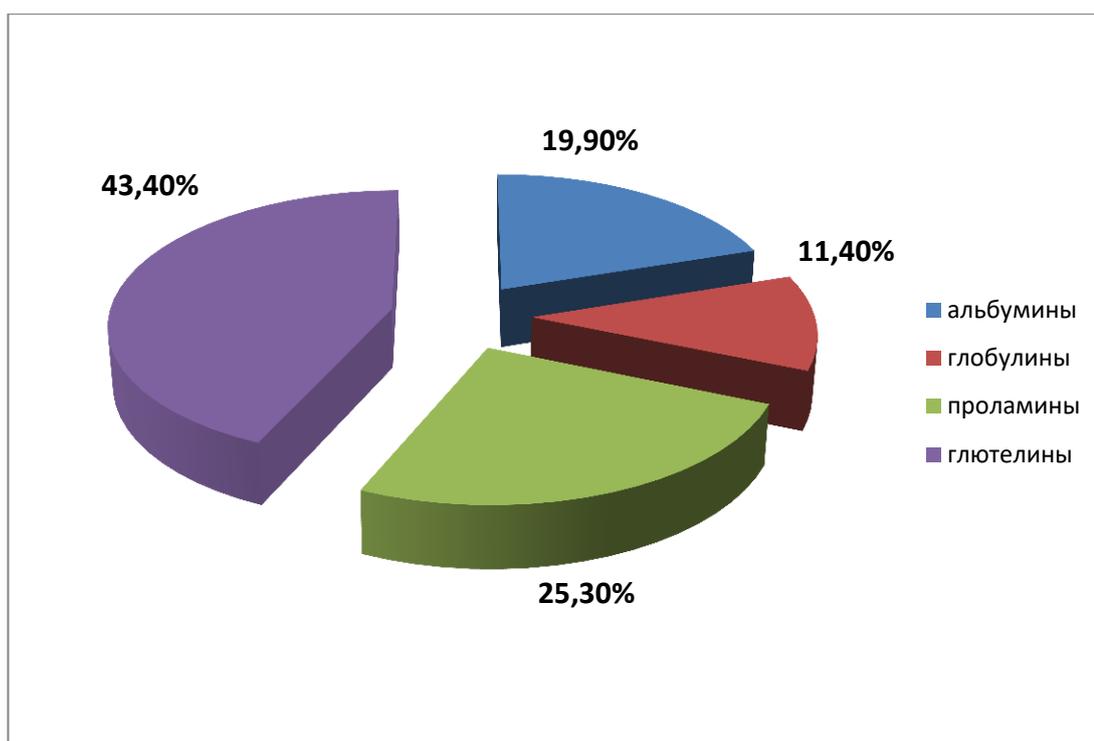


Рисунок 14 – Фракционный состав белка в фазу полной спелости зерна озимой пшеницы, %

Наиболее ценными белками, определяющими хлебопекарные качества муки и питательную ценность продуктов, получаемых из пшеницы, являются белки проламиновой и глютелиновой групп, содержание которых зависит от факторов окружающей среды в период вегетации, от применяемых удобрений и агротехнических приемов в целом, а также от сортовых особенностей.

Проявление количественного содержания белка и клейковинных его фракций на фоне применяемых удобрений находилось в прямой зависимости. Наивысшие показатели белка наблюдались при совместном действии микроудобрения ЖУСС-3 с аммиачной селитрой и сульфатом аммония – 18,1% в обоих вариантах, в которых отмечались и наивысшие значения клейковинных фракций, 12,0 и 12,4%, соответственно, в среднем годам.

Суммарное содержание белка в фазу полной спелости зерна озимой пшеницы сорта Поволжская 86 за годы исследований представлено в таблице 20.

Таблица 20 – Суммарное содержание белка в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86

Удобрения	Белок, %			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	в среднем
Контроль	13,9	14,3	15,0	14,4
ЖУСС-1	15,2	15,6	15,2	15,4
ЖУСС-2	15,8	15,5	16,2	15,8
ЖУСС-3	16,3	16,6	18,1	17,0
Аммиачная селитра (А.С.)	14,9	16,1	17,7	16,2
ЖУСС-1 +А.С.	16,8	19,1	15,4	17,1
ЖУСС-2+А.С.	17,8	18,0	16,2	17,3
ЖУСС-3+А.С.	18,7	17,6	17,9	18,1
Сульфат аммония (С.А.)	15,8	15,3	17,4	16,2
ЖУСС-1+С.А.	17,2	16,0	18,2	17,1
ЖУСС-2+С.А.	16,3	15,8	18,1	16,7
ЖУСС-3 +С.А.	17,8	17,3	19,3	18,1
Мочевина (М)	14,1	16,3	17,3	15,9
ЖУСС-1+М	14,7	17,4	17,6	16,6
ЖУСС-2+М	15,1	16,9	17,6	16,5
ЖУСС-3+М	15,3	18,8	17,6	17,2

По результатам таблицы 20, применение предпосевной обработки семян препаратами ЖУСС положительно повлияло на накопление белка в зерне озимой пшеницы. Так, в большей степени оказала влияние обработка семян препаратом ЖУСС-3, увеличение показателей было на 18%, ЖУСС-1 и ЖУСС-2 в меньшей степени – на 6,7 и 10,0%, соответственно. При отдельном применении азотных подкормок, аммиачная селитра и сульфат аммония одинаково подействовали на показатель белка и увеличили значения в среднем на 12...13%, а мочевина – на 10,5%.

Изучая совместное действие микроудобрений ЖУСС и азотных удобрений выяснили, что предпосевная обработка семян препаратом ЖУСС-3 в сочетании с аммиачной селитрой в большей степени оказывала влияние на накопление белка, увеличение которого было на 25,5% в среднем по годам. В меньшей степени ЖУСС-2 и ЖУСС-1 с аммиачной селитрой – на 20,3 и 18,8%, соответственно. Применение обработки семян препаратом ЖУСС-3 в сочетании с сульфатом аммония повышало показатели на 25,8%, ЖУСС-1 и ЖУСС-2 в сочетании с сульфатом аммония – на 18,9 и 16,1%, соответственно. Совместное действие

микроудобрения ЖУСС-3 с мочевиной увеличивало количественное содержание белка на 19,5%, действие ЖУСС-1 и ЖУСС-2 в сочетании с мочевиной было практически одинаковое, увеличение значений на 14,7...14,9%, соответственно.

Таким образом, наиболее эффективно на увеличение показателей белка повлияло применение предпосевной обработки семян микроудобрением ЖУСС-3, как отдельно – увеличение белка на 18%, так и в сочетании с различными азотными удобрениями – увеличение на 19...26%.

Изменения биохимических показателей качества зерна, в частности белка, зависит от многих взаимосвязанных факторов, в т. ч. и от генетических особенностей сорта. Рассмотрим значения показателей белка на примере сорта Светоч с применением такой же системы удобрений (таблица 21).

Таблица 21 – Суммарное содержание белка в зерне озимой пшеницы сорта Светоч

Предпосевная обработка семян	Подкормка удобрениями	Белок, %		
		2014 г.	2015 г.	в среднем
Контроль		15,4	15,1	15,2
ЖУСС-1	Без удобрений	16,3	15,7	16,0
ЖУСС-2		16,9	16,1	16,5
ЖУСС-3		17,2	16,8	17,0
Без обработки	Аммиачная селитра	16,4	16,2	16,3
ЖУСС-1		18,1	18,1	18,1
ЖУСС-2		17,7	17,0	17,3
ЖУСС-3		19,2	17,2	18,2
Без обработки	Сульфат аммония	16,9	16,3	16,6
ЖУСС-1		18,9	18,3	18,6
ЖУСС-2		18,0	16,9	17,5
ЖУСС-3		17,9	17,1	17,5
Без обработки	Мочевина	16,2	16,1	16,2
ЖУСС-1		18,2	17,8	18,0
ЖУСС-2		17,6	16,7	17,2
ЖУСС-3		17,6	17,1	17,3

По данным таблицы 21, применение предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС-1, ЖУСС-2 и ЖУСС-3 как отдельно, так и в сочетании с азотными подкормками изменяло количественное содержание белка в сторону увеличения.

При отдельном применении микроудобрений ЖУСС наиболее эффективно на белковость зерна пшеницы сорта Светоч повлияла обработка семян препаратом ЖУСС-3, также как и в исследованиях зерна пшеницы сорта Поволжская 86, увеличение значений было на 11,4% в среднем за 2 года в сравнении с контролем. В остальных же вариантах при сочетании обработки семян ЖУСС и подкормки азотными удобрениями наиболее эффективный среди остальных оказался препарат ЖУСС-1 – увеличение белка на 18-22%, в отличие от сорта Поволжская 86, где наивысшие значения показателя белка были достигнуты на фоне микроудобрения ЖУСС-3.

5.4. Активность протеолитических ферментов в зерне озимой пшеницы

Протеолитические ферменты, протеиназы, воздействуют на белки и продукты их гидролиза. Пшеничная мука обладает невысокой протеиназной активностью. Повышенная активность протеиназ приводит к ухудшению качества клейковины, лишает ее эластичности, упругости и способности к набуханию. Протеолитические ферменты, воздействуя на пептидные связи в молекулах белка, расщепляют их с образованием пептидов и отдельных аминокислот, что, в свою очередь, влияет на степень и характер изменения механических свойств клейковины, на скорость совершающегося в тесте протеолиза в процессе приготовления хлеба. Активность протеолитических ферментов в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 за годы исследований представлена в таблице 22.

Наивысшая суммарная протеолитическая активность в зерне озимой пшеницы, по результатам таблицы 22, отмечалась в варианте с применением предпосевной обработки семян микроудобрением ЖУСС-1 в сочетании с подкормкой аммиачной селитрой, и составила 1,51 ед., что на 18,9% выше, чем в контрольном варианте.

Таблица 22 – Активность протеолитических ферментов в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 (Е)

Вариант	2011 г.	2012 г.	2013 г.	в среднем
Контроль	1,24±0,12	1,32±0,10	1,24±0,11	1,27±0,11
ЖУСС-1	1,29±0,12	1,42±0,10	1,57±0,09	1,43±0,10
ЖУСС-2	1,17±0,13	1,37±0,12	1,37±0,12	1,30±0,12
ЖУСС-3	1,14±0,10	1,15±0,10	1,27±0,12	1,19±0,11
Аммиачная селитра (А.С.)	1,28±0,13	1,32±0,10	1,36±0,12	1,32±0,11
ЖУСС-1 +А.С.	1,38±0,14	1,48±0,10	1,67±0,10	1,51±0,12
ЖУСС-2+А.С.	1,31±0,11	1,45±0,11	1,61±0,11	1,46±0,11
ЖУСС-3+А.С.	1,21±0,13	1,34±0,13	1,22±0,12	1,26±0,13
Сульфат аммония (С.А.)	1,24±0,11	1,33±0,13	1,29±0,12	1,29±0,12
ЖУСС-1+С.А.	1,38±0,12	1,36±0,10	1,41±0,12	1,38±0,11
ЖУСС-2+С.А.	1,30±0,12	1,42±0,11	1,46±0,11	1,39±0,11
ЖУСС-3 +С.А.	1,27±0,13	1,22±0,12	1,23±0,10	1,24±0,11
Мочевина (М)	1,31±0,12	1,35±0,12	1,26±0,11	1,31±0,12
ЖУСС-1+М	1,34±0,09	1,45±0,13	1,58±0,12	1,46±0,11
ЖУСС-2+М	1,28±0,12	1,38±0,10	1,46±0,11	1,37±0,11
ЖУСС-3+М	1,22±0,11	1,25±0,12	1,21±0,11	1,23±0,12

Увеличение значений протеазы на 15,0% наблюдалось в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-1 в сочетании с сульфатом аммония и ЖУСС-1 с мочевиной. Снижение протеолитической активности, до 6,3%, отмечалось в варианте с применением микроудобрения ЖУСС-3. Практически без изменений была суммарная протеолитическая активность ферментов при использовании азотных удобрений в качестве подкормки, без предварительной обработки семян микроудобрениями ЖУСС, значения которых были близки к контрольному варианту, 1,27 ед., и составили в среднем 1,29-1,32 ед.

Рассмотрим активность протеолитических ферментов в зерне озимой пшеницы сорта Светоч за 2014-2015гг. (таблица 23).

По данным таблицы 23, протеолитическая активность ферментов увеличивалась во всех вариантах опыта с применением предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и подкормки азотными удобрениями, за исключением вариантов с применением отдельно подкормки сульфатом аммония и мочевиной, снижение показателей было до 4%.

Таблица 23 – Активность протеолитических ферментов в зерне озимой пшеницы сорта Светоч (Е)

Вариант	2014 г.	2015 г.	в среднем
Контроль	1,13±0,12	1,26±0,10	1,20±0,11
ЖУСС-1	1,18±0,10	1,41±0,10	1,30±0,10
ЖУСС-2	1,17±0,13	1,29±0,12	1,23±0,13
ЖУСС-3	1,16±0,10	1,22±0,10	1,19±0,10
Аммиачная селитра (А.С.)	1,24±0,09	1,32±0,09	1,28±0,09
ЖУСС-1 +А.С.	1,03±0,14	1,43±0,10	1,23±0,12
ЖУСС-2+А.С.	1,08±0,10	1,38±0,11	1,23±0,11
ЖУСС-3+А.С.	1,27±0,13	1,59±0,13	1,43±0,13
Сульфат аммония (С.А.)	1,06±0,11	1,26±0,13	1,16±0,12
ЖУСС-1+С.А.	1,33±0,12	1,35±0,10	1,34±0,11
ЖУСС-2+С.А.	1,37±0,10	1,48±0,11	1,42±0,11
ЖУСС-3 +С.А.	1,40±0,10	1,55±0,12	1,48±0,11
Мочевина (М)	1,17±0,12	1,15±0,12	1,16±0,12
ЖУСС-1+М	1,16±0,09	1,31±0,13	1,23±0,11
ЖУСС-2+М	1,39±0,12	1,42±0,10	1,40±0,11
ЖУСС-3+М	1,11±0,11	1,52±0,12	1,31±0,12

Наивысшая протеолитическая активность ферментов в зерне озимой пшеницы отмечалась в вариантах с применением препарата ЖУСС-1, ЖУСС-3 в сочетании с аммиачной селитрой, ЖУСС-3 с сульфатом аммония и ЖУСС-2 с мочевиной, увеличение показателей на 16-23% в сравнении с контролем.

Содержание белка, сумма клейковинных фракций и активность протеолитических ферментов в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 в зависимости от применяемых удобрений представлено на схеме 2.

На схеме 2 видно, что наивысшие показатели белка – 18,1%, отмечались в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-3 в сочетании с аммиачной селитрой и ЖУСС-3 с сульфатом аммония. Данным вариантам соответствовали и наивысшие значения суммы клейковинных фракций белка – 12,0 и 12,4%, соответственно. Данным вариантам с наибольшим содержанием белка соответствовали варианты с наименьшей активностью фермента – 1,24-1,26 ед. Наибольшая активность протеолитических ферментов отмечалась в вариантах с применением ЖУСС-1-, ЖУСС-2 с аммиачной селитрой – 1,51 и 1,46 ед., при значениях белка 17,1 и 17,3%, соответственно.

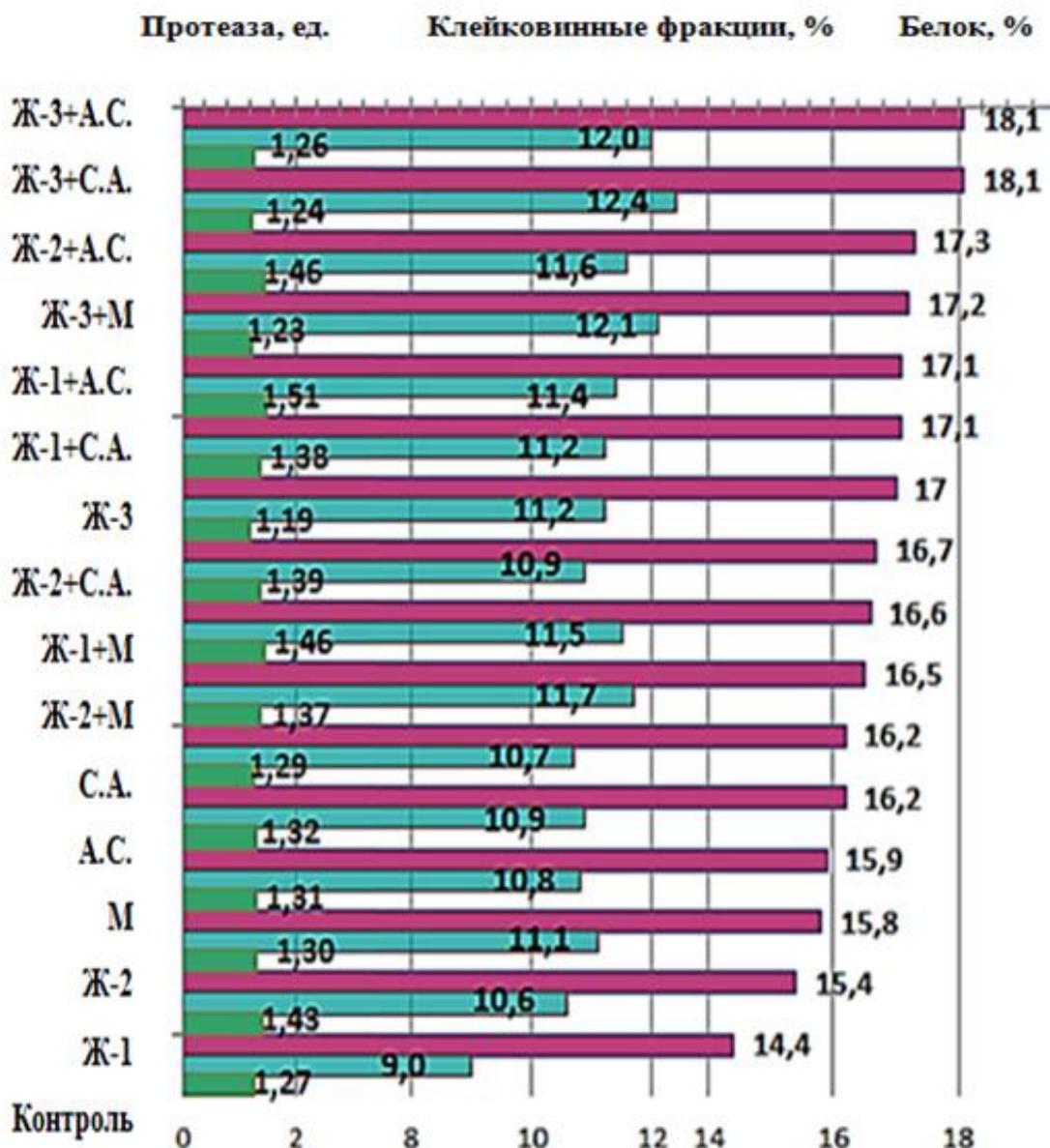


Схема 2 – Содержание белка, сумма клейковинных фракций и активность протеолитических ферментов в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 в зависимости от применяемых удобрений. Варианты с удобрениями расположены в порядке увеличения белка по их эффективности.

Таким образом, изучение эффективности применяемых микроудобрений ЖУСС и различных азотных подкормок на посевах озимой пшеницы сортов Поволжская 86 и Светоч на содержание белка в листьях, общего белка в зерне, его фракционного состава по фазам созревания, а также активности протеолитических ферментов показали следующее. Содержание белка в листьях озимой пшеницы сорта Поволжская 86 в фазе кущения-выхода в трубку

находилось на уровне 5-8%, наибольшее количество белка отмечалось во фракции альбуминов, до 3,5%, и во фракции проламинов – до 2,7%, меньше всего белка было во фракции глобулинов и глютелинов – на уровне 0,6-1,3%. В процессе созревания зерна, в стадии молочной спелости, отмечалось наибольшее количество общего белка в вариантах опыта с применением микроудобрения ЖУСС-3 в сочетании с аммиачной селитрой и ЖУСС-1-, ЖУСС-2 с мочевиной. К стадии восковой спелости наибольшее содержание общего белка было в варианте с применением ЖУСС-2 в сочетании с аммиачной селитрой, также сохранилось эффективное действие ЖУСС-1-, ЖУСС-2 с мочевиной, как и в стадии молочной спелости. В стадии полной спелости зерна озимой пшеницы сорта Поволжская 86 наиболее эффективно на показатели общего белка повлияло применение предпосевной обработки семян микроудобрением ЖУСС-3 как отдельно – увеличение белка на 18%, так и в сочетании с различными азотными удобрениями – увеличение на 19...26%.

Общее содержание белка в зерне озимой пшеницы сорта Светоч в стадии полной спелости было наивысшим на фоне отдельного применения ЖУСС-3, увеличение значений на 11,4%, а также при совместном действии ЖУСС-1 и азотных удобрений – увеличение белка на 18-22%. Данным вариантам соответствовала протеолитическая активность на уровне 1,19-1,34 ед. Наивысшая протеолитическая активность ферментов в зерне отмечалась в вариантах с применением препарата ЖУСС-3 в сочетании с аммиачной селитрой и сульфатом аммония – 1,43 и 1,48 ед., при значениях белка 18,2 и 17,5%, соответственно.

Глава 6. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ КРАХМАЛА И АКТИВНОСТЬ АМИЛОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ В ЗЕРНЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Важнейшая составная часть зерна – углеводы, представляющие собой основные энергетические ресурсы, сконцентрированные в клетках эндосперма зерновки. Основными считаются – крахмал, сахара, клетчатка, гемицеллюлоза, пентозаны (Третьяков, 1998).

По количеству легкоусвояемых углеводов, вырабатываемых из зерна, мука и крупа стоят на первом месте среди других продуктов питания человека. В зависимости от генотипа сорта и условий выращивания количество крахмала в зерне может изменяться в широких пределах от 49 до 73%. Крахмальные зерна содержат два типа молекул крахмала – амилозу (20-27%) и амилопектин (73-77%). Эти полимеры состоят из остатков глюкозы.

Зерно пшеницы содержит в себе небольшое количество сахаров, не превышающее 3%, но играющее ведущую роль при выпечке хлеба, ввиду того, что служат источником энергии для жизнедеятельности дрожжей и молочнокислых бактерий. Сахара зерна пшеницы представлены моносахаридами, дисахаридами и трисахаридами. Также в зерне содержится много других полисахаридов (Толстоусов, 1974; Созинов, Жемела, 1983).

В процессе роста и развития растений пшеницы происходит постоянное изменение углеводов. Наибольшие превращения углеводов происходят при прорастании семян и в дальнейшем при отложении их в запасных органах. Созревание злаков сопровождается интенсивным оттоком растворимых углеводов из листьев к формирующемуся зерну и синтезом крахмала в нем. Наивысшее количество крахмала отмечается в период, начиная с молочной стадии спелости до начала восковой, когда происходит усиленное образование углеводов (Коданев, 1976; Кретович, 1980; Малахова, 2014).

6.1. Моно-, дисахариды и редуцирующие сахара в зерне озимой пшеницы

В спелом зерне пшеницы содержится от 3 до 6% сахаров, основная часть которых сосредоточена в зародыше. В эндосперме их расположение преимущественно в периферийной части, меньше в центре. Содержание моно-, дисахаридов и редуцирующих сахаров в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 представлено в таблице 24.

Таблица 24 – Содержание моно-, дисахаридов и редуцирующих сахаров в зерне озимой пшеницы

Вариант опыта	Количество сахаров, %							
	2011 г.		2012 г.		2013 г.		в среднем	
	Моно- и дисахариды	Редуцирующие сахара	Моно- и дисахариды	Редуцирующие сахара	Моно- и дисахариды	Редуцирующие сахара	Моно- и дисахариды	Редуцирующие сахара
Контроль	1,80	0,30	1,05	0,45	1,80	0,15	1,55	0,30
ЖУСС-1	2,55	0,30	1,35	0,30	2,55	0,45	2,15	0,35
ЖУСС-2	2,70	0,60	3,60	0,30	2,85	0,75	3,05	0,55
ЖУСС-3	2,25	0,45	1,20	0,45	2,40	0,35	1,95	0,42
Аммиачная селитра (А.С.)	1,80	0,45	1,65	0,30	1,95	0,30	1,80	0,35
ЖУСС-1	3,00	0,30	2,85	0,30	2,25	0,30	2,70	0,30
ЖУСС-	3,15	1,05	1,95	0,75	3,15	0,65	2,75	0,82
ЖУСС-	1,95	0,60	1,80	0,45	2,40	0,30	2,05	0,45
Сульфат аммония (С.А.)	1,95	0,75	1,95	0,30	1,95	0,45	1,95	0,50
ЖУСС-	2,25	0,60	2,10	0,30	3,60	0,30	2,65	0,40
ЖУСС-	2,25	1,08	2,70	0,45	2,40	0,65	2,45	0,73
ЖУСС-3	2,10	0,75	2,40	0,45	2,10	0,75	2,20	0,65
Мочевина (М)	1,95	0,30	1,65	0,30	1,80	0,45	1,80	0,35
ЖУСС-1+М	1,95	1,02	1,80	0,30	2,70	0,45	2,15	0,59
ЖУСС-2+М	3,30	0,75	2,40	0,45	2,85	0,45	2,85	0,55
ЖУСС-3+М	2,40	1,20	2,10	0,60	2,25	0,50	2,25	0,76

По данным таблицы 24, содержание сахаров в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 в большей степени складывалось за счет накопления моно- и дисахаридов, показатели которых в зависимости от варианта опыта достигали 3%,

значения редуцирующих сахаров находились в пределах 0,3-1,1%, соответственно, в среднем по годам. Увеличение сахаров на фоне применения предпосевной обработки семян и подкормки азотными удобрениями отмечалось во всех вариантах опыта. В большей степени на накопление моно- и дисахаридов (рисунок 15) повлияла предпосевная обработка семян микроудобрением ЖУСС-2, увеличив значения в среднем на 1,5%, в сочетании с аммиачной селитрой и сульфатом аммония – на 1,2-1,3%, а применение ЖУСС-1 в сочетании с мочевиной – на 1,1%, в абсолютном выражении по всем вариантам. Накопление редуцирующих сахаров (рисунок 16) в большей степени отмечалось в вариантах с применением отдельно ЖУСС-2 – увеличение показателей на 0,25%, ЖУСС-2 в сочетании с аммиачной селитрой – на 0,52%, ЖУСС-2 в сочетании с мочевиной – на 0,43%, и ЖУСС-3 с сульфатом аммония – на 0,46%.

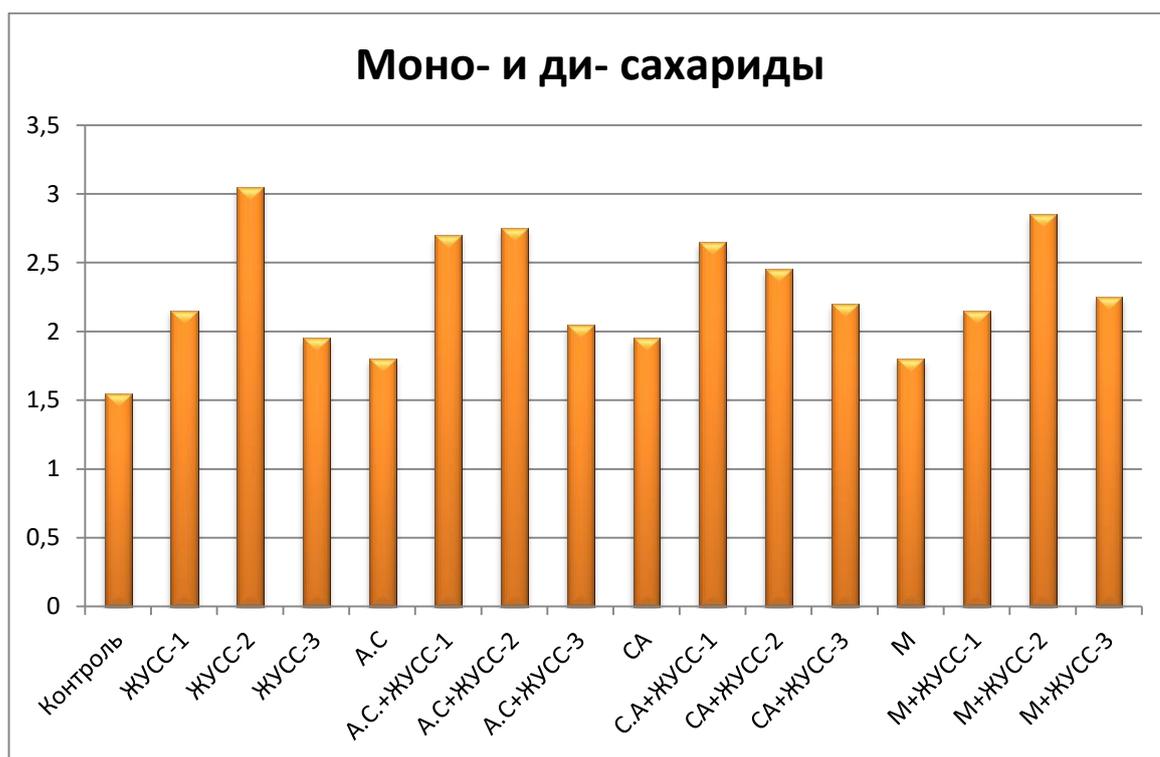


Рисунок 15 – Моно- и ди- сахараиды в зерне озимой пшеницы на фоне применяемых удобрений

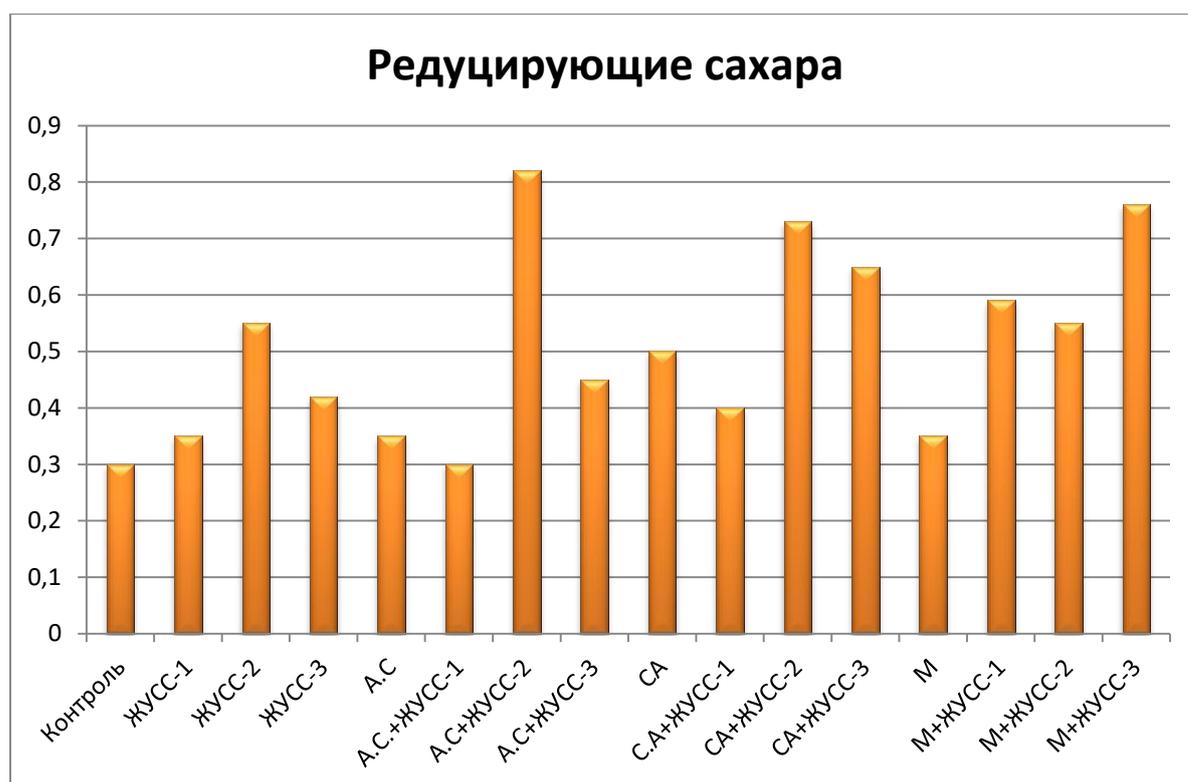


Рисунок 16 – Редуцирующие сахара в зерне озимой пшеницы на фоне применяемых удобрений

6.2. Крахмал в зерне озимой пшеницы

Одним из самых значимых продуктов, получаемых из пшеничной муки, является хлеб. Качество зерна пшеницы определяется не только по количеству белка, но и содержанию крахмала и сахаров, играющие важную роль при замесе теста и выпечки хлеба. Применение системы удобрений под озимую пшеницу в комплексе с сортовыми особенностями, климатическими условиями и приемами агротехники могут оказывать существенное влияние на данные показатели.

Содержание крахмала в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 за годы исследований представлено в таблице 25.

По результатам, представленным в таблице 25, применение предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и подкормки азотными удобрениями положительно повлияло на накопление крахмала в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86.

Таблица 25 – Содержание крахмала в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86

Вариант	Количество крахмала, %			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	в среднем
Контроль	53,2	57,4	55,8	55,5
ЖУСС-1	59,3	58,6	64,4	60,8
ЖУСС-2	55,1	65,6	59,0	60,0
ЖУСС-3	57,9	58,1	61,2	59,1
Аммиачная селитра (А.С.)	53,4	59,8	58,1	57,1
ЖУСС-1 +А.С.	61,6	64,1	67,1	64,3
ЖУСС-2+А.С.	67,0	68,7	68,0	67,9
ЖУСС-3+А.С.	60,0	63,7	63,5	62,4
Сульфат аммония (С.А.)	54,6	58,5	56,2	56,4
ЖУСС-1+С.А.	61,5	69,1	65,3	65,3
ЖУСС-2+С.А.	64,8	67,2	67,5	66,5
ЖУСС-3 +С.А.	60,8	60,9	64,7	62,1
Мочевина (М)	53,8	58,8	56,9	56,5
ЖУСС-1+М	60,4	67,7	68,7	65,6
ЖУСС-2+М	66,0	66,2	62,5	64,9
ЖУСС-3+М	54,3	61,9	63,7	60,0

Содержание крахмала в зерне озимой пшеницы сорта Светоч за годы исследований представлено в таблице 26.

Таблица 26 – Содержание крахмала в зерне озимой пшеницы сорта Светоч

Вариант	Количество крахмала, %		
	2014 г.	2015 г.	в среднем
Контроль	55,0	56,0	55,5
ЖУСС-1	62,3	64,6	63,5
ЖУСС-2	65,0	62,4	63,7
ЖУСС-3	61,6	60,6	61,1
Аммиачная селитра (А.С.)	56,8	57,4	57,1
ЖУСС-1 +А.С.	69,4	65,4	67,4
ЖУСС-2+А.С.	66,0	62,8	64,4
ЖУСС-3+А.С.	65,7	68,1	66,9
Сульфат аммония (С.А.)	58,4	58,2	58,3
ЖУСС-1+С.А.	65,8	67,2	66,5
ЖУСС-2+С.А.	68,5	65,8	67,2
ЖУСС-3 +С.А.	63,4	69,6	66,5
Мочевина (М)	58,7	59,1	58,9
ЖУСС-1+М	63,0	68,5	65,8
ЖУСС-2+М	66,8	69,1	68,0
ЖУСС-3+М	61,9	63,7	62,8

По результатам, представленным в таблицах 25-26, эффективность совместного применения изучаемых удобрений на показатели крахмала отмечалась во всех вариантах опыта с применением препаратов ЖУСС и азотных подкормок. Содержание крахмала в зерне озимой пшеницы находилось в пределах 55-69% – у сорта озимой пшеницы Поволжская 86, и на уровне 55-68% – у сорта Светоч, в среднем. Наиболее эффективно на увеличение показателей крахмала в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 повлияла предпосевная обработка семян микроудобрением ЖУСС-2, как отдельно – увеличение значений на 8,1%, так и в сочетании с аммиачной селитрой – на 22,3%.

В зерне озимой пшеницы сорта Светоч наблюдалось повышение крахмала при совместном применении препарата ЖУСС-2 с сульфатом аммония – на 21,1% и с мочевиной – на 22,5%.

Согласно полученным данным между содержанием крахмала в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 и суммарным количеством сахаров отмечалась прямая зависимость. В варианте опыта с применением микроудобрения ЖУСС-2 в сочетании с аммиачной селитрой было наивысшее значение показателя крахмала – 67,9%, с высоким содержанием сахаров (3,57%). С уменьшением количества крахмала, снижалось и общее количество сахаров, за исключением вариантов с отдельным применением ЖУСС-2 и ЖУСС-2 в сочетании с мочевиной, в которых общее содержание сахаров было наивысшим – 3,60 и 3,40%, при количестве крахмала 60,0 и 64,9%, соответственно.

6.3. Активность амилолитических ферментов в зерне озимой пшеницы

Ферменты представляют собой вещества белковой природы, катализирующие различные реакции. Действие ферментов специфично, каждый фермент катализирует только определенную реакцию для одного вещества или группы веществ идентичного строения (Плешков, 1976; Jenkinson и др., 1986). Все

ферменты чувствительны к температуре и реакции среды. Действие любого фермента осуществляется при определенных оптимальных значениях температуры и кислотности среды, при которых он наиболее активен (оптимальные условия), изменение данных условий приводит к снижению или прекращению активности фермента. Активность многих ферментов изменяется в зависимости от присутствия определенных химических веществ, некоторые из них могут активировать ферменты – активаторы, или наоборот, снижать их активность – ингибиторы.

В зерне присутствуют различные ферменты, сосредоточенные в основном в зародыше и периферийных частях зерна. Ферментативная активность муки зависит от условий произрастания, хранения, сушки и кондиционирования зерна. Повышенной активностью ферментов отличается проросшее зерно. Прогревание зерна при высушивании или кондиционирование снижают ферментную активность (Куркаев, 1977; Ниловская, Карманенко, 2009).

Активность амилолитических ферментов в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 и Светоч представлена в таблицах 27-28.

Таблица 27 – Активность амилолитических ферментов в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 (мг гидролизованного крахмала на 1 г муки)

Вариант	2011 г.			2012 г.			2013 г.		
	α -амилаза	β -амилаза	в сумме	α -амилаза	β -амилаза	в сумме	α -амилаза	β -амилаза	в сумме
Контроль	17,48±0,61	164,11±1,21	181,59±1,25	17,05±0,55	151,86±1,20	168,91±1,28	24,03±0,68	143,31±1,25	167,34±1,31
ЖУСС-1	17,03±0,55	163,47±1,24	180,50±1,25	18,17±0,56	159,08±1,21	177,25±1,27	21,86±0,62	146,48±1,30	168,34±1,30
ЖУСС-2	18,66±0,59	171,57±1,22	190,23±1,22	19,18±0,61	164,84±1,21	184,02±1,31	20,38±0,62	149,33±1,28	169,71±1,29
ЖУСС-3	19,02±0,61	172,68±1,22	191,70±1,28	18,95±0,59	169,42±1,23	188,37±1,28	26,73±0,64	162,98±1,19	189,71±1,32
Аммиачная селитра (А.С.)	17,23±0,57	157,01±1,21	174,24±1,27	17,22±0,58	159,66±1,25	176,88±1,28	24,12±0,62	143,67±1,21	167,79±1,32
Ж-1+А.С.	16,57±0,55	158,88±1,22	175,45±1,27	18,50±0,61	172,29±1,21	190,79±1,30	19,72±0,63	151,36±1,21	171,08±1,29
Ж-2+А.С.	16,94±0,54	169,21±1,28	186,15±1,29	19,54±0,61	167,15±1,22	186,69±1,30	24,32±0,68	152,17±1,25	176,49±1,28
Ж-3+А.С.	22,01±0,61	169,41±1,23	191,42±1,25	18,41±0,65	158,62±1,22	177,03±1,28	22,92±0,67	168,18±1,25	191,1±1,23
Сульфат аммония(С.А.)	19,30±0,62	151,02±1,21	170,32±1,28	18,62±0,61	157,31±1,23	175,93±1,25	22,33±0,68	155,04±1,30	177,37±1,28
Ж-1+С.А.	17,35±0,55	163,62±1,18	180,97±1,30	19,00±0,61	157,35±1,23	176,35±1,25	19,24±0,65	159,77±1,26	179,01±1,22
Ж-2+С.А.	23,53±0,68	165,38±1,21	188,91±1,28	19,33±0,62	162,19±1,24	181,52±1,25	21,05±0,68	152,85±1,21	173,9±1,22
Ж-3+С.А.	18,16±0,55	175,69±1,22	193,85±1,26	20,82±0,62	167,80±1,25	188,62±1,28	22,85±0,68	173,61±1,28	196,46±1,24
Мочевина (М)	19,10±0,64	167,50±1,21	186,60±1,26	18,03±0,62	159,22±1,25	177,25±1,28	23,31±0,69	148,04±1,28	171,35±1,24
Ж-1+М	22,45±0,61	154,82±1,30	177,27±1,28	19,88±0,63	165,91±1,26	185,79±1,22	24,29±0,60	165,14±1,22	189,43±1,28
Ж-2+М	16,19±0,56	166,26±1,25	182,45±1,27	21,05±0,62	165,67±1,22	186,72±1,28	20,02±0,61	158,17±1,25	178,19±1,28
Ж-3+М	17,03±0,55	175,65±1,29	192,68±1,27	22,3±0,61	169,16±1,23	191,46±1,26	23,19±0,62	151,72±1,11	174,91±1,28

Таблица 28 – Активность амилазных ферментов в зерне озимой пшеницы сорта Светоч (мг гидролизованного крахмала на 1 г муки)

Вариант	2014 г.			2015 г.		
	α -амилаза	β -амилаза	в сумме	α -амилаза	β -амилаза	в сумме
Контроль	19,79±0,71	165,03±1,25	184,82±1,38	17,42±0,63	166,52±1,45	183,94±1,38
ЖУСС-1	19,72±0,69	165,31±1,25	185,03±1,35	18,75±0,63	160,82±1,42	179,57±1,42
ЖУСС-2	21,22±0,69	161,62±1,13	182,84±1,38	17,07±0,63	156,38±1,42	173,45±1,35
ЖУСС-3	20,26±0,65	172,99±1,32	193,25±1,35	22,04±0,55	169,04±1,30	191,08±1,45
Аммиачная селитра (А.С.)	19,84±0,65	164,09±1,25	183,93±1,35	16,78±0,61	159,97±1,43	176,75±1,45
ЖУСС-1 +А.С.	16,55±0,65	169,57±1,25	186,12±1,35	22,19±0,58	158,12±1,45	191,31±1,45
ЖУСС-2+А.С.	17,06±0,66	166,26±1,25	183,32±1,38	19,39±0,61	164,22±1,45	183,61±1,45
ЖУСС-3+А.С.	18,93±0,66	175,28±1,25	194,21±1,38	20,12±0,61	170,30±1,42	190,42±1,43
Сульфат аммония (С.А.)	18,58±0,65	162,21±1,32	180,79±1,38	16,61±0,68	163,71±1,42	180,32±1,43
ЖУСС-1+С.А.	21,61±0,69	164,59±1,22	186,20±1,38	19,42±0,65	174,01±1,45	193,43±1,40
ЖУСС-2+С.А.	21,93±0,65	166,24±1,21	188,17±1,32	22,70±0,57	157,21±1,45	179,91±1,42
ЖУСС-3 +С.А.	20,36±0,65	170,68±1,29	191,04±1,33	19,65±0,62	162,20±1,40	181,85±1,43
Мочевина (М)	23,97±0,69	162,97±1,25	186,94±1,36	22,32±0,65	155,30±1,45	177,62±1,42
ЖУСС-1+М	25,65±0,66	171,00±1,22	196,65±1,35	18,30±0,61	176,46±1,41	194,76±1,45
ЖУСС-2+М	21,81±0,65	169,10±1,22	190,91±1,33	16,33±0,61	166,45±1,41	182,78±1,42
ЖУСС-3+М	20,01±0,70	162,83±1,22	182,84±1,36	24,00±0,65	157,22±1,41	188,22±1,42

По данные таблиц 27-28, на активность α -амилазы в зерне озимой пшеницы повлияло отдельное применение предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС-1, ЖУСС-2, ЖУСС-3, увеличение значений в среднем по годам на 3,0; 4,8 и 18,5%, соответственно, а также сочетание микроудобрений ЖУСС с аммиачной селитрой – увеличение на 4,7-12,8%, соответственно. Применение подкормки сульфатом аммония и мочевиной, как отдельно, так и в сочетании с предпосевной обработкой семян препаратами ЖУСС, практически во всех вариантах опыта повлияло на снижение показателей в среднем по годам до 3,8%, за исключением ЖУСС-1 в сочетании с сульфатом аммония и ЖУСС-1 с мочевиной, где наблюдалось увеличение значений на 0,8 и 2,4%, соответственно.

В целом за годы исследований отмечалась изменчивость суммарной активности α -амилазы, что связано, вероятно, со сложившимися погодными условиями и генотипом сортов. Наивысшая суммарная активность прослеживалась в вариантах с применением отдельно предпосевной обработки семян препаратом ЖУСС-3, и составила у сорта Поволжская 86 – 189,93 мг/г, а у сорта Светоч – 192,17 мг/г, что на 8,3 и 4,3% выше, соответственно, чем в контрольном варианте. Ферментативная активность на фоне отдельного применения азотных удобрений, у сорта Поволжская 86 находилась в пределах 173...178 мг/г в зависимости от вида азотного удобрения, а у сорта Светоч – 180...182 мг/г, что ниже значений контрольного варианта. Наивысшая суммарная активность в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 отмечалась при совместном действии микроудобрения ЖУСС-3 с аммиачной селитрой, с сульфатом аммония и с мочевиной, которая составила 186,51; 192,98 и 186,35 мг/г, соответственно. У сорта Светоч наивысшая суммарная активность в зерне отмечалась при совместном действии микроудобрения ЖУСС-3 с аммиачной селитрой – 192,32 мг/г и ЖУСС-1 с сульфатом аммония – 195,70 мг/г.

В состав препаратов ЖУСС входят микроэлементы, которые в свою очередь являются активаторами фермента α -амилазы и составной частью важнейших окислительных ферментов, осуществляющих реакции окисления переносом

электронов с субстрата к молекулярному кислороду, который является акцептором электронов. Также на активность ферментов влияют не только температура, кислотность среды, активаторы и ингибиторы, но и непосредственно концентрация самого субстрата. При низкой концентрации субстрата скорость реакции возрастает пропорционально его концентрации, но по мере увеличения концентрации эта пропорция нарушается и ферментативная активность возрастает все медленнее. В связи с чем, количество крахмала-субстрата в зерне озимой пшеницы во всех вариантах опыта с применением ЖУСС и азотных подкормок находилось на высоком уровне, а ферментативная активность возрастала до определенного уровня и наивысшим образом проявилась в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-3.

Содержание крахмала, сахаров (общ.) и активность амилолитических ферментов в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 в зависимости от применяемых удобрений представлено на схеме 3.

На схеме 3 видно, наивысшие показатели крахмала в зерне озимой пшеницы были в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-2 в сочетании с аммиачной селитрой, ЖУСС-2 с сульфатом аммония, ЖУСС-1 с мочевиной – 67,9; 66,5 и 65,6%. Соответствующее данным вариантам общее количество сахаров на уровне 2,7-3,6% и активность амилолитических ферментов в пределах 181-184 ед. Наименьшее количество крахмала отмечалось в контрольном варианте – 55,5%, с содержанием общих сахаров 1,85% и активностью ферментов – 172,6 ед.

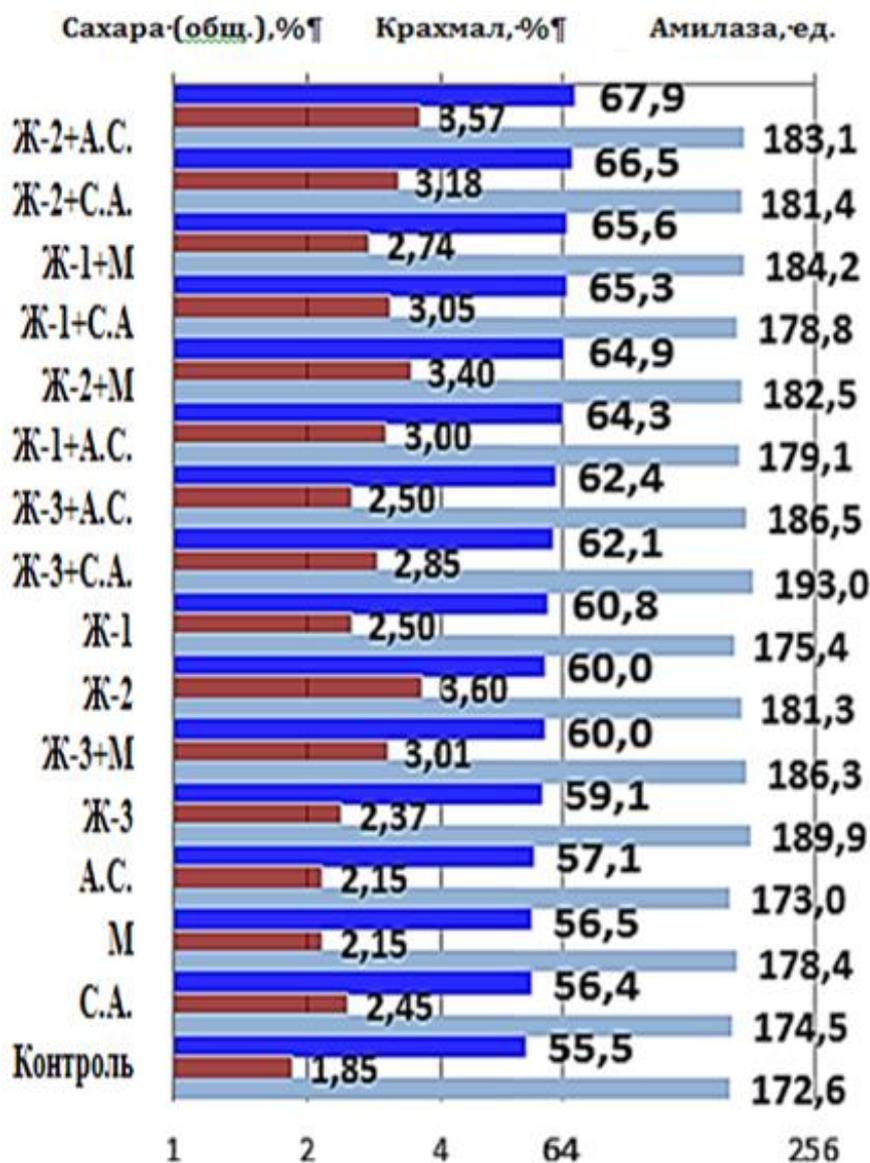


Схема 3 – Содержание крахмала, сахаров (общ.) и активность амилолитических ферментов в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 в зависимости от применяемых удобрений. Варианты с удобрениями расположены в порядке увеличения крахмала по их эффективности.

Таким образом, изучая эффективность действия применяемых микроудобрений ЖУСС и азотных удобрений на содержание в зерне озимой пшеницы сахаров, крахмала и активность амилолитических ферментов получены следующие результаты. Увеличение сахаров в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 на фоне применяемых удобрений отмечалось во всех вариантах опыта, в большей степени на накопление моно- и дисахаридов повлияло отдельное применение микроудобрения ЖУСС-2, увеличение значений на 1,5%, в

сочетании с аммиачной селитрой и мочевиной – на 1,2-1,3%, а применение ЖУСС-1 в сочетании с сульфатом аммония – на 1,1%. Накопление редуцирующих сахаров в большей степени было на фоне применения как отдельно ЖУСС-2 – увеличение показателей на 0,25%, так и в сочетании с азотными удобрениями – увеличение на 0,43-0,82%.

Наивысшие показатели крахмала в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 наблюдались в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-2 и ЖУСС-1 в сочетании с азотными удобрениями – 64...68%, ферментативная активность соответствующая данным вариантам была на уровне 179...184 ед. В вариантах с наименьшим содержанием крахмала – 55...57%, ферментативная активность была на уровне 172...174 ед. Наивысшая ферментативная активность прослеживалась в вариантах опыта с применением микроудобрения ЖУСС-3 – до 193 ед., где отмечались значения крахмала меньше, чем в вариантах с применением ЖУСС-2 и ЖУСС-1, но больше контрольного.

Наивысшие показатели крахмала в зерне озимой пшеницы сорта Светоч на уровне 67...68% были в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-1 в сочетании с аммиачной селитрой, ЖУСС-2 в сочетании с мочевиной и сульфатом аммония, ферментативная активность соответствующая данным вариантам была на уровне 188...196 ед.

Глава 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ УДОБРЕНИЙ

Применяемая система удобрений при выращивании озимой пшеницы с использованием микроудобрений и азотных подкормок должна быть не только агрономически эффективной, но также экономически выгодной и энергетически целесообразной (Куркаев, 1977; Гулянов, 2004; Васин, 2005; Рабочев, 2005; Сисо, 2007; Лабынцев, 2012; Никитин, 2014). Эффективность определяется экономическими параметрами, в частности, условным чистым доходом и уровнем рентабельности, которые зависят от урожайности озимой пшеницы, стоимости полученной продукции и производственных затрат. Производственные затраты включают в себя стоимость расходных материалов (семена, удобрения, средства защиты, топливно-смазочные материалы), стоимость работ по выполнению технологических операций в процессе выращивания, амортизацию техники и другие операции, определяемые технологической картой. Результаты экономической эффективности возделывания озимой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки зерна микроудобрениями ЖУСС-1, ЖУСС-2, ЖУСС-3 и подкормки азотными удобрениями (аммиачная селитра, сульфат аммония, мочевины) представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и ранневесенней подкормки азотными удобрениями, среднее за 2013-2015 гг.

Предпосевная обработка семян	Подкормка	Урожайность, т/га	Стоимость 1т зерна, тыс. руб.	Стоимость зерна с 1га, тыс. руб.	Производственные затраты на 1га, тыс. руб.	Себестоимость 1т зерна, тыс. руб.	Чистый доход с 1га, тыс. руб.	Рентабельность, %
Контроль		2,51	7,93	23,79	10,84	4,32	12,95	119,5
ЖУСС-1	Без удобрений	2,73	7,93	25,14	11,27	4,13	13,87	123,1
ЖУСС-2		2,70	7,93	26,17	11,31	4,19	14,86	131,4
ЖУСС-3		2,67	7,93	26,01	11,27	4,22	14,74	130,8
Без обработки	Аммиачная селитра	3,08	7,93	28,63	12,54	4,07	16,09	128,3
ЖУСС-1		3,34	7,93	30,29	12,97	3,88	17,32	133,5
ЖУСС-2		3,26	7,93	31,24	13,01	3,99	18,23	140,1
ЖУСС-3		3,24	7,93	31,09	12,97	4,00	18,12	139,7
Без обработки	Сульфат аммония	2,94	7,93	27,99	11,97	4,07	16,02	133,8
ЖУСС-1		3,15	7,93	29,02	12,40	3,94	16,62	134,0
ЖУСС-2		3,10	7,93	29,58	12,44	4,01	17,14	137,8
ЖУСС-3		3,11	7,93	30,13	12,40	3,99	17,73	143,0
Без обработки	Мочевина	2,99	7,93	27,36	12,54	4,19	14,82	118,2
ЖУСС-1		3,22	7,93	29,18	12,41	3,85	16,77	135,1
ЖУСС-2		3,17	7,93	30,21	12,45	3,93	17,76	142,7
ЖУСС-3		3,17	7,93	29,58	12,41	3,91	17,17	138,4

По данным произведенных расчетов, представленных в таблице 29, видно, что стоимость зерна с 1 га в вариантах с применением микроудобрений ЖУСС в сочетании с азотными подкормками была на уровне 27,0-31,5 тыс. руб. При отдельном использовании обработки семян препаратами ЖУСС стоимость зерна была в пределах 25-26 тыс. руб. с 1 га, что меньше на 7-20% при совместном использовании удобрений, но больше на 8-9%, чем в контрольном варианте, что связано с количеством урожая. Наивысшая стоимость зерна с 1 га получена в вариантах с применением микроудобрений ЖУСС-2 и ЖУСС-3 в сочетании с аммиачной селитрой (31,24 и 31,09 тыс. руб., соответственно), ЖУСС-3 с сульфатом аммония (30,13 тыс. руб.) и ЖУСС-2 с мочевиной (30,21 тыс. руб.).

Наименьшие производственные затраты можно отметить в контрольном варианте, 10,84 тыс. руб. с гектара, что связано с отсутствием расходов на микроудобрения ЖУСС и азотные удобрения. А наивысшие затраты отмечались, соответственно, в вариантах с применением микроудобрений ЖУСС и азотных подкормок, изменяющиеся в зависимости от стоимости микроудобрения (ЖУСС-1, ЖУСС-2, ЖУСС-3) и вида, дозы и стоимости азотного удобрения.

Рассматривая себестоимость 1т зерна можно отметить, что наименьшие значения данного показателя были в вариантах с применением предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС в сочетании с аммиачной селитрой, сульфатом аммония и мочевиной, которые находились в пределах 3,85-4,01 тыс. руб./т, соответственно, что на 7-11% меньше, чем в контрольном варианте. Наивысшая себестоимость отмечалась в контрольном варианте (4,32 тыс. руб./т) и в вариантах с применением ЖУСС без подкормки азотными удобрениями (4,13-4,22 тыс. руб./т).

Рентабельность во всех вариантах опыта была выше 100%, в контрольном варианте была наименьшая рентабельность (119%) по сравнению с остальными вариантами. Наивысшая рентабельность прослеживалась в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-2 в сочетании с подкормкой аммиачной

селитрой (140,1%), ЖУСС-3 с сульфатом аммония (143,0%) и ЖУСС-2 с мочевиной (142,7%).

Проводилось определение чистой прибыли и уровня рентабельности с учетом выноса основных макро- и микроэлементов с урожаем в пересчете на гумус, который восполняется внесением органических удобрений и выражается в стоимостном эквиваленте. Эколого-экономическая оценка возделывания озимой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и ранневесенней подкормки азотными удобрениями представлена в таблице 30.

Таблица 30 – Эколого-экономическая оценка возделывания озимой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и ранневесенней подкормки азотными удобрениями, среднее за 2011-2013 гг.

Предпосевная обработка семян	Подкормка	Урожайность, т/га	Стоимость произведенной продукции, тыс. руб./га	Стоимостной эквив. снижения почв. плодор., тыс. руб./га	Производственные затр. с учетом стоимости на восстан. почв. плодор., тыс. руб./га	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Уровень совокуп. рентабельности, %
Контроль		2,51	23,79	2,22	13,06	10,73	82,2
ЖУСС-1	Без удобрений	2,73	25,14	2,37	13,64	11,50	84,2
ЖУСС-2		2,70	26,17	2,37	13,68	12,49	91,2
ЖУСС-3		2,67	26,01	2,37	13,64	12,37	90,7
Без обработки	Аммиачная селитра	3,08	28,63	1,02	13,56	15,07	111,2
ЖУСС-1		3,34	30,29	1,31	14,28	16,01	112,0
ЖУСС-2		3,26	31,24	1,16	14,17	17,07	120,4
ЖУСС-3		3,24	31,09	1,16	14,13	16,96	120,1
Без обработки	Сульфат аммония	2,94	27,99	0,87	12,84	15,15	117,9
ЖУСС-1		3,15	29,02	1,17	13,57	15,45	113,8
ЖУСС-2		3,10	29,58	1,02	13,46	16,12	119,8
ЖУСС-3		3,11	30,13	1,02	13,42	16,71	124,4
Без обработки	Мочевина	2,99	27,36	1,32	13,86	13,50	97,3
ЖУСС-1		3,22	29,18	1,61	14,02	15,16	108,2
ЖУСС-2		3,17	30,21	1,62	14,07	16,14	114,7
ЖУСС-3		3,17	29,58	1,62	14,03	15,55	110,7

По данным расчета таблицы 30 видно, что наивысшие затраты на восстановление почвенного плодородия отмечались в вариантах с применением микроудобрений ЖУСС-1, ЖУСС-2 и ЖУСС-3 в качестве предпосевной обработки, и составили 2,37 тыс. руб./га во всех вариантах. Наименьший стоимостной эквивалент (до 1,31 тыс. руб./га) на восстановление плодородия почвы был в вариантах с отдельным применением аммиачной селитры и сульфата аммония, а также при сочетании данных удобрений с препаратами ЖУСС. Рассматривая данный показатель группами с применением микроудобрений и различных азотных подкормок, видно, что в вариантах с применением микроудобрений ЖУСС в сочетании с мочевиной отмечался наивысший вынос органических веществ, и соответственно, высокий стоимостной эквивалент на восстановление почвенного плодородия (1,62 тыс. руб./га), по сравнению с остальными вариантами.

После произведенных расчетов и вычисления производственных затрат с учетом стоимости на восстановление почвенного плодородия и расчета условной чистой прибыли, уровень совокупной рентабельности сложился следующим образом. Наивысшая рентабельность прослеживается в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-3 в сочетании с сульфатом аммония (124,4%), ЖУСС-2 - и ЖУСС-3 с аммиачной селитрой (120,4 и 120,1%, соответственно). В вариантах с применением микроудобрений ЖУСС в сочетании с мочевиной наивысшие значения рентабельности можно отметить при совместном действии ЖУСС-2 с мочевиной (114,7%). Наименьшая рентабельность отмечена в контрольном варианте – 82,2%.

Энергетическая эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС-1, ЖУСС-2, ЖУСС-3 и ранневесенней подкормки азотными удобрениями представлена в таблице 31.

Таблица 31 – Энергетическая эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и ранневесенней подкормки азотными удобрениями, среднее за 2013-2015 гг.

Предпосевная обработка семян	Подкормка	Накоплено энергии, тыс. МДж/га		Затраты антропогенной энергии, тыс. МДж/га	Прирост энергии в урожае, тыс. МДж/га	Энергетическая себестоимость, тыс. МДж/т		Коэффициент энергетической эффективности	Коэффициент энергоёмкости
		в урожае	в белке			в урожае	в белке		
Контроль		33,89	5,83	11,38	22,51	4,53	0,79	2,98	1,95
ЖУСС-1	Без удобрений	35,10	6,26	11,78	23,32	4,32	0,77	2,98	1,88
ЖУСС-2		33,51	6,49	11,78	21,73	4,36	0,74	2,84	1,82
ЖУСС-3		33,28	6,94	11,78	21,50	4,41	0,69	2,83	1,70
Без обработки	Аммиачная селитра	36,39	6,93	14,88	21,51	4,83	0,92	2,45	2,15
ЖУСС-1		37,61	7,36	15,13	22,48	4,53	0,88	2,49	2,06
ЖУСС-2		35,75	7,49	15,13	20,62	4,64	0,87	2,36	2,02
ЖУСС-3		35,56	7,77	15,13	20,43	4,67	0,84	2,35	1,95
Без обработки	Сульфат аммония	35,36	6,85	13,31	22,05	4,53	0,82	2,66	1,94
ЖУСС-1		36,71	7,30	13,55	23,16	4,30	0,79	2,71	1,86
ЖУСС-2		35,60	7,17	13,55	22,05	4,37	0,81	2,63	1,89
ЖУСС-3		35,06	7,76	13,55	21,51	4,36	0,75	2,59	1,75
Без обработки	Мочевина	36,54	6,70	13,6	22,94	4,55	0,85	2,69	2,03
ЖУСС-1		37,06	7,01	13,85	23,21	4,3	0,84	2,68	1,98
ЖУСС-2		35,39	7,02	13,85	21,54	4,37	0,84	2,56	1,97
ЖУСС-3		36,15	7,32	13,85	22,30	4,37	0,80	2,61	1,89

По данным расчетов, представленных в таблице 31, накопление энергии в урожае в большей степени было в вариантах с применением предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС-1, ЖУСС-2, ЖУСС-3 в сочетании с аммиачной селитрой на уровне 36...38 МДж/га, в вариантах с отдельным применением ЖУСС, включая контрольный, накопление энергии было на уровне 33...34 МДж/га. Накопление энергии в белке было наивысшим в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-3, как отдельно, так и в сочетании с азотными удобрениями и находилось на уровне 7...8 МДж/га. Наименьшее накопление энергии в белке отмечалось в контрольном варианте.

Затраты антропогенной энергии в вариантах с применением микроудобрений ЖУСС в сочетании с аммиачной селитрой были на уровне 15,13 МДж/га во всех вариантах, что на 33% выше, чем в контрольном варианте. Наименьшие затраты антропогенной энергии можно отметить в контроле (11,38 МДж/га) и в вариантах с обработкой семян ЖУСС-1, ЖУСС-2, ЖУСС-3 (11,78 МДж/га). Энергетическая себестоимость по вариантам опыта была на уровне 3,5-3,9 МДж/т, за исключением варианта с подкормкой аммиачной селитрой, без обработки семян, 4,12 МДж/т. В белке энергетическая себестоимость не превышала 0,89 МДж/т.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На протяжении всей вегетации растений пшеницы, поступающие в зерно минеральные и органические соединения, подвергаются химическим превращениям с образованием в конечном итоге, в большей степени, белковых веществ и углеводов. Азотно-углеводное соотношение связано с энергией фотосинтеза и дыхания, которые зависят от условий окружающей среды при формировании и росте зерна. Факторы, влияющие на интенсивность этих процессов определяют величину накопления углеводов в зерне и соотношение азота и углеводов, и следовательно, количество белка. Определяющими факторами углеводно-белкового соотношения выступают: минеральное питание, температура и влажность воздуха, влажность почвы, интенсивность освещения и др. Во все годы исследования при обработке семян только микроудобрениями отмечалось увеличение значений белка на фоне применения ЖУСС-3, что связано вероятнее всего с содержанием меди и цинка в легкоусвояемой для растений форме, которые в своем сочетании, помимо ряда других преимуществ, активно повлияли на процессы дыхания. Независимо от изменяющихся погодных условий от года к году наблюдалось увеличение показателей белка, за счет обработки семян и повышения в результате устойчивости растений к неблагоприятным условиям окружающей среды (Носатовский, 1965).

Эффективность применяемых удобрений в сочетании объясняется тем, что предпосевная обработка семян препаратами ЖУСС позволяет получать наиболее устойчивые растения с начала вегетации, а своевременные подкормки азотными удобрениями влияют на дальнейшее формирование высокого урожая, без снижения качества, что обеспечивается, по-видимому, за счет микроэлементов меди, молибдена, бора и цинка, влияющие на биосинтез основных органических соединений.

Ранневесенняя подкормка азотными удобрениями способствует быстрому отрастанию растений после перезимовки, а также активизации физиологических процессов, ускоряющих кущение, развитие колоса и налив зерна, что в

определенной степени влияет на увеличение урожая. Азотное питание необходимо в период активного развития весной и закладки репродуктивных органов, во избежание азотного голодания и снижения урожая и его качества. Также азоту принадлежит ведущая роль по улучшению качества зерна и повышению его белковости.

Урожайность, количественное содержание белка и крахмала в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 в зависимости от применяемых удобрений в среднем за годы исследований представлены на схеме 4.

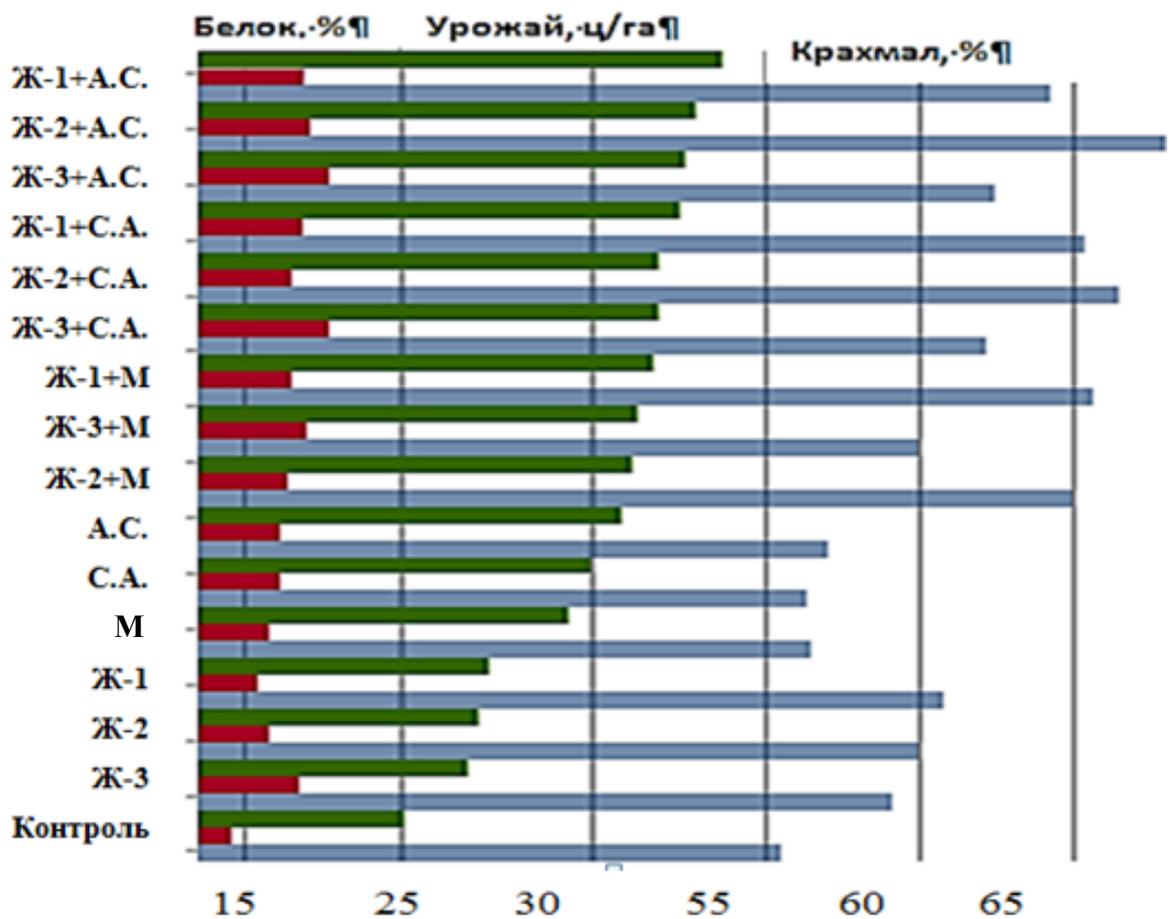


Схема 4 – Урожайность, количественное содержание белка и крахмала в зерне озимой пшеницы в зависимости от применяемых удобрений. Варианты с удобрениями расположены в порядке увеличения урожая по их эффективности.

На схеме 4 видно, что применение предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС в сочетании с азотными подкормками эффективно

повлияло на увеличение показателей урожайности, а также количественного содержания белка и крахмала.

Наивысшая урожайность зерна озимой пшеницы сорта Поволжская 86 была в вариантах с применением препаратов ЖУСС с аммиачной селитрой (32,4-33,4ц/га), затем ЖУСС с сульфатом аммония (31,7-32,2ц/га) и менее – с мочевиной (31,0-31,5ц/га). Наименьшая урожайность отмечалась в контрольном варианте – 25,1ц/га.

Наивысшие показатели белка (18,1%) отмечались в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-3 в сочетании с аммиачной селитрой и сульфатом аммония. Наименьшее количество белка (14,4%) было в контрольном варианте.

Наивысшие показатели крахмала (до 68%) были отмечены в вариантах с применением микроудобрений ЖУСС в сочетании с азотными удобрениями. Количество крахмала на уровне 67,9% было в варианте с применением ЖУСС-2 в сочетании с аммиачной селитрой, 66,5% – в варианте с применением ЖУСС-2 с мочевиной, 65,6% – при использовании ЖУСС-1 с сульфатом аммония. Наименьшее количество крахмала было в контрольном варианте – 55,5%.

Установлена корреляционная связь урожайности озимой пшеницы сорта Поволжская 86 с количеством белка в зерне ($r = 0,71-0,83$), с количеством крахмала ($r = 0,72-0,88$).

Проведённые исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Применение микроудобрений ЖУСС в сочетании с азотными удобрениями положительно повлияло на накопление как нитратного, так и аммиачного азота в почве, в большей степени при совместном применении ЖУСС с аммиачной селитрой и мочевиной.

Влажность почвы перед посевом озимой пшеницы находилась в пределах 18-24%, во время уборки – до 15%. Плотность сложения почвы на момент посева озимой пшеницы во всех слоях соответствовала оптимальным значениям для

роста и развития растения и не превышала 1,1-1,3 г/см³. Применяемые удобрения значительных изменений не оказали на влажность и плотность сложения почвы.

2. Лучшие результаты по урожайности озимой пшеницы сорта Поволжская 86 31-33 ц/га получены в вариантах при совместном применении микроудобрения ЖУСС-1 и азотных удобрений. Также применение ЖУСС-1 повлияло на увеличение количества стеблей – на 12,7% и колосьев – на 10,7%, количества колосков с главного колоса – на 4,1% и зерен с главного колоса – на 25,6%. Наивысшая аттрагирующая способность отмечалась в вариантах опыта с применением микроудобрений ЖУСС-2 и ЖУСС-3 с сульфатом аммония – 2,85 и 2,93, соответственно, что в свою очередь повлияло на увеличение массы одного зерна, значения были на 15 и 21% выше, чем в контрольном варианте.

Наивысшие показатели урожайности озимой пшеницы сорта Светоч 34-41 ц/га отмечались в вариантах с применением микроудобрений ЖУСС-2 и ЖУСС-3, как отдельно, так и в сочетании с аммиачной селитрой и сульфатом аммония. Применение удобрений также способствовало увеличению количества растений, стеблей, колосьев, высоты растений, длины главного колоса, количества зерен в главном колосе и массы 1000 зерен по сравнению с контролем.

3. Максимальное содержание азота в зерне озимой пшеницы сортов Поволжская 86 (2,7-2,8%) и Светоч (3,1-3,4%) отмечалось в вариантах при совместном применении микроудобрений ЖУСС с аммиачной селитрой.

Вынос азота при совместном применении микроудобрений ЖУСС с азотными удобрениями достигал у сорта Поволжская 86 – 91-100 кг/га, у сорта Светоч – 118-149 кг/га за ротацию. В большей степени на вынос азота из почвы с зерном урожая озимой пшеницы сортов Поволжская 86 и Светоч повлияло совместное применение микроудобрений ЖУСС с аммиачной селитрой.

4. Наибольшее содержание белка (17-18%) в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 отмечалось в вариантах с применением предпосевной обработки

семян микроудобрением ЖУСС-3, как отдельно – увеличение белка на 18%, так и в сочетании с различными азотными удобрениями – увеличение на 19...26%.

Максимальное содержание белка (17-19%) в зерне озимой пшеницы сорта Светоч было на фоне отдельного применения ЖУСС-3, увеличение значений на 11,4%, а также при совместном действии ЖУСС-1 и азотных удобрений – увеличение белка на 18-22%.

5. Высокая протеолитическая активность ферментов в зерне озимой пшеницы отмечалась у сорта Поволжская 86 – в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-1 в сочетании с сульфатом аммония и ЖУСС-1 с мочевиной, а у сорта Светоч – в вариантах с применением препарата ЖУСС-1, ЖУСС-3 в сочетании с аммиачной селитрой, ЖУСС-3 с сульфатом аммония и ЖУСС-2 с мочевиной.

6. Максимальное накопление моно- и дисахаридов в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 отмечалось на фоне применения микроудобрения ЖУСС-2, ЖУСС-1 с сульфатом аммония, ЖУСС-2 с аммиачной селитрой и мочевиной. Накопление редуцирующих сахаров в большей степени отмечалось на фоне применения микроудобрения ЖУСС-2, как отдельно, так и в сочетании с азотными удобрениями.

7. Содержание крахмала в зерне озимой пшеницы в зависимости от применяемых удобрений находилось в пределах 55-69% – у сорта озимой пшеницы Поволжская 86, и на уровне 55-68% – у сорта Светоч. Увеличение показателей крахмала в зерне сорта Поволжская 86 было на фоне применения микроудобрения ЖУСС-2 – на 8,1%, а также при сочетании ЖУСС-2 с аммиачной селитрой и сульфатом аммония – на 22,3% и 19,8%, соответственно.

В зерне сорта Светоч наблюдалось повышение крахмала при отдельном применении ЖУСС-2 – на 14,8%, а также при сочетании ЖУСС-2 с сульфатом аммония и мочевиной – на 21,1 и 22,5%, соответственно.

8. Наибольшая суммарная амилолитическая активность ферментов в зерне озимой пшеницы сорта Поволжская 86 отмечалась при совместном применении

микроудобрения ЖУСС-3 с аммиачной селитрой, сульфатом аммония и мочевиной, которая составила 186,51; 192,98 и 186,35 мг/г, соответственно.

У сорта Светоч наибольшая суммарная активность в зерне отмечалась при комплексном действии микроудобрения ЖУСС-3 с аммиачной селитрой – 192,32 мг/г и с сульфатом аммония – 186,45 мг/г.

9. Экономически и энергетически эффективным оказалось применение предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и подкормки азотными удобрениями. Наивысшая рентабельность отмечалась в вариантах с применением микроудобрения ЖУСС-3 в сочетании с сульфатом аммония (124,4%), ЖУСС-2 - и ЖУСС -3 с аммиачной селитрой (120,4 и 120,1%, соответственно).

Затраты антропогенной энергии в вариантах с применением микроудобрений ЖУСС в сочетании с аммиачной селитрой были на уровне 15,13 МДж/га во всех вариантах, что на 33% выше, чем в контрольном варианте.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. С целью получения урожаев зерна озимой пшеницы на уровне 33-40 ц/га, с низкой себестоимостью и высокой рентабельностью, рекомендуется применение предпосевной обработки семян микроудобрением ЖУСС-1 в сочетании с подкормкой аммиачной селитрой – для сорта Поволжская 86, и применение препарата ЖУСС-2 в комплексе с аммиачной селитрой – для сорта Светоч. Применение микроудобрений из расчета 3л препарата в 7л воды.
2. Для получения зерна озимой пшеницы с высоким содержанием белка и крахмала, до 18 и 62%, соответственно, рекомендуется применять предпосевную обработку семян микроудобрением ЖУСС-3 в сочетании с подкормкой сульфатом аммония и мочевиной – для сорта Поволжская 86. У сорта Светоч накопление белка и крахмала до 19 и 67%, соответственно, при применении микроудобрения ЖУСС-1 в сочетании с подкормкой сульфатом аммония.
3. Для выращивания озимой пшеницы на получение зерна с высокими хлебопекарными показателями качества (белково-углеводный комплекс, количество и качество клейковины) рекомендуется применять предпосевную обработку семян микроудобрением ЖУСС-3 в сочетании с мочевиной.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Дальнейшая разработка темы имеет важное практическое и научное значение. Большой научный интерес представляют вопросы изучения и экспериментального подтверждения механизмов действия микроэлементов в различных формах, в т.ч. в хелатной, на повышение урожайности и биохимических показателей качества зерна озимой пшеницы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакумов, Н.И. Влияние основной обработки и гербицида «Тризлак» на фитосанитарное состояние посевов, урожайность и качество зерна озимой пшеницы/ Н.И. Абакумов, Ю.А. Бобкова // Вестник ОрелГАУ. – 2012. – №4. – С. 26-29.
2. Агафонов, А.К. Совершенствование приемов возделывания озимой пшеницы на светло-каштановых почвах нижнего Поволжья: дис. ... к. с.-х. н.: 06.01.01 / Александр Константинович Агафонов; Волгоградский государственный аграрный университет. – Волгоград – 2015. – 119 с.
3. Агроклиматические ресурсы Куйбышевской области. Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 208 с.
4. Агроклиматический справочник по Куйбышевской области. Л.: Гидрометеиздат, 1956. – 140 с.
5. Акимова, О.И. Формирование элементов структуры урожая озимой пшеницы в весенне-летний период/ О.И. Акимова // Вестник ГАУ. – 2009. – №8. – С. 18-23.
6. Акимова, О.И. Влияние уровня азотного питания на урожай зерна озимой ржи / О.И. Акимова // Вестник Алтайского ГАУ. – 2013. – № 8 (106). – С. 13-18.
7. Амиров, М.Ф. Улучшение качества зерна яровой твердой пшеницы в лесостепи Поволжья/ М.Ф. Амиров // Вестник КрасГАУ. – 2006. – №11. – С. 59-65.
8. Анспок, П.И. Микроудобрения / П.И. Анспок. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
9. Бабицкий, А.Ф. Взаимосвязь между урожаем и содержанием белка в зерне пшеницы / А.Ф. Бабицкий // Плодородие. - 2008. – № 4. – С. 31 – 32.
10. Бакаева, Н.П. Влияние предшественников, способов основной обработки почвы и удобрений на урожайность и биохимические показатели качества зерна озимой и яровой пшеницы в условиях лесостепи среднего

Поволжья/ Н.П. Бакаева, О.Л. Салтыкова // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 12 – С. 19-23.

11. Бакаева, Н.П. Урожайность, количественное содержание белка и крахмала в зерне озимой пшеницы Поволжская 86 / Н.П. Бакаева, С.Н. Зудилин, Н.Ю. Коржавина // Известия СГСХА. – 2015. – №4. – С. 19-22.

12. Бакаева, Н.П. Влияние обработки семян препаратами ЖУСС и подкормки азотными удобрениями на урожайность и содержание белка в зерне озимой пшеницы/ Н.П. Бакаева, Ю.А. Шоломов, Н.Ю. Коржавина// АГРОХИМИЯ. – №3. – 2016. – С. 32-38

13. Бакаева, Н.П. Методы выделения белка и его фракций из зерна озимой пшеницы сорта Поволжская-86 / Н.П. Бакаева, Н.Ю. Коржавина // Вестник БГСХА имени В. Р. Филиппова. – №3(40). – 2015. – С. 7-11.

14. Балашов, В.В. Отзывчивость сортов озимой мягкой пшеницы на основную обработку черного пара и технологии посева / В.В. Балашов, В.Н. Левкин // Известия НВ АУК. – 2007. – №1. – С. 1-3.

15. Баранова, Э.В. Продуктивность яровой пшеницы при применении биопрепаратов и микроэлементов в условиях Приамурья // Вестник АГАУ. – 2009. – №12. – С. 18-20.

16. Безуглова, О.С. Новый справочник по удобрениям и стимуляторам роста / О.С. Безуглова. – Ростов и/Д: Феникс, 2003. – 384 с.

17. Беркутова, Н.С. Методы оценки и формирования качества зерна / Н.С. Беркутова. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 206 с.

18. Беркутова, Н.С. Микроструктура пшеницы / Н.С. Беркутова, И.А. Швецова. – М.: Колос, 1978. – 188 с.

19. Благовещенский, А.В. Биохимия обмена азотсодержащих веществ / А.В. Благовещенский. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 104 с.

20. Бобренко, И.А. Эффективность разных приемов применения цинковых удобрений под яровую пшеницу в условиях западной Сибири / И.А. Бобренко, Н.В. Гоман, Н.В. Шувалова // ОНВ. – 2012. – №1-108. – С. 142-145.

21. Боженко, В.П. Микроэлементы и проблема устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды / В.П. Боженко // Физиологическая роль и практическое применение микроэлементов. – Рига, 1976. – С.110-123.
22. Бровкин, В.И. Как повысить урожай озимой пшеницы / В.И. Бровкин, С.Ф. Соколенко // Защита и карантин растений. – 2010. – №11. – С. 20-22.
23. Бугаевский, В.К. Применение мочевины для питания и защиты озимых колосовых / В.К. Бугаевский, В.М. Кильдюшкин, В.А. Корнев, Г.М. Лесовая, Е.Г. Животовская // Земледелие. – 2005. – № 2. – С. 31-32.
24. Вакалова, Е.А. Влияние опудривания семян микроэлементами (Zn, Cu, Mn) на урожайность и качество яровой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири/ Е.А. Вакалова // Сборник научных трудов ГНУ СНИИЖК. – 2013. – №6. – С. 166-170.
25. Вакар, А.Б. Клейковина пшеницы / А.Б. Вакар. – М.: Изд, АН СССР, 1961. – 252 с.
26. Вакар, А.Б. Белковый комплекс клейковины. Растительные белки и их биосинтез / А.Б. Вакар. – М.: Наука, 1975. – С. 38-58.
27. Васильев, И.П. Практикум по земледелию / И.П. Васильев, А.М. Туликов, Г.И. Баздырев и др. – М.: Колос, 2004. – 424 с.
28. Васильченко, Н.И. Агрогенная трансформация азота в почвах Северного Казахстана/ Н.И. Васильченко // Вестник АГАУ. – 2014. – №6 (116). – С. 67-71.
29. Васин, В.Г. Сорты и гибриды полевых культур Самарской области и Среднего Поволжья / В.Г. Васин, А.В. Васин, О.Д. Ласкин. – Самарская ГСХА. – Кинель, 2001. – 221 с.
30. Васин, В.Г. Энергетическая эффективность полевых агрофитоценозов в Среднем Поволжье: Учебное пособие / В.Г. Васин, А.А. Толпекин, С.Н. Зудилин, А.В. Зорин, О.П. Кожевникова. – Самара, 2005. – 124 с.

31. Вильдфлуш, И. Р. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И.Р. Вильдфлуш и др. – Минск: Беларус. наука, 2011. – 293 с.
32. Волкова, Н.А. Биохимическая характеристика зерна сортов озимой пшеницы и тритикале в условиях Северного Зауралья / Н.А. Волкова // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2014. – №4 (28). – С. 38-39.
33. Вострокнутов, С.А. Урожайность и качество озимой пшеницы при использовании средств химизации на черноземе выщелоченном лесостепи Среднего Поволжья: дис. ... к. с.-х. н.: 06.01.01/ Сергей Александрович Вострокнутов; ФГБОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия». – Пенза, 2012. – 149 с.
34. Гаитов, Т.А. Влияние некорневой подкормки на урожай и качество зерна яровой пшеницы/ Т.А. Гаитов, Е.А. Кантюкова // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №1. – С. 32-34.
35. Гайсин, И.А. Микроудобрения в современной земледелии/ И.А. Гайсин, Р.Н. Сагитова, Р.Р. Хабибуллин//Агрохимический вестник. – 2010. – №4. – С. 13-15.
36. Гайсин, И.А. Полифункциональные хелатные микроудобрения / И.А. Гайсин, Ф.А. Хисамеева. – 2-е изд. – Казань: Центр инновационных технологий. – 2009. – 256 с.
37. Гайсин, И.А. Эффективность некорневой подкормки хелатным микроудобрением в сочетании с азотом в технологии возделывания яровой пшеницы на серых лесных почвах республики Татарстан/ И.А. Гайсин, М.Г. Муртазин, С.Г. Муртазина //Зерновое хозяйство. – №2. – 2014. – С.1-7.
38. Генкель, П.А. Основные пути изучения физиологии засухоустойчивости растений /П.А. Генкель // Физиология засухоустойчивости растений. – М.: Наука, 1971. – С.5-21.

39. Глинушкин, А.П. Влияние синтетических и биологических препаратов на всхожесть семян и выживаемость пшеницы/ А.П. Глинушкин, О.О. Белошапкина // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №1. – С. 11-13.
40. Глуховцев, В.В. Влияние агроэкологических факторов на продуктивность и качество зерна сортов озимой пшеницы в условиях лесостепи Самарской области / В.В. Глуховцев, Г.Я. Маслова, Н.И. Китлярова, М.Р. Абдряев // Известия ОГАУ. – 2015. – №2 (52). – С. 39-40.
41. Глуховцева, Н.И. Повышение качества зерна пшеницы / Н.И. Глуховцева. – Куйбышевское книжное издательство, 1977. – 64 с.
42. Головоченко, А.П. Белковый комплекс хлебопекарной пшеницы Среднего Поволжья / А.П. Головоченко, М.Ю. Киселева. – Самара, 2005. – 212 с.
43. Горянин, О.И. Агротехнологические основы повышения эффективности возделывания полевых культур на чернозёме обыкновенном среднего Заволжья: дис. ... д. с.-х. н.: 06.01.01/ Олег Иванович Горянин; Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова. – Безенчук. – 2015. – 477 с.
44. Гридина, С.Б. Ферментативная активность зерновых культур/ С.Б. Гридина, Е.П. Зинкевич, Т.А. Владимирцева, К.А. Забусова // Вестник КрасГАУ. – 2014. – №8. – С. 57-60.
45. Губанов, Я.В. Озимая пшеница / Я.В. Губанов, Н.Н. Иванов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 303 с.
46. Гулянов, Ю.А. Формирование плотности продуктивного стеблестоя озимой пшеницы при различных уровнях минерального питания в условиях оренбургского Предуралья/ Ю.А. Гулянов, Д.Ж. Досов // Известия ОГАУ. – 2012. – №37-1. – С. 45-49.
47. Гулянов, Ю.А. Хозяйственная эффективность урожая озимой пшеницы при адаптации технологических приемов ее возделывания на черноземах южных Оренбургского Предуралья/ Ю.А. Гулянов // Научный журнал КубГАУ - Scientific Journal of KubSAU. – 2006. – №23. – С. 276-280.

48. Гулянов, Ю.А. Экономическая эффективность производства озимой пшеницы в степной зоне Южного Урала / Ю.А. Гулянов // Известия ОГАУ. – 2004. – №1-1. – С. 88-90.
49. Гулянов, Ю.А. Эффективность жидких удобрительно-стимулирующих составов (ЖУСС) при выращивании озимой пшеницы в Оренбургском Предуралье/ Ю.А. Гулянов // Известия ОГАУ. – 2006. – №9-1. – С. 46-48.
50. Денисова, С.И. Хлебопекарные и технологические качества зерна сортов озимой пшеницы в условиях степной зоны южного Урала / С.И. Денисова // Известия ОГАУ. – 2010. – №28-1. – С. 22-25.
51. Добролюбский, О.К. Микроэлементы в сельском хозяйстве / О.К. Добролюбский. – Сельхозгид, 1956. – 64 с.
52. Долгополова, Н.В. Значение озимой и яровой пшеницы в производстве продуктов питания/ Н.В. Долгополова, В.А. Скрипин, О.М. Шершнева, Ю.В. Алябьева // Вестник курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – №5. – С. 52-56.
53. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
54. Дубовик, Д.В. Влияние агротехнических приемов в различных погодных условиях на урожай зерна озимой пшеницы / Д.В. Дубовик, Д.Ю. Виноградов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – №4. – С. 44-46.
55. Дубовик, Д.В. Влияние климатических условий года на качество зерна озимой пшеницы/ Д.В. Дубовик // Достижения науки и техники АПК. 2007. – №6. – С. 51-52.
56. Дубовик, Д.В. Влияние климатических условий года на урожайность озимой пшеницы / Д.В. Дубовик, Д.Ю. Виноградов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – №7. – С. 46-47.

57. Дулов, М.И. Ресурсосберегающие технологии при возделывании озимой пшеницы в условиях лесостепи среднего Поволжья / М.И. Дулов, О.А. Блинова // АВУ. – 2007. – №4. – С. 37-40.
58. Дэвис, Д. Биохимия растений / Д. Дэвис, Дж. Джованелли, Т. Рис. – М.: Мир, 1996. – 217 с.
59. Емельянова, Н.А. Пшеница и ее улучшение/ Пер. с англ. Н.А. Емельяновой, Н.М. Резниченко. М., «Колос», 1970. – 519 с.
60. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений/ А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош, Ю.В. Перуанский, Г.А. Луковникова, М.И. Иконникова. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
61. Ермохин, Ю.И. Величина накопления доступного азота почвы в динамике под растениями козлятника восточного и его практическое использование / Ермохин Ю.И., Илюшкина О.В., Ильичев В.Н. // ОНВ. – 2015. – №138. – С. 88-90.
62. Ерошенко, Ф.В. Фотосинтетическая деятельность посевов высокорослых и короткостебельных сортов озимой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания / Ф.В. Ерошенко // Известия ОГАУ. – 2010. – №27-1. – С. 221-224.
63. Жарихина, А.А. Формирование качества зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и применения фиторегуляторов в условиях Центрального района Нечерноземной зоны: дис. ...к. б. н.:03.01.05 - Анастасия Аркадьевна Жарихина; Российская государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева. – Москва, 2013. – 139 с.
64. Жданов, В.М. Урожайность яровой мягкой пшеницы в оренбургском Предуралье/ В.М. Жданов, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан // Известия оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – №1(51). – С. 24-26.
65. Железова, С.В. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания в полевом опыте центра точного

земледелия/ С.В. Железова, И.Ф. Шамбинго, А.В Мельников, Е.В. Березовский // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – №10(120). – С.10-14.

66. Жемела, Г.П. Справочник по качеству зерна/ Г.П. Жемела, Л.П. Кучумова З.Ф. Аниканова. – Киев: Урожай, 1988. – 216 с.

67. Забродкин, А.А. Влияние различных способов обработки почвы на урожайность и качество зерна озимой пшеницы/ А.А. Забродкин // Вестник ОрелГАУ. – 2012. – №2. – С. 28-31.

68. Завалин, А.А. Азотное питание и продуктивность сортов яровой пшеницы/ А.А. Завалин. – М.: Агроконсалт, 2003. – 153 с.

69. Захарова, Н.Н. Формирование качества зерна озимой и яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья / Н.Н. Захарова, Н.Г. Захаров, М.Н. Гаранин // Вестник Ульяновской ГСХА. 2016. №1 (33). – С. 14-20.

70. Зверева, Н.А. Влияние погодных условий и природной зоны возделывания на качество зерна яровой пшеницы в амурской области/ Н.А. Зверева, М.В. Терехин, Л.Н. Мищенко // Вестник АГАУ. – 2013. – №4 (102). – С. 10-13.

71. Зверева, Н.А. Сравнительная характеристика технологических, биохимических качеств зерна яровой пшеницы дальневосточной селекции/ Н. А. Зверева, М.В. Терехин, Р.В. Рукосуев, Л.Н. Мищенко, О.В. Манзюк // Вестник ОрелГАУ. – 2012. – №3. – С. 38-41.

72. Зеленский, Н.А. Влияние элементов технологии выращивания на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы / Н.А. Зеленский, М.И. Текиева // Научный журнал КубГАУ - Scientific Journal of KubSAU. – 2012. – №78. – С. 675-685.

73. Зенкова, Н.А. Влияние погодно-климатических условий на качество зерна яровой мягкой пшеницы на Южном Урале // Известия ОГАУ. – 2004. – №4 – 1. – С. 31-32.

74. Зотиков, В.И. Зависимость урожайности и качества зерна озимой пшеницы от условий выращивания/ В.И. Зотиков, З.И. Глазова, Р.В. Клёнов // Вестник ОрелГАУ. – 2007. – №4. – С. 5-6.

75. Ильченко, В. Е. Роль агрофона в формировании углеводно-амилазного комплекса зерна пшеницы: дис. ...к. т. н.: 03.00.04/ Виталий Евгеньевич Ильченко; ГОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств». – Москва, 2008. – 147 с.

76. Ионова, Н.Э. Роль отдельных органов в продукционном процессе у растений яровой пшеницы разного эколого-географического происхождения / Н.Э. Ионова, Л.П. Хохлова, Р.Н. Валиуллина, Э.Ф. Ионова // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 1. – С. 60-67.

77. Исайчев, В.А. Влияние регуляторов роста и хелатных микроудобрений на урожайность и показатели качества гороха и озимой пшеницы/ В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, Ф.А. Мударисов // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2012. – №1 (17). – С. 12-16.

78. Исайчев, В.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян регуляторами роста/ В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2013. – №3 (23). – С. 14-19.

79. Исайчев, В.А. Влияние синтетических регуляторов роста на динамику макро- и микроэлементов и качество зерна озимой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья / В.А. Исайчев // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2011 – №3 (15). – С. 18-31.

80. Исайчев, В.А. Влияние макроэлементов и регуляторов роста на динамику содержания азота, фосфора, калия и серы в растениях озимой пшеницы сорта Бирюза в условиях лесостепи Среднего Поволжья / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, Д.В. Плечов // Вестник Ульяновской ГСХА. 2016. №1 (33). – С. 25-32.

81. Ишкова, С.В. Агроэкологическая характеристика земель сельскохозяйственного назначения лесостепной зоны Самарской области / С.В. Ишкова // АБУ. – 2012. – №12 (104). – С. 42-44.
82. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ./ А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – Мир, 1989. – 439 с.
83. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов/ Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 512 с.
84. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е.Д. Казаков, В.Л. Кретович. – М.: Колос, 1980. – 319 с.
85. Казаков, Е.Д. О теоретических основах образования клейковины/ Е.Д. Казаков // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1992. – №5-6. – С. 5-7.
86. Каракулев, В.В. Сравнительная оценка качества зерна озимых зерновых культур / В.В. Каракулев, Л.В. Иванова, Д.В. Шустер // Известия ОГАУ. 2012. – №35-1. – С. 49-50.
87. Каракулев, В.В. Сравнительная продуктивность озимых культур по чёрному пару на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья/ В.В. Каракулев, Д.В. Шустер // Известия ОГАУ. – 2011. – №30-1. – С.45-46.
88. Карачева, Г.С. Результаты селекционной работы по зерновым культурам в Дальневосточном НИИСХ/ Г.С. Карачева // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №6. – С.17-18.
89. Каталымов, М.В. Микроэлементы и их роль в повышении урожайности / М.В. Каталымов. – Госхимиздат, Москва, 1960 – 75 с.
90. Коданев, И.М. Повышение качества зерна/ И.М. Коданев. – М., Колос, 1976. – 304 с.
91. Коданев, И.М. Агротехника и качество зерна / И.М. Коданев. – М., Колос, 1970. – 232 с.
92. Козьмина, Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Н.П. Козьмина. – М.: Колос, 1976. – 375 с.

93. Козьмина, Н.П. Биохимия хлебопечения. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 278 с.
94. Козьмина, Н.П. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Н.П. Козьмина, В.Л. Кретович. – М.: Заготиздат, 1951. – 350 с.
95. Конарев, В.Г. Белки пшеницы / В.Г. Конарев. – М.: Колос, 1980. – 351 с.
96. Кондратенко, Е.П. Накопление углеводов и жира в зерне озимых культур в зависимости от сортовых особенностей / Е.П. Кондратенко, О.Б. Константинова, О.М. Соболева, Е.А. Ижмулкина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – № 8 (130). – 2015. – С. 27-34.
97. Коновалов, Ю.Б. Формирование продуктивности колоса яровой пшеницы и ячменя/ Ю.Б. Коновалов. – М., «Колос», 1981. – С. 176.
98. Кореньков, Д.А. Минеральные удобрения и их рациональное применение / Д.А. Кореньков. – М., Россельхозиздат, 1973. – 176 с.
99. Корчагин, В.А. Концепция воспроизводства плодородия черноземных почв степных районов Среднего Заволжья / В.А. Корчагин, О.И. Горянин, С.В. Обущенко, А.П. Чичкин // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – №5-3. – С. 1081-1084.
100. Корякина, В.Ф. Микроэлементы на сенокосах и пастбищах / В.Ф. Корякина. – Л., «Колос», 1974. – 168 с.
101. Костин, В.И. Влияние биопрепаратов на качество и мукомольные показатели зерна озимой пшеницы/ В.И. Костин, О.В. Костин, О.Г. Музурова // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2012. – №1 (17). – С. 27-31.
102. Костин, В.И. Физиологические аспекты применения физических факторов, микроэлементов и регуляторов роста для повышения засухоустойчивости растений/ В.И. Костин, В.А. Исайчев, С.Н. Решетникова // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2014. – №3 (27). – 58-67.
103. Кочетов, Г.А. Практическое руководство по энзимологии/ Г.А. Кочетов. – М.: Высшая школа, 1971. – 270 с.

104. Кретович, В.Л. Биохимия зерна / В.Л. Кретович. – М.: Наука, 1981. – 151 с.
105. Кретович, В.Л. Биохимия зерна и хлеба / В.Л. Кретович. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 136 с.
106. Кретович, В.Л. Биохимия растений / В.Л. Кретович. – М.: Высш. школа, 1980. – 445 с.
107. Кудашкин, М.И. Средства защиты растений, макро- и микроудобрения в технологии возделывания озимой пшеницы интенсивного типа в системе ландшафтного земледелия/ М.И. Кудашкин, Ш.И. Ахметов, А.В. Павлинов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – №9 (71). – 2010. – С. 5-8.
108. Кудашкин, М.И. Урожайность и качество озимой пшеницы в зависимости от вида пара, сроков посева, макро-и микроудобрений/ М.И. Кудашкин, И.А. Гайсин // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №3. – 10-13.
109. Кузина, Е.В. Влияние биопрепаратов на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы/ Е.В. Кузина, Т.Н. Леонтьева, О.Н. Логинов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – №3-5. – С. 1649-1652.
110. Кузнецова, Н.А. Продукционные и физиолого-биохимические процессы яровой пшеницы в связи с качеством урожая при некорневой обработке микроудобрением ЖУСС-2: дис. ... к. б. н.: 03.01.05 / Наталия Анатольевна Кузнецова; ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет». – Москва, 2010. – 221 с.
111. Кузьминых, А.Н. Влияние стимуляторов роста на урожайность и качество зерна озимой ржи и яровой пшеницы / А. Н. Кузьминых // Научное обеспечение инновационного развития АПК: сб. докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию государственности Удмуртии. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2010. – С. 131-135.

112. Кулеватова, Т.Б. О качестве зерна озимой пшеницы/ Т.Б. Кулеватова, Л.В. Андреева, Д.В. Кайргалиев, Е.А. Лихолетов // Известия НВ АУК. – 2014. – №4 (36). – С. 1-5.
113. Кумаков, В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы / В.А. Кумаков. – М.: Колос, 1985. – 270 с.
114. Кумаков, В.А. Биологические основы возделывания яровой пшеницы по интенсивной технологии / В.А. Кумаков. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 104 с.
115. Куркаев, В.Т. Сельскохозяйственный анализ и основы биохимии растений / В.Т. Куркаев и др. – М., «Колос», 1977. – 240 с.
116. Кучеров, Д.И. Влияние условий выращивания на урожайность и качество зерна яровой пшеницы/ Д.И. Кучеров // Вестник КрасГАУ. – 2007. – №2. – С. 321-323.
117. Лабынцев, А.В. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы и кукурузы на зерно при различных уровнях интенсивности технологий / А.В. Лабынцев, В.В. Губарева // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – № 4(08). – 2012. – С. 46-55.
118. Лазарева, Л.В. Состав зерна озимой ржи и ячменя и активность амилолитических ферментов при различных условиях питания растений: дис. ...к. б. н.: 03.00.04/ Лидия Васильевна Лазарева; Российская государственная аграрная академия наук – МСХА им. К.А. Тимирязева. – Москва, 1973. – 143 с.
119. Лапшинов, Н.А. Содержание нитратного азота в паровом поле при различных системах обработки почвы / Н.А. Лапшинов, А.Л. Пакуль, Г.В. Божанова, В.Н. Пакуль // МНИЖ. – 2015. – №10-3 (41). – С. 36-39.
120. Лебедевский, И.А. Влияние микроэлементов на продуктивность и качество озимой пшеницы, возделываемой на черноземе выщелоченном западного Предкавказья / И.А. Лебедевский, И.В. Шабанова, Е.А. Яковлева // Научный журнал КубГАУ - Scientific Journal of KubSAU. – 2012. – №82. – С. 1-11.

121. Леонова, С.А. Ферментативная активность зерна пшеницы различной крупности/ С.А. Леонова // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2010. – №2-3. – с. 13-14.
122. Лухменев, В.П. Интегрированная система защиты озимой пшеницы от вредителей, болезней и сорняков в Предуралье / В.П. Лухменев // Известия ОГАУ. – 2014. – №1. – С. 149-153.
123. Малахова, А.А. Оптимизация сроков и норм посева сортов озимой пшеницы в Подзоне светло-каштановых почв волгоградской области: дис. ... к. с.-х. н.: 06.01.01/ Алла Александровна Малахова; ФГБОУ ВПО Волгоградский государственный аграрный университет. – Волгоград, 2014. – 129 с.
124. Макаров, В.И. Особенности расчета нормативов выноса элементов питания зерновыми культурами/ В.И. Макаров//Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 5. – С. 9-13.
125. Мамадьюсупова, М. Г. Содержание крахмала и белка пшеницы и её диких сородичей, произрастающих в разных условиях/ М.Г. Мамадьюсупова, И.А. Сабоиев, М.М. Рахимов, Ф.Ю. Насырова, К.А. Алиев // ДАН РТ. – 2013. – №10. – С. 832-836.
126. Марченко, Д.М. Взаимосвязи между урожайностью и элементами ее структуры у сортов мягкой озимой пшеницы/ Д.М. Марченко // Научный журнал КубГАУ - Scientific Journal of KubSAU. – 2011. – №68. – С. 1-12.
127. Мельник, А.Ф. Об элементах агротехники, продуктивности и качестве зерна у озимой в условиях орловской области/ А.Ф. Мельник, В.А. Фомочкин // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – №1. – С. 122-124.
128. Мельник, А.Ф. Формирование урожайности и качества зерна озимой пшеницы/ А.Ф. Мельник, А.Ф. Мартынов // Вестник Орел ГАУ. – 2012. – №2. – С. 10-13.
129. Мельников, А.В. Формирование урожая и технологических свойств зерна современных сортов и новых генотипов озимой мягкой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания в условиях Центрального района

Нечернозёмной зоны: дис. ...канд. с.-х. н. 05.18.01; 06.01.01/ Андрей Валерьевич Мельников; ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева». – Москва, 2012. – 190 с.

130. Минеев, В.Г. Агрехимические основы повышения качеств зерна пшеницы/ В.Г. Минеев, А.Н. Павлов. – М.: Колос, 1981. – 288 с.

131. Моисеева, А.И. Технологические свойства пшеницы / А.И. Моисеева. – М., «Колос», 1975. – 110 с.

132. Морару, С.А. Озимая пшеница / С.А. Морару. – Кишнев: Картя Молдовеняскэ, 1987. – 400 с.

133. Мосолов, И.В. Физиологические основы применения минеральных удобрений/ И.В. Мосолов. – М., «Колос», 1968. – 175 с.

134. Муртазин, М.Г. Стимулирующее и защитное действие препаратов ЖУСС при обработке семян /М.Г. Муртазин, Ф.А. Хисамеева, Р.Н.Сагитова// Агрехимический вестник.– 2006. – №4. – С.7-9.

135. Мусынов, К.М. Озимые зерновые культуры на севере Казахстана: Монография / К.М. Мусынов. – Астана, 2007. – 136 с.

136. Мухитов, Л.А. Технологические показатели качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы оренбургской селекции в лесостепи оренбургского Предуралья / Л.А. Мухитов, А.В. Косилов // Известия ОГАУ. – 2011. – №31-1. – С. 22-25.

137. Ненько, Н.И. Влияние регулятора роста фурулан на формирование белкового комплекса зерна озимой пшеницы / Н.И. Ненько, В.В. Гаража, Е.В. Суркова, Ю.С. Поспелова, В.К. Плотников, Н.А. Кузембаева // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2006. – №2-3. – С. 87-91.

138. Нестерова, Л.Б. Запасы гумуса и азота в почвах/ Л.Б. Нестерова, И.Г. Брыкина // Вестник АГАУ. – 2004. – №4. – С. 73-75.

139. Нецветаев, В.П. Варианты глиаина и количество дисульфидных связей в белковом комплексе мягкой пшеницы / В.П. Нецветаев, М.М. Копусь,

Т.А. Рыжкова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №5. – С. 1-8.

140. Никитин, С.Н. Эффективность применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи среднего Поволжья: дис. ... д. с.-х. н.: 06.01.04. / Сергей Николаевич Никитин; Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. – Ульяновск. – 2014. – 272 с.

141. Никитина, Е.В. Биотехнологические аспекты применения амилолитических ферментов в пищевой промышленности/ Е.В. Никитина, О.А. Решетник, Р.А. Губайдуллин // Вестник казанского технологического университета. – 2013. – №13. – С. 148-153.

142. Никляев, В.С. (ред.) Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство/ В.С. Никляев. – М.: Былина, 2000. – 555 с.

143. Ниловская, Н.Т. Приемы управления продукционным процессом озимой пшеницы агрохимическими средствами при низких температурных воздействиях различных погодных условиях выращивания / Н.Т. Ниловская, Н.М. Карманенко. – М.: ВНИИА, 2009. – 120 с.

144. Носатовский, А.И. Пшеница. Биология / А.И. Носатовский. – М., «Колос», 1965 – 568 с.

145. Обущенко, С.В. Агроэкологическое обоснование систем воспроизводства почвенного плодородия в полевых севооборотах среднего Заволжья: дис. ... д. с.-х. н.: 06.01.01. / Сергей Владимирович Обущенко; Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.М.Тулайкова Российской академии сельскохозяйственных наук. – Самара, 2014. – 329 с.

146. Обущенко, С.В. Мониторинг содержания микроэлементов и тяжёлых металлов в почвах Самарской области / С.В. Обущенко, В.В. Гнеденко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – №7. – С. 30-34.

147. Обущенко, С.В. Научное обоснование систем воспроизводства почвенного плодородия/ С.В. Обущенко, В.В. Гнеденко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – №1. – С. 111-112.
148. Опенько, В.И. Влияние интенсификации приемов выращивания озимой пшеницы на содержание минерального азота в почве/ В.И. Опенько // Научный журнал КубГАУ - Scientific Journal of KubSAU. – 2012. – №75(01). – С. 1-11.
149. Павлов, А.Н. Закономерности накопления белка в зерне пшеницы и их значение для селекции на качество урожая/ А.Н. Павлов. – М., «Наука», 1974. – 337 с.
150. Павлов, А.Н. Повышение содержания белка в зерне/ А.Н. Павлов. – М.: Наука, 1984. – 119 с.
151. Панасин, В.И. Микроэлементы и урожай/ Предисл. Б.А. Ягодина. – Калининград: ОГУП «Калининградское кн. Изд-во», 2000 – 276 с.
152. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – М.:Агропромиздат, 1987. – 512 с.
153. Пасынкова, Е.Н. Агрохимические приемы регулирования урожайности и качества зерна пшеницы: дис. ...д. б. н.: 06.01.04/ Елена Николаевна Пасынкова; Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 2014. – 340 с.
154. Пасынкова, Е.Н. Роль колоса, листьев, стеблевых узлов и междоузлий в накоплении белка в зерне яровой пшеницы/ Е.Н. Пасынкова, А.А. Завалин // Достижения науки и техники АПК. 2012. – №9. – С. 27-29.
155. Пахомова, В.М. Устойчивость и защита растений при оптимизации минерального питания / В.М. Пахомова, И.А. Гайсин. – Казань: Меддок. – 2008. – 212 с.

156. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений/ Б.П. Плешков. – М., «Колос», 1976. – 256 с.
157. Плешков, Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.П. Плешков. – М., «Колос», 1980. – 495 с.
158. Половинкина, С.В. Хозяйственно-биологическая оценка линий яровой пшеницы в конкурсном сортоиспытании/ С.В. Половинкина, А.В. Полномочнов, В.В. Парыгин // Вестник КрасГАУ. – 2013. – №11. – С. 128-132.
159. Полонский, В.И. Повышенная продуктивность колоса новых линий ячменя определяется экстенсивными показателями/ В.И. Полонский, С.А. Герасимов // Вестник КрасГАУ. – 2009. – №4. – С. 58-64.
160. Починок, Х.Н. Методы биохимического исследования растений / Х.Н. Починок. – Киев, 1976. – 297 с.
161. Прохоренко, Н.Б. Морфологические параметры и урожайность у растений яровой пшеницы сорта Люба при оптимизации минерального питания/ Н.Б. Прохоренко, В.М. Пахомова, Р.Н. Хабиров, Е.В. Даньшина // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 5. – С. 43-47.
162. Пруцков, Ф.М. Озимая пшеница / Ф.М. Пруцков. – М., «Колос», 1976. – 352 с.
163. Пряхина, С.И. Асинхронность наступления фаз развития зерновых культур по станции Саратов юго-восток / С.И. Пряхина, Е.И. Гужова, М.М. Смирнова, А.А. Миронов // Изв. Саратов. ун-та Нов. сер. Сер. Науки о Земле. – 2014. – №1. – С. 27-30.
164. Рабочев, Г.И. Биоэнергетическая оценка технологических процессов в растениеводстве. Учебное пособие / Г.И. Рабочев, В.Г. Кутилкин, А.Л. Рабочев. – Самара, 2004. – 112 с.
165. Разработка экологически безопасных энергосберегающих основных элементов систем земледелия и агротехнологий возделывания полевых культур, адаптированных к условиям лесостепи самарской области: отчет о НИР / Зудилин

С.Н. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2011-2015.

166. Рахимов, М.М. Аттрагирующая способность колоса пшеницы, выращенной в разных экологических и агротехнических условиях/ М.М. Рахимов, М.Б. Ниязмухамедова, Е.А. Гулов, М. Пулодов, Н. Камолов, Ф.А. Косумбекова // ДАН РТ. – 2011. – №6. – С. 504-507.

167. Роглер, Х. Озимая пшеница. Технология возделывания в Германии / Х. Роглер. – Рукопись для семинара от Аграрного консультационного центра Triesdorf Consult в Белгороде, 2006. – 25 с.

168. Рядчиков, В.Г. Улучшение зерновых белков и их оценка / В.Г. Рядчиков. – М.: Колос, 1978. – 368 с.

169. Ряховский, А.В. Направление и степень воздействия минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях центральной зоны Оренбургской области / А.В. Ряховский, Г.Ф. Ярцев, С.И. Лысенко // Известия ОГАУ. 2005. №5-1. – С. 33-36.

170. Сабоев, И.А. Влияние почвенной и атмосферной засухи на продуктивность и содержание крахмала и белка в зерне различных сортов пшеницы/ И.А. Сабоев, Г.Ф. Касимова, А. Абдуллаев, А. Эргашев, Х.Х. Каримов, М.М. Рахимов // ДАН РТ. – 2010. – №2. – С. 148-151.

171. Савчук, Т.Е. Протеолитическая и амилолитическая активность ячменя в период ускоренного старения/ Т.Е. Савчук, В.Г. Лобанов, А.И. Гаманченко // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2002. – №5-6. – С. 73-74.

172. Самохвалова, Е.В. Анализ и прогноз всхожести зерновых культур в среднем Поволжье/ Е.В. Самохвалова, Н.В. Санина, Л.В. Фадеева // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естественные науки. – 2014. – №2. – С. 103-108.

173. Самохвалова, Е.В. Агрометеорологическое обеспечение научных исследований и изучение влияния погодных условий на формирование урожаев сельскохозяйственных культур / Е.В. Самохвалова// отчет о НИР (промежуточный за 2013 год) – Кинель, 2013. – 62 с. Инв.№С15.

174. Самохвалова, Е.В. Агрометеорологическое обеспечение научных исследований и изучение влияния погодных условий на формирование урожаев сельскохозяйственных культур / Е.В. Самохвалова // отчет о НИР (промежуточный за 2014 год) – Кинель, 2014. – 75 с. Инв.№С16.

175. Самохвалова, Е.В. Агрометеорологическое обеспечение научных исследований и изучение влияния погодных условий на формирование урожаев сельскохозяйственных культур / Е.В. Самохвалова // отчет о НИР (промежуточный за 2015 год) – Кинель, 2015. – 68 с. Инв.№С17.

176. Сафонова, М.П. О протеолитических ферментах зерновок пшеницы / М.П. Сафонова // Эволюционная биохимия растений: Сб. науч. трудов. – М.: Изд-во «Наука», 1964. – С. 59.

177. Сержанов, И.М. Оптимизация системы удобрения и технологических приемов возделывания яровой пшеницы в северной части лесостепи среднего Поволжья: дис. ... д. с-х. н.: 06.01.04, 06.01.01/ Игорь Михайлович Сержанов; ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет». – Казань, 2013. – 391 с.

178. Сисо, А.В. Биоэнергетическая оценка различных агроприемов возделывания озимой пшеницы, сахарной свеклы и сои в орошаемом травяно-зернопропашном севообороте / А.В. Сисо, А.В. Югов, В.Н. Герасименко // Научный журнал КубГАУ - Scientific Journal of KubSAU. – 2007. – №28. – С. 1-9.

179. Созинов, А.А. Улучшение качества зерна озимой пшеницы и кукурузы/ А.А. Созинов, Г.П. Жемела. – М.: Колос, 1983. – 270 с.

180. Созинов, А.А. Урожай и качество зерна/ А.А. Созинов. – М., «Знание», 1976. – 64 с.

181. Сорока, Т.А. Влияние регуляторов роста и микроэлементов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы/ Т.А. Сорока // Известия ОГАУ. – 2012. – №1-1. – С. 42-44.

182. Спицына, С.Ф. Агроэкономическая эффективность применения макро-и микроудобрений под яровую пшеницу сорта Алтайская 92 в условиях

Алтайского края/ С.Ф. Спицына, А.В. Паутова, М.Н. Кострицына, В.В. Рудченко // Вестник АГАУ. – 2004. – №4. – С. – 108-111.

183. Титков, В.И. Урожай и качество зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от обработки семян микроэлементами/ В.И. Титков, В.В. Безуглов, В.М. Лыскин // Известия ОГАУ. – 2009. – №22-2. – С. 21-23.

184. Ториков, В.Е. Перезимовка озимой пшеницы в зависимости от приемов возделывания / В.Е. Ториков, И.И. Фокин // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. – 2010. – №4. – С. 1-7.

185. Третьяков, Н.Н. Практикум по физиологии растений / Н.Н. Третьяков. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.

186. Толстоусов, В.П. Удобрения и качество урожая / В.П. Толстоусов. – М., «Колос», 1974. – 261 с.

187. Третьяков, Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин и др. – М.: Колос, 1998. – 640 с.

188. Федин, М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М. – 1985. – 263 с.

189. Халгаева, К.Э. Особенности формирования урожая сортов озимой пшеницы при предпосевной обработке семян БАВ и применении удобрений на светло-каштановых почвах/ К.Э. Халгаева // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. – 2011. – №2 (23). – С. 66-69.

190. Харитонова, С.В. Эффективность предпосевной обработки семян яровой пшеницы регуляторами роста и микроэлементами в условиях степной зоны южного Урала/ С.В. Харитонова, В.Б. Щукин, О.Г. Павлова // Известия ОГАУ. – 2009. – №24-1. – С. 7-9.

191. Хусаинов, А.Т. Содержание нитратного азота в черноземных почвах Северного Казахстана / А.Т. Хусаинов, К.Х. Сейдалина // Вестник АГАУ. – 2009. – №3. – С. 27-30.

192. Черкасов, Е.А. Характеристика пахотных почв ульяновской области по содержанию микроэлементов и эффективность применения

микроэлементсодержащих препаратов/ Е.А. Черкасов, В.А. Исайчев, Б.К. Саматов, С.Н. Никитин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2012. – №4 (20). – С. 30-34.

193. Чумикина, Л.В. Биохимические особенности изменения белкового и ферментного комплексов и клейковины зерна тритикале при прорастании/ Л.В. Чумикина, Л.И. Арабова, А.Ф. Топунов // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2009. – №2-3. – С. 9-12.

194. Чурзин, В.Н. Роль регуляторов роста растений и сортов в повышении урожайности и качества зерна озимой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области / В.Н. Чурзин, Ф.А. Серебряков, В.Ф. Серебряков // Известия НВ АУК. – 2013. – №1-1 (29). – С. 83-86.

195. Шаболкина, Е.Н. Качество зерна новых сортов яровой пшеницы в степном Заволжье/ Е.Н. Шаболкина, А.П. Чичкин // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №11. – С. 29-31.

196. Шеуджен, А.Х. Агроэкологическая эффективность применения микроэлементов на посевах озимой пшеницы/ А.Х. Шеуджен, И.А. Булдыкова, Р.В. Штуц // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – №96. – С. – 1-14.

197. Шустер, Д. В. Сравнительная продуктивность озимых культур по черному пару на черноземах южных Оренбургского Предуралья: дис. ... к. с-х. н.: 06.01.01./ Дмитрий Витальевич Шустер; ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет». – Оренбург, 2014. – 119 с.

198. Якименко, В.Н. Изменение содержания форм минерального азота и калия в профиле почвы агроценозов / В.Н. Якименко // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2009. – №328. – С. 202-207.

199. Янова, М.А. Формирование хлебопекарных свойств зерна пшеницы в условиях Красноярского края/ М.А. Янова, Н.П. Братилова, В.Е. Дмитриев // Вестник КрасГАУ. – 2008. – №6. – С. 184-187.

200. Ярцев, Г.Ф. Урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы в зависимости от норм высева и воздействия лесополосы в условиях центральной

зоны Оренбургской области/ Г.Ф. Ярцев, Р.К. Байкаменов // Известия ОГАУ. – 2014. – №6 (50). – С. 16-18.

201. Ястрембович, Н.И. Рост и продуктивность растений / Н.И. Ястрембович, Ф.Л. Калинина // Научные труды. Украинская сельскохозяйственная академия. – Киев, 1962. – 118 с.

202. Allison, F.E. Soil organic matter and its role in crop production / F.E. Allison. – Amsterdam - London - New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1973. – 638 pp.

203. Boisen, S. Protease inhibitors in cereals. Occurrence, properties, physiological role, and nutritional influence / S.Boisen // Acta Agr. Scand. – 1983. – V.33. – №4. – P.371-381.

204. Bolt, G.H. Soil Chemistry. A. Basic Elements / G.H. Bolt, M.G.M. Bruggenwert (ed.). – 2-nd Revised Edition. – Amsterdam - Oxford - New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1978. – 282 pp.

205. Brett, F. Carver. Wheat. Science and Trade / F. Carver Brett. – Wiley-Blackwell, 2009. – 569 pp.

206. Brian, J. Alloway. Zinc in Soils and crop nutrition / J. Alloway. Brian. – 2-nd edition. - Brussels-Paris: International Zinc Association (IZA), International Fertilizer Industry Association (IFA), 2008. – 139 pp.

207. Buonocore, V. Wheat protein inhibitors of α -amylase / V. Buonocore, V. Si-lano // Ann. Exptl.Med. and Biol. – 1986. – P.483-507.

208. Carlile, Bill. Pesticide Selectivity, Health and the Environment / Bill Carlile. – Cambridge University Press, New York, 2006. – 310 p.

209. Carter, M.R. Plant and Soil / M.R. Carter, D.A. Rennie. – 1984. – V. 76. – P. 157-161.

210. Chandrasekaran, B. A Textbook of Agronomy / B. Chandrasekaran, K. Annadurai, K. Annadura. – New Age International Publishers, 2010. – 835 pp.

211. Christensen, C.M. Grain Storage. The Role of Fungi in Quality Loss / C.M. Christensen, H.H. Kaufmann. – Minneapolis: University of Minnesota Press, 1969. – 153 pp.
212. Cobb, A.H. Herbicides and Plant Physiology / A.H. Cobb, J.P.H. Reade. – Second edition. – Wiley-Blackwell, 2010. – 286 pp.
213. Deverall, B.J. Defence Mechanisms of Plants / B.J. Deverall. – Cambridge University Press, 1977. – 110 pp.
214. Duffus, C.M. Starch synthesis and grain growth / C.M. Duffus // Crop Physiology and Cereal Breeding. Proceedings of Eucarpia Workshop (14 - 15 Nov., 1978). – Wageningen, 1979. – P. 45.
215. Fitzpatrick, B. Plant Cells / B. Fitzpatrick. – Chelsea House, 2012. – 119 p.
216. Gauer, L.F. Effects of nitrogen fertilization on grain protein content, nitrogen uptake and nitrogen use efficiency of six spring wheat (*Triticum aestivum*) cultivars, in relation to estimated moisture supply / L.F. Gauer, C.A. Grant, D.T. Gehe, L.D. Bailey // Canadian Journal of Plant Science. – 1992. – Vol. 72. – P. 235-241.
217. Heldt, H.-W. Plant Biochemistry / H.-W. Heldt, F. Heldt. – Elsevier, 2005. – 647 p.
218. Heping, Z. Increasing the harvest index of wheat the high rainfall zones of Southern Australia / Z. Heping, N.C. Turner, M.L. Pool // Field Crops Research. – 2012. – Vol. 129. – P. 111-123.
219. Hertel, W. Biosynthesis of wheat proteins / W. Hertel // Getreide Mehl and Brot. – 1974. – P.10-12.
220. Huang, J.-S. Plant Pathogenesis and Resistance: Biochemistry and Physiology of Plant-Microbe Interactions / J.-S. Huang // Springer Science+Business Media Dordrecht, 2001. – 691 pp.
221. Järvan, M. The effect of sulphur fertilization on yierd, quality of properties of winter wheat / M. Järvan, L. Edesi, A. Adamson, L. Lukme, A. Akk // Agron. Res. – 2008. – № 2. – c. 459-469.

222. Jenkinson, D.S. The nitrogen cycle under continuous winter wheat / D.S. Jenkinson, D.S. Powlson, A.F. Johnston // *Trans. XIII Congr. Intern. Soc. Soil Sci. Hamburg.* – 1986. – P. 793-794.
223. Jones, B.J. *Agronomic Handbook: Management of Crops, Soils and Their Fertility* / B.J. Jones. – CRC Press, 2003. – 450 pp.
224. Kasarda, D.D. Wheat proteins / D.D. Kasarda, J. E. Bernardin, C.C. Nimmo // *In: Advances in Cereal Science and Technology, USA.* – 1976 – P. 158-236.
225. Kigel, J. Seed development and germination / J. Kigel, G. Galili (Ed.). – Marcel Dekker, Inc., 1995. – 852 pp.
226. Konvalina, P. Baking quality of winter wheat varieties in organic farming / P. Konvalina, J. Moudry, I. Capouchova // *International Conference (422 NJF Seminar) «Fostering Healthy Food Systems through Organic Agriculture – Focus on NordicBaltic Region»*, Tartu, Aug. 25-27, 2009. Pt 2. *Agron. Res.* – 2009. – 7, Spec. Issue 2. – P. 612-617.
227. Koslovsky, O. Influence of nitrogen fertilizer injection (CULTAN) on yield, yield components formation and quality of winter wheat grain / O. Koslovsky, J. Balik, J. Cerny, M. Kulhanek et al. // *Plant, soil, environment.* 2009. – № 12 (55). – P. 536-543
228. Madhava Rao, K.V. *Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants* / K.V. Madhava Rao, A.S. Raghavendra, Reddy K. Janardhan. – Springer, 2006. – 345 p.
229. Mosier, A.R. *Agriculture and the Nitrogen Cycle* / A.R. Mosier, J.K. Syers, J.R. Freney (eds). – Island Press, 2004. – 344 pp.
230. Muurinen, S. Accumulation and translocation of nitrogen in spring cereal cultivars differing in nitrogen use efficiency / S. Muurinen, J. Kecemola, P. Peltonen-Sainio // *Agronomy Journal.* – 2007. – Vol. 99. – P. 441-449.
231. Pallardy, S.G. *Physiology of Woody Plants* / S.G. Pallardy. – Third Edition. – Elsevier, 2008. – 454 pp.

232. Peltonen-Sainio, P. Improving cereal protein yields for high latitude conditions / P. Peltonen-Sainio, L. Jauhiainen, E. Nissila // *European Journal Agronomy*. – 2012. – Vol. 39. – P. 1-8.

233. Pigorev, I.Ya. Elements of biologization in cultivation technology of winter wheat / I.Ya. Pigorev, S.A. Tarasov // *Вестник ОрелГАУ*. – 2014. – №5. – С. 102-108.

234. Roberts, T.L. Tillage intensity, Crop rotation, and Fertilizer Technology for Sustainable Wheat Production North American Experience / T.L. Roberts, A.M. Johnston // *Proceedings of the 7th International Wheat Conference, 27 November–2 December 2005, Mar del Plata, Argentina*. – Springer, 2007. – 178-189 pp.

235. Sandstedt, R.M. The function of starch in the baking of bread / R.M. Sandstedt// *Barer's Dis.*, 1961.– V. 35(3). – P. 36-44.

236. Woodman, H.E. A chemical study of the development of the wheat grain / H.E. Woodman, R.L. Engledow // *J. Agric. Sci.*, 1974. – № 4. – P. 14.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Метеорологические условия в 2010-2011 сельскохозяйственном году
(по данным агрометеостанции «Усть-Кинельская»)

Месяцы	Осадки, мм					Средняя температура воздуха, °С				
	декады			за месяц		декады			за месяц	
	I	II	III	сумма	ср. многолетняя норма	I	II	III	средняя	ср. многолетняя норма
2010 год										
сентябрь	0,0	6,8	14,4	7,1	14,7	15,6	14,4	13,9	14,6	12,3
октябрь	0,0	9,0	56,6	21,9	13,7	5,0	4,0	3,0	4,0	4,4
ноябрь	6,4	26,1	66,2	32,9	12,7	2,8	5,1	0,0	2,6	-
декабрь	11,2	12,6	22,7	15,5	10,3	-7,5	-5,0	-3,1	-5,2	-
2011 год										
январь	19,5	2,6	32,1	18,1	8,0	-11,4	-12,6	-11,3	-11,8	-
февраль	15,1	13,4	0,0	9,5	6,0	-9,6	-19,4	-22,6	-17,2	-
март	5,1	47,3	14,1	22,2	8,0	-11,5	-3,6	-3,0	-6,0	-
апрель	15,2	17,1	0,3	10,9	9,0	2,8	5,1	9,7	5,9	3,6
май	41,3	3,7	2,5	15,8	11,0	15,5	14,5	17,9	16,0	14,0
июнь	76,4	13,4	16,1	35,3	13,0	16,6	16,6	20,8	18,0	18,0
июль	3,2	0,3	6,7	3,4	15,6	25,4	22,6	26,1	24,7	20,7
август	40,2	0,4	18,2	19,6	14,6	19,2	22,7	15,5	19,1	18,9
Всего				213,2	137,6				65,7	92,9

Метеорологические условия в 2011-2012 сельскохозяйственном году
(по данным агрометеостанции «Усть-Кинельская»)

Месяцы	Осадки, мм					Средняя температура воздуха, °С				
	декады			за месяц		декады			за месяц	
	I	II	III	сумма	ср. многолетняя норма	I	II	III	средняя	ср. многолетняя норма
2011 год										
сентябрь	33,3	73,1	92,1	198,5	44,0	17,0	12,7	8,8	12,8	12,3
октябрь	18,2	16,8	0,6	35,6	41,0	9,0	7,8	3,6	6,8	4,3
ноябрь	17,0	7,9	10,5	35,4	38,0	-1,7	-3,9	8,3	-0,9	-3,9
декабрь	9,8	11,7	11,6	33,1	31,0	-6,2	-11,6	-5,8	-7,9	-10,6
2012 год										
январь	2,5	22,1	0,7	25,3	24,0	-8,1	-7,5	-12,8	-9,5	-13,7
февраль	2,8	1,0	13,4	17,2	18,0	-18,2	-16,0	-9,6	-14,6	-13,1
март	25,0	26,3	23,5	74,2	24,0	-6,8	-7,3	-1,8	-5,3	-7,0
апрель	12,3	0,4	13,1	25,8	27,0	5,8	16,1	18,1	13,3	4,7
май	0,9	0,0	5,2	6,1	33,0	14,5	19,7	18,8	17,7	14,1
июнь	12,6	1,6	49,8	64,0	39,0	20,0	23,0	22,0	21,7	18,7
июль	12,9	2,2	5,3	20,4	47,0	22,6	24,4	21,1	22,7	20,7
август	1,2	20,7	36,7	58,6	44,0	26,5	22,6	17,8	22,3	18,8
Всего				594,2	410,0				6,6	3,8

Метеорологические условия в 2012-2013 сельскохозяйственном году
(по данным агрометеостанции «Усть-Кинельская»)

Месяцы	Осадки, мм					Средняя температура воздуха, °С				
	декады			за месяц		декады			за месяц	
	I	II	III	сумма	ср. многолетняя норма	I	II	III	средняя	ср. многолетняя норма
2012 год										
сентябрь	9,0	21,2	4,8	35,0	44,0	13,9	14,4	12,4	13,6	12,3
октябрь	20,0	18,1	20,5	58,6	41,0	10,9	8,7	5,6	8,4	4,3
ноябрь	11,7	13,9	7,0	32,6	38,0	4,1	0,7	-0,9	1,3	-3,9
декабрь	24,6	0,0	19,0	43,6	31,0	0,9	-14,8	-11,2	-8,4	-10,6
2013 год										
январь	3,2	23,5	2,9	29,6	24,0	-7,4	-10,5	-15,0	-11,0	-13,7
февраль	8,4	0,5	6,4	15,3	18,0	-6,2	-8,9	-10,5	-8,5	-13,1
март	8,2	14,7	4,9	27,8	24,0	-9,5	-2,7	-1,8	-4,7	-7,0
апрель	24,6	4,4	21,5	50,5	27,0	7,0	7,0	11,4	8,5	4,7
май	15,8	0,0	8,2	24,0	33,0	13,8	19,2	19,4	17,5	14,1
июнь	6,2	0,0	7,7	13,9	39,0	18,3	22,7	23,8	21,6	18,7
июль	1,6	6,1	29,9	37,6	47,0	24,0	21,8	19,9	21,9	20,7
август	90,1	2,7	14,7	107,5	44,0	20,0	22,7	18,4	20,4	18,8
Всего				476,0	410,0				6,7	3,8

Метеорологические условия в 2013-2014 сельскохозяйственном году
(по данным агрометеостанции «Усть-Кинельская»)

Месяцы	Осадки, мм					Средняя температура воздуха, °С				
	декады			за месяц		декады			за месяц	
	I	II	III	сумма	ср. много- голетняя норма	I	II	III	средняя	ср. много- голетняя норма
2013 год										
сентябрь	68,1	17,0	30,4	115,5	44,0	16,2	14,0	8,8	13,0	12,3
октябрь	8,8	12,2	18,1	39,1	41,0	5,0	7,5	5,7	6,1	4,3
ноябрь	3,8	12,2	18,1	34,1	38,0	6,9	3,1	-1,1	3,0	-3,9
декабрь	43,4	13,8	16,2	73,4	31,0	-3,3	-7,2	-3,9	-4,8	-10,6
2014 год										
январь	11,8	27,9	10,3	50,0	24,0	-4,4	-7,0	-19,0	-10,3	-13,7
февраль	9,9	14,6	-	24,5	18,0	-19,6	-5,0	-14,1	-12,9	-13,1
март	0,6	13,1	18,0	31,7	24,0	-6,0	1,2	1,6	-0,7	-7,0
апрель	21,1	-	2,5	23,6	27,0	0,8	6,7	9,2	5,6	4,7
май	13,3	-	7,4	20,7	33,0	12,8	21,8	20,8	18,5	14,1
июнь	-	41,9	2,3	44,2	39,0	22,2	16,4	18,4	19,0	18,7
июль	3,5	0,7	1,2	5,4	47,0	23,2	20,3	18,2	20,5	20,7
август	0,1	7,2	16,6	23,9	44,0	23,1	23,1	18,2	21,4	18,8
Всего				486,1	410,0				6,5	3,8

Метеорологические условия в 2014-2015 сельскохозяйственном году
(по данным агрометеостанции «Усть-Кинельская»)

Месяцы	Осадки, мм					Средняя температура воздуха, °С				
	Декады			за месяц		Декады			за месяц	
	I	II	III	Сумма	ср. многолетняя норма	I	II	III	средняя	ср. многолетняя норма
2014 год										
сентябрь	0,0	0,0	12,4	12,4	44,0	15,5	12,0	8,5	12,0	12,3
октябрь	3,8	20,4	13,8	38,0	41,0	5,0	8,9	-0,3	4,5	4,3
ноябрь	24,8	0,3	0,2	23,5	38,0	2,4	-3,2	-6,8	-2,5	-3,9
декабрь	1,1	24,7	37,3	63,7	31,0	-8,9	-3,8	-7,5	-6,7	-10,6
2015 год										
январь	20,8	19,9	0,0	40,7	24,0	-10,5	-3,0	-18,3	-10,6	-13,7
февраль	27,1	2,6	0,0	29,7	18,0	-6,5	-10,9	-5,9	-7,8	-13,1
март	0,8	0,0	4,0	4,8	24,0	-9,3	0,3	-1,7	-3,6	-7,0
апрель	10,9	14,8	35,2	60,9	27,0	8,5	7,4	8,4	6,1	4,7
май	8,8	12,8	15,2	36,8	33,0	14,6	12,9	21,9	16,5	14,1
июнь	0,5	0,0	0,0	0,5	39,0	20,2	28,1	21,9	21,3	18,7
июль	34,8	20,3	26,3	81,4	47,0	20,0	19,4	20,9	20,1	20,7
август	10,4	4,4	5,0	19,8	44,0	20,0	17,9	16,2	18,0	18,8
Всего				414,0	410,0				4,8	3,8

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка (по данным отчетов о
НИР кафедры агрохимии и почвоведения Самарской ГСХА)

Агрохимические показатели	Горизонты				
	А	В	В ₂	В ₃	С
Глубина, см.	0-34	34-68	68-103	103-140	140 и глубже
Валовое содержание азота, %	0,41	0,32	0,15	0,09	0,09
Легкогидролизуемый азот, мг/100 г почвы	6,01	5,70	5,12	4,25	3,44
Валовое содержание фосфора, %	0,21	0,18	0,14	0,11	0,07
Валовое содержание калия, %	1,96	1,90	1,69	1,58	1,45
Гидролитическая кислотность, мг экв./100 г	2,9	2,1	1,4	0,9	0,0