

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

На правах рукописи

УДК: 631.811.98:633.11«324»:551.584(470.63)

Симатин Тихон Викторович

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ
АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Диссертация

на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:

Ерошенко Ф.В. профессор кафедры
агрохимии и физиологии растений
ФГБОУ ВО «Ставропольский
государственный аграрный университет»,
доктор биологических наук

Ставрополь 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ (Обзор литературы)	9
1.1. Использование физиологически активных вещества при выращивании сельскохозяйственных культур	9
1.2. Фотосинтетическая продуктивность растений сельскохозяйственных культур	19
1.3. Азотное питание растений озимой пшеницы	23
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	29
2.1. Общие условия и характеристика места проведения исследований	29
2.2. Метеорологические условия	30
2.3. Схема опыта	34
2.4. Методы проведения исследований	37
ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ	41
3.1. Содержание хлорофилла	41
3.2. Фотосинтетический потенциал	51
3.3. Чистая продуктивность фотосинтеза	56

ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСОБЕННОСТИ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	65
4.1. Содержание азота	65
4.2. Вынос азота посевами озимой пшеницы	73
4.3. Реутилизация и оценка источников азота для формирования зерна озимой пшеницы	78
ГЛАВА 5. ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	85
5.1. Урожайность зерна	85
5.3. Структура урожая	90
5.3. Качество зерна	93
ГЛАВА 6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ	96
ГЛАВА 7. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	105
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	107
ЛИТЕРАТУРА	108
ПРИЛОЖЕНИЯ	130

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Ставропольский край является одним из основных производителей зерна озимой пшеницы в Российской Федерации, которое из-за высокого качества часто используется в других регионах как улучшитель. Поэтому разработка новых и совершенствование уже имеющихся технологий возделывания, позволяющих получать стабильно высокие урожаи качественного зерна, используя эффективные, безопасные и экономически оправданные приемы, важная задача аграрной науки.

Применение физиологически активных веществ (ФАВ) при выращивании сельскохозяйственных культур стало обычной практикой. Их использование позволяет оптимизировать условия минерального питания, повысить адаптивность и устойчивость растений к неблагоприятным факторам, а также усилить аттрагирующую способность колоса и реутилизацию ранее накопленных веществ, что в конечном итоге положительно отражается на урожайности и качестве получаемой продукции. В последние годы широкое распространение получили комплексные физиологически активные вещества (КФАВ), в составе которых наряду с ФАВ входят макро и микроэлементы, аминокислоты, полисахариды и другие органические и минеральные соединения. Считается, что такие препараты обладают большей эффективностью и более широким спектром действия на растительный организм, чем обычные физиологически активные вещества. К сожалению, исследований, раскрывающих механизмы влияния КФАВ на формирование урожая и качества зерна озимой пшеницы, в литературе встречается мало. Такие исследования необходимы, так как они дают научное обоснование для разработки технологических приемов с применением комплексных физиологически активных веществ при возделывании сельскохозяйственных культур и, в частности, озимой пшеницы, что позволит существенно повысить эффективность их использования в сельскохозяйственном производстве.

Степень научной разработанности темы. Анализ литературных ис-

точников показал, что применение комплексных физиологически активных веществ при выращивании сельскохозяйственных культур способствует повышению урожайности и улучшению качества получаемой продукции (Авдеенко А.П., Авдеенко И.А., 2015; Белоусов И.Е с соавт., 2015; Васин В.Г. с соавт., 2018; Вильдфлуш И.Р., Мурзова О.В., 2015; Глуховцев В.В. с соавт., 2015, 2016; Голубева Н.И., Корсаков А.А., 2015; Жолик Г.А. с соавт., 2016, 2017; Карлов Е.В. с соавт., 2016; Козлова И.И., 2017; Кузьмин Н.А., Митрофанов С.В., 2016, 2017; Наумцева К.В. с соавт., 2016, 2018; Новикова А.В. с соавт., 2018; Ремесло Е.В. с соавт., 2017; Сычев В.Г. с соавт., 2018; Таскулова А.М., Сармановой Р.С., 2014; Хилько Л. А., 2017). К сожалению, такие работы, проведенные в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края и раскрывающие механизм влияния КФАВ на формирование урожая и качества зерна озимой пшеницы, практически отсутствуют.

Цель исследований – изучить особенности формирования урожая и качества зерна при использовании комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы на черноземе обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Задачи исследований:

1. Установить особенности фотосинтетической деятельности и азотного питания растений озимой пшеницы при применении комплексных физиологически активных веществ.
2. Выявить закономерности влияния комплексных физиологически активных веществ на урожайность и качество зерна озимой пшеницы.
3. Определить экономическую эффективность использования комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы на черноземе обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

Научная новизна. Впервые установлены особенности фотосинтетической деятельности посевов озимой пшеницы при использовании в технологии возделывания комплексных физиологически активных веществ. Выявле-

но влияние КФАК на закономерности азотного питания растений, а также на урожайность и качество зерна в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Дана характеристика препаратов, содержащих комплексные физиологически активные вещества по реакции растений на их применение.

Практическая значимость. Результаты проведенных исследований являются научным обоснованием для разработки рекомендаций по применению комплексных физиологически активных веществ при возделывании озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края, позволяющие повысить урожайность зерна и улучшить его качество.

Методология и методы исследований. Труды зарубежных и отечественных ученых в области влияния физиологически активных веществ на рост и развитие растений озимой пшеницы, их фотосинтетическую деятельность и особенности азотного питания, являются теоретической и методологической основой проведенных исследований. В работе использовались общепринятые и оригинальные методики, которые позволили в полевых и лабораторных опытах получить данные, необходимые для решения поставленных задач. Результаты исследований обрабатывались статистическими методами на персональном компьютере.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Использование комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания повышает фотосинтетическую деятельность и улучшает азотное питание растений озимой пшеницы.
2. Применение комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы повышает урожайность зерна и улучшает его качество.
3. На черноземе обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края использование комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы является экономически выгодным элементом технологии.

Степень достоверности результатов исследований подтверждается тем, что они получены в результате научной работы, выполненной в строгом

соответствии с методикой полевого и лабораторного опытов, а также с 3-х кратным повторением исследований в разные по погодным условиям годы.

Реализация результатов исследований. Результаты исследований апробированы в хозяйствах Ставропольского края: СПК «Мелиоратор» Труновского района (2018 г.), ООО «Агросоюз Красногвардейский» Красногвардейского района (2017 г.), Колхоз «Родина» Новоселицкого района (2017 г.). Использование комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы (общая площадь составляет 21 га) позволило получить прибавку урожайности зерна от 0,29 до 0,81 т/га без ухудшения его качества.

Апробация работы. Результаты проведенного диссертационного исследования доложены, обсуждены и получили положительную оценку на заседаниях Ученого совета ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», на VII-ой международной научно-практической конференции молодых ученых «Приоритетные направления отраслевого научного обеспечения, технологии производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (г. Краснодар, 14 августа – 14 сентября 2015 г.), на V-ой Международной научно-практической конференции (г. Киев, 29-30 сентября 2016 г.) «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур».

Публикации. По материалам диссертационного исследования опубликовано 14 работ, из них в журналах Scopus и Web of Science – 3, из перечня ВАК – 5.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения, предложений производству, библиографического списка, включающего 157 источников, 30 из которых зарубежные, и приложений. Изложена на 151 странице машинописного текста, содержит 25 таблиц и 20 рисунков.

Личный вклад автора. Автор оценил актуальность и значимость для науки и практики выбранного направления, определил цель и задачи исследований, изучил степень его изученности российскими и зарубежными ис-

следователями, разработал программу и методику исследований, провел полевые и лабораторные исследования, проанализировал и обобщил полученный материал и подготовил научно квалификационную работу по материалам выполненной работы.

ГЛАВА 1

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ (Обзор литературы)

1.1. Использование физиологически активных вещества при выращивании сельскохозяйственных культур

Как в России, так и за рубежом, все большее значение в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур стали занимать рост регулирующие и физиологически активные вещества. Они используются для различных целей: в качестве регуляторов и стимуляторов роста, иммуномодуляторов, активаторов обменных и синтетических процессов, и многого другого.

На Ставрополье широко внедряются ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур, способствующие снизить общие затраты, улучшить экологию, сохранить плодородие почв, повысить устойчивость аграрного производства (Дорожко Г.Р. и др., 2004; Дорожко Г.Р. и др., 2012; Дорожко Г.Р. и др., 2013; Власова О.И., 2014; Кулинцев В.В. и др., 2014; Власова О.И. и др., 2015). Важную роль в решение этой задачи должны сыграть физиологически активные и рост регулирующие вещества, так как их применение малозатратно, но в тоже время высокоэффективно (Нешин И.В. и др., 2008; Барабаш И.П., 2009; Барабаш И.П., Федоренко А.М., 2009; Барабаш И.П., 2012; Власова и др., 2019).

Еще одной важной причиной, по которой биологически активные вещества повсеместно применяются при выращивании растений – это универсальность механизма действия, широкий спектр применения, высокая биологическая активность, низкая токсичность, а также экологическая безопасность.

Так, рост регулирующие вещества применяются для стимуляции ростовых процессов надземной, подземной частей растений, их определенных участков (например, междоузлий). В работе И.В.Ефремова с соавторами (2011) показано, что препараты-стимуляторы роста растений Байкал ЭМ 1, Иммуноцитифит, Циркон, Эпин способствуют улучшению посевных качеств семян, повышению урожайности и качества корнеплодов сахарной свеклы. Также положительное действие Эпина установлено Н.А.Голубкиной с соавторами (2005) в опыте с китайской капустой.

Кроме того, существуют препараты (ретарданты), которые характеризуются обратным эффектом на растительный организм – они замедляют его рост и развитие. Так в работе Л.А.Грюнер, О.В.Кулешова (2016) при изучении влияния препарата Тур (Хлорхолинхлорид) на рост и развитие крыжовника, показано замедление образования боковых побегов. А в опытах Л.Д.Прусаковой с соавторами (2014) установлено, что триазолиевые соединения проявляют ретардантную активность на проростках длинностебельного гороха и ярового ячменя.

Использование физиологически активных веществ при выращивании сельскохозяйственных культур способствует повышению их урожайности и улучшению качественных характеристик получаемой продукции. В статье Ивана Васильевича Нешина с соавторами (2008) рассматривается использование физиологически активных веществ в технологии возделывания как один из наиболее эффективных способов повышения качества зерна озимой пшеницы.

В работе В.М.Иванова, А.А.Афанасьева (2006) при изучении препаратов Гумми, Фумар, Крезацин, Фумар, ЖУСС и Агат на посевах озимой пшеницы установлено не только их положительное влияние на урожайность и качество зерна, но и показано, что большое значение при этом имеет сочетание физиологически активных веществ. Так, из всех изученных препаратов наиболее эффективным оказалось совместное использование Гумми 20 с Фумаром, а также с ЖУСС, на вариантах которых получены самые большие

прибавки урожайности зерна и наилучшее его качество.

В последние годы наряду с рост регулируемыми препаратами при возделывании сельскохозяйственных культур стали использовать, так называемые, комплексные физиологически активные вещества или органоминеральные удобрения. В их состав входят как непосредственно физиологически активные вещества, так и макро-, микроэлементы и другие органические соединения, оказывающие благоприятное действие на растительный организм. Они активизируют ростовые, обменные, синтетические процессы, оптимизируют питание, улучшают водный обмен, усиливают реутилизацию ранее накопленных веществ при формировании урожая, повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды и т.д. (Ямалаев А.М., 2001).

Одним из таких препаратов, используемых в последнее время, является ***Райкат Старт***. Этот комплексное физиологически активное вещество наиболее эффективно при обработке семян сельскохозяйственных культур перед посевом. Так в работе А.М.Таскуловой и Р.С.Сармановой (2014) показано, что использование препарата Райкат Старт для обработки семян ярового рапса перед посевом в концентрации 0,001% раствором, способствовало ускорению ростовых процессов (отмечено увеличение высоты растений на 10,1-12,0 см), при этом урожайность повысилась на 1,5-2,3 ц/га.

В опытах К.В.Наумцевой с соавторами (2016, 2018) установлено положительное влияние предпосевной обработки семян картофеля препаратом Райкат Старт. А в опытах О.С.Шабуниной и В.В.Чулковой (2012, 2013) этот препарат показал высокую эффективность при возделывании салата листового.

Н.А.Кузьмина и С.В.Митрофанова (2016, 2017) установили, что применение Райкат Старт (обработка семян перед посевом) при возделывании ярового ячменя в условиях Рязанской области на тяжелосуглинистых почвах способствовало повышению полевой всхожести семян и энергии их прорастания. Также отмечено повышение скорости накопления растениями биомас-

сы как вегетативной части, так и корневой системы. Кроме того, использование Райкат Старт способствовало повышению продуктивного стеблестоя в уборку урожая и увеличению массы 1000 зерен. Как результат, авторами отмечено достоверно значимое повышение урожайности.

Н.И.Голубевой и А.А.Корсаковым (2015) представлены результаты исследований по изучению влияния различных регуляторов роста, в том числе и Райкат Старт, на лабораторную всхожесть и биометрические показатели яровой пшеницы. Авторы отмечают положительное влияние предпосевной обработки изученными препаратами на состояние растений при прорастании семян.

На основе научных изысканий И.В.Савенковой (2011) из Северо-Казахстанского государственного университета им. М.Козыбаева делается вывод о том, что Райкат Старт (предпосевная обработка семян) может быть использован в качестве одного из основных элементов технологии возделывания козлятника восточного. По мнению автора, использование этого препарата позволит расширить площади производства данной культуры в Северном Казахстане, в том числе в районах с повышенными рисками, что обеспечить стабильно высокие урожаи.

В литературе встречаются данные о положительном влиянии препарата Райкат Старт на растения сельскохозяйственных культур не только при предпосевной обработке их семян, но и при некорневом применении. Так Г.А.Жоликом с соавторами (2016, 2017) было изучено влияние осенней обработки растений раствором Райкат Старт (1-2 л/га) в фазе 2 настоящих листьев на физиологическое состояние растений в течение вегетации и урожайность озимого рапса. Было установлено, что этот технологический прием способствует повышению общей зимостойкости и обеспечивает повышение урожайности по сравнению с контролем на 0,35-0,36 т/га.

Таким образом, по литературным источникам комплексный органоминеральный препарат Райкат Старт при использовании его при возделывании сельскохозяйственных культур показывает положительные результаты. Как

правило, наибольшую эффективность он демонстрирует в случае предпосев-ной обработки семян (клубней). К сожалению, исследования по влиянию Райкат Старт на растения озимой пшеницы практически отсутствуют.

Аминакат – еще один органоминеральный препарат, который применяется в качестве физиологически активного вещества при выращивании различных сельскохозяйственных культур. Так, например, в работе В.Г.Васина и И.К.Кошелевой (2017) при изучении влияния различных стимуляторов роста растений на формирование урожая зерна и его качества (кормовой ценности) кукурузы было показано, что применение некорневых подкормок Аминоката способствовало увеличению продуктивности посевов. Наилучшие результаты были получены на фоне использования минеральных удобрений. Полученные результаты свидетельствуют о способности препарата Аминакат повышать эффективность минерального питания растений кукурузы. Также было установлено, что применение в технологии выращивания кукурузы этого препарата способствовало улучшению питательной ценности получаемого урожая (количество перевариваемого протеина составило 4,1 ц/га, кормовых единиц – 8,4, кормопротеиновых единиц – 6,2 тыс./га, обменной энергии – 89,8 ГДж/га).

В работе Л. А. Хилько (2017) при изучении влияния стимуляторов роста на продуктивность крыжовника было установлено, что использование препарата Аминакат совместно с Райкат Развитие (3-х кратная обработка раствором в концентрации 25 мл/10 л) способствовало увеличению выхода стандартных горизонтальных отводков этой культуры, что вело к повышению ее продуктивности.

Применение препарата Аминакат (совместно с Райкат Развитие) зарекомендовало с положительной стороны и при возделывании полевых культур с минимальной обработкой почвы и по технологии No-till (Васин В.Г. и др., 2018). При изучении в условиях Среднего Заволжья использование регуляторов роста на посевах озимой пшеницы, ярового ячменя и подсолнечника на фоне без удобрений и с ними, установлено, что все культуры показали доста-

точно хорошую отзывчивость на некорневые подкормки посевов Аминокатом. Наилучшие результаты отмечены на вариантах с лучшими условиями минерального питания.

Положительное влияние препарата Аминакат и других физиологически активных веществ получено в работе А.В.Новикова с соавторами (2018) при изучении особенностей формирования урожая и кормовой ценности нута. Установлено, что обработка посевов препаратами не только повышает урожайность гороха, но и увеличивает выход перевариваемого протеина и обменной энергии.

Одним из факторов, способствующих увеличению урожайности сельскохозяйственных культур при использовании в технологии выращивания комплексных физиологически активных вещества, в том числе препарата Аминокат, является повышение фотосинтетической функции растений. В работе Е.В.Карлова с соавторами (2016) при изучении особенностей фотосинтетической деятельности растений озимого ячменя при применении КФАВ показано, что некорневые подкормки Аминакатом увеличивали площадь ассимиляционной поверхности, а также повышали значение фотосинтетического потенциала посевов. Как результат, на этих вариантах отмечался рост урожайности.

Положительное влияние препарата Аминокат отмечается и при возделывании виноградников. В работе А.А.Красильников с соавторами (2011) отмечается, что использование комплексных физиологически активных веществ способствует не только повышению урожайности винограда сорта Шардоне, но и определенные концентрации препарата Аминокат улучшают качество вина.

В результате многолетних исследований было доказано положительное влияние комплексного физиологически активного вещества Аминокат на урожайность и качество земляники (Козлова И.И., 2017). Показано, что при использовании этого препарата увеличивается средняя масса ягод по сборам, масса ягод первого сбора, а также товарность ягод.

В литературе встречаются, хотя и очень редко, работы, посвященные изучению влияния препарата Аминокат на особенности роста, развития и формирования урожая и качества зерна озимой пшеницы. Исследования А.П.Авдеенко и И.А.Авдеенко (2015), проведенные на посевах озимой пшеницы сортов Одесская 200 и Писанка в условиях Ростовской области, показали, что некорневые подкормки органоминеральными удобрениями, в том числе и Аминокатом, на IV и VIII этапах органогенеза (весеннее кущение и колошение соответственно) способствовали увеличению высоты растений, содержанию в них таких элементов минерального питания как азот и фосфор, а также размеров листовой поверхности (листового индекса). Исследованиями установлено, что такая закономерность усиливается к концу генеративного периода. Как результат, использование препаратов способствовало сохранению продуктивного стеблестоя, увеличению массы тысячи зерен и выходу зерна с одного колоса. Авторами делается вывод, что наилучшие результаты по обоим сортам получены при использовании препарата Аминокат (урожайность составила 6,83 и 6,54 т/га, против 4,73 и 4,50 т/га у сортов Одесская 200 и Писанка соответственно).

Таким образом, использование органоминерального удобрения Аминокат в технологии возделывания сельскохозяйственных культур способствует увеличению их урожайности и повышению качества получаемой продукции. Он активизирует ростовые процессы, улучшает условия минерального питания и усиливает фотосинтетическую функцию растений. Наиболее эффективно их применение некорневым способом, на зерновых культурах, как правило, в весенний период. Анализ литературных источников свидетельствует, что исследований по влиянию препарата Аминокат на формирование урожая и качества зерна озимой пшеницы мало, а для условий Ставропольского края они практически отсутствуют.

Еще одним комплексным физиологически активным веществом, которое в последнее время стали использовать при выращивании сельскохозяйственных культур, является **Атланте Плюс**. В составе этого препарата есть

фосфорно-калийные удобрения, а также салициловая кислота и бетаины.

По литературным данным этот препарат показал высокую эффективность применения при выращивании винограда в Южных регионах России (Краснодарский край). Исследованиями было установлено, что некорневое применение фосфорно-калийных удобрений после цветения винограда способствует не столько повышению урожайности, сколько улучшению качественных характеристик виноматериала (Радчевский, П.П. и др., 2008, Черкунов В.А. и др., 2010). Применение Атланте Плюс, содержащего как фосфор, так и калий, в опытах П.П.Радчевского с соавторами (2016) существенно повышало содержание сахаров в соке виноградных ягод и понижало количество титруемых кислот. Кроме того, этот технологический прием улучшал фотосинтетическую деятельность растений (повышалось содержание хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов).

Использование органоминерального удобрения Атланте Плюс при выращивании риса также показало положительные результаты. В опыте И.Е. Белоусова с соавторами (2015) с применением этого препарата, как на фоне без удобрений, так и на удобренном фоне, показало, что этот элемент технологии способствует улучшению не только азотного и энергетического статуса растений, но также и повышению общей сбалансированности минерального питания.

В работе Е.В.Ремесло с соавторами (2017) показано, что использование некорневых подкормок Атланте Плюс на посевах озимой пшеницы существенно повышало фотосинтетическую активность ассимиляционного аппарата и накопление сахаров в органах растений. Это, по мнению авторов, в свою очередь, улучшило иммунный статус растительного организма, что выразилось в устойчивости растений к примененным гербицидам.

Исследования, проведенные в Кубанском государственном аграрном университете, свидетельствуют о том, что некорневое применение препаратов серии Атланте на посевах способствует повышению урожайности кукурузы на 7,4-12,8 ц/га, что составляет 10-17,4 % к контролю (Сычев В.Г. и др.,

2018). Проведенные испытания позволили рекомендовать использование данного препарата на посевах зерновых и зернобобовых культур в период вегетации в дозе 1,0-2,0 л/га, при расходе рабочего раствора в количестве 200-300 л/га.

Таким образом, литературные данные свидетельствуют о том, что использование в технологии возделывания органоминеральных удобрений Атланте Плюс способствует повышению устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды, а также резистентности к пестицидам, активизирует фотосинтетические процессы, улучшают условия минерального питания. Все это оказывает положительное влияние на формирование урожая и качества сельскохозяйственной продукции. К сожалению, исследований по изучению эффективности Атланте Плюс на посевах озимой пшеницы крайне мало, а проведенных в условиях Ставропольского края – практически нет.

Нутривант Зерновой – комплексное органоминеральное удобрение производства израильской компании ICL Fertilizers. Оно создано для некорневой листовой подкормки посевов сельскохозяйственных культур зернового направления.

Исследования, проведенные на посевах ярового ячменя (Глуховцев В.В. и др., 2016) показали, что некорневые подкормки препаратом Нутривант Зерновой в кущение и трубкование обладают высокой эффективностью использования в технологии возделывания. Было установлено, что даже в засушливых условиях (Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) = 0,4-0,6) применение этого препарата повышало урожайность посевов ярового ячменя. Но в более благоприятные по влагообеспеченности годы (ГТК=1,0) преимущество использования препарата Нутривант Зерновой проявлялось наиболее полно.

Следует отметить, что препарат Нутривант Зерновой эффективен не только в случае с зерновыми и зернобобовыми культурами, но и при возделывании винограда. В опытах П.П.Радчевского с соавторами (2016) установлено, что при использовании Нутривант плюс универсальный в начале веге-

тации, Нутривант плюс зерновой в начале налива ягод и Нутривант плюс виноградный в период созревания ягод отмечено максимальное увеличение массы грозди, урожая с одного куста и общей урожайности виноградника.

В условиях Средневолжского региона установлено положительное действие препарата Нутривант Зерновой на рост, развитие и формирование урожая яровой пшеницы (Глуховцев В.В. и др., 2015). Проведенные исследования свидетельствуют о том, что применение Нутривант Плюс Зерновой, а также Флорон совместно с Аминокат 30% показали наилучшие результаты (увеличение урожайности составило 1,7-2,1 ц/га). Кроме того, авторы делают вывод о том, что применение в технологии выращивания яровой пшеницы органоминеральных препаратов экономически оправдано.

В работе И.Р.Вильдфлуша, О.В.Мурзовой (2015) представлены результаты исследований, проведенных на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Беларуси по изучению влияния различных комплексных физиологически активных веществ, в том числе Нутривант Зерновой, на эффективность возделывания яровых зерновых культур. Было установлено их положительное влияние на процессы фотосинтеза и общую фотосинтетическую продуктивность.

Таким образом, литературные данные свидетельствуют о том, что применение препарата Нутривант Зерновой при возделывании сельскохозяйственных культур способствует увеличению валовых сборов и улучшению качества урожая. Кроме того, применение этого препарата повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды, в частности, к засухе. Также отмечается повышение фотосинтетической продуктивности растений при использовании Нутриванта Зернового.

Следовательно, использование комплексных физиологически активных веществ в технологии выращивания сельскохозяйственных культур эффективно и может быть использовано как один из важнейших элементов уходных мероприятий при совершенствовании уже имеющихся и разработки новых технологий выращивания. К сожалению, исследований в этой области на

посевах озимой пшеницы крайне мало, а проведенных в условиях Ставропольского края – практически нет.

1.2. Фотосинтетическая продуктивность растений сельскохозяйственных культур

Анализ литературных источников, как было показано выше, свидетельствует о том, что физиологически активные вещества, равно как и комплексные органоминеральные удобрения, повышают урожайность и улучшают качество сельскохозяйственной продукции. Продукционный процесс, который определяет формирование урожая растений, напрямую зависит от их фотосинтетической деятельности (Ничипорович А.А., 1988; Андрианова Ю.Е., Тарчевский И.А., 2000). Кроме того, как показывают работы исследователей, использование физиологически активных вещества в качестве уходовых мероприятий, стимулирует фотосинтетическую функцию посевов (Нешин И.В., с соавт., 2008, Вильдфлуш И.Р., Мурзова О.В., 2015, Карлов Е.В. и др., 2016). Поэтому результаты исследований в этой области могут служить научной основой для разработки рекомендаций по применению комплексных физиологически активных веществ на посевах сельскохозяйственных культур.

Фотосинтетическая деятельность, наряду с некоторыми другими важнейшими и значимыми для растений процессами, является одной из основных составляющей урожая. Петровой Людмилой Николаевной и Ерошенко Федором Владимировичем (Ерошенко Ф.В., Петрова Л.Н., 2010, Ерошенко Ф.В., 2011) была разработана схема взаимосвязи процессов фотосинтеза с фотосинтетической продуктивностью посевов озимой пшеницы, которая демонстрирует, что хлорофилл, который находится в органах растений, обладающих определенной площадью ассимиляционной поверхности, структурно организован в тилакоидных мембранах и способен поглощать световую энергию, концентрировать её в виде энергии возбуждения электронов, которая затем передается первичному акцептору электрон-транспортной цепи. Далее,

в ходе первичных процессов образуются продукты световой стадии фотосинтеза, используемые растением для фиксации углекислого газа, восстановления нитратов, сульфатов, биосинтеза белка, липидов и т.д.

В свою очередь, эти важнейшие процессы растительного организма определяют не только рост и развитие растений в течение вегетации, но и конечную их продуктивность.

Закономерности связи процессов ассимиляции с урожайностью растений оформлены в так называемую теорию фотосинтетической продуктивности, которая была представлена А.А.Ничипоровичем на XV Тимирязевских чтениях в 1954 году (Ничипорович А.А., 1954). Свое развитие эта теория нашла в дальнейших работах исследователей (Ничипорович А.А., 1988; Тарчевский И.А. и др., 1981; Мокроносов А.Т., 1983; Кумаков В.А., 1982; Evans Е.Н., 1971; Sabo М., 2002; Коф Э.М. и др., 2004; Мокроносов А.Т. и др., 2006; Chikov V., 2006; Нешин И.В. и др., 2008; Шимко И.В. и др., 2009).

Основным источником энергии для фотосинтетических процессов является свет. Активность фотосинтетического аппарата (интенсивность фотосинтеза) напрямую зависит от интенсивности света (Мокроносов А.Т. и др., 2006).

Зеленые растения, их пигмент-белковые комплексы хлоропластов, поглощают только видимую часть спектра электромагнитных излучений (Рубин А.Б., 2002), которая находится в пределах 400-750 нм. Хлорофиллы и каротиноиды, структурно организованные в мембранах, способны перекрывать этот диапазон, что наглядно видно на графике коэффициента отражения (поглощения) флаг-листа озимой пшеницы (Ерошенко Ф.В., 2010).

Та часть спектра приходящей солнечной радиации, которая используется растениями для фотосинтеза, называется фотосинтетически активной радиацией (ФАР) (Рубин А.Б., 2002).

Как уже отмечалось, базовый показатель фотосинтетической продуктивности связан с площадью ассимиляционной поверхности, которая характеризует физические размеры органов растений, поглощающих приходящую

солнечную радиацию. Характеристикой, отражающей размеры ассимиляционного аппарата и время его активного функционирования в течение вегетации, является Поверхностный Фотосинтетический Потенциал (ПФСП). Характеристика, отражающая эффективность работы ассимиляционной поверхности в течение вегетации – Чистая Продуктивность Фотосинтеза (ЧПФ). Этот показатель представляет собой биомассу растений, которую нарабатывает посев с определенной площадью фотосинтетического аппарата за сутки.

Различные фотосинтетические органы растений, в случае с озимой пшеницей – это листья, стебли и колосья, имеют неодинаковое количество хлорофилла, к тому же, в течение вегетации оно существенно меняется. Поэтому считается, для более точной характеристики фотосинтетической продуктивности все показатели рассчитываются по содержанию хлорофилла (Андрианова Ю.Е., Тарчевский И.А., 2000), среди которых: относительное содержание хлорофилла в органах растений (в единице биомассы и в единице площади ассимиляционной поверхности), абсолютное содержание хлорофилла (в органе, в растении, в растениях с единицы площади посева), Хлорофилловый Фотосинтетический Потенциал (ХФСП), Чистая Продуктивность Фотосинтеза (ЧПФ), рассчитанная по содержанию хлорофилла (Ерошенко Ф.В., Дуденко Н.В., 2016).

В работе Н.В.Барбасова (2018) установлено, что самая большая урожайность зерна ярового ячменя (72,5 ц/га) отмечена на варианте, где получены наибольшие значения показателей фотосинтетической продуктивности (площадь листовой поверхности – 16,7-89,0 тыс. м²/га, листовой фотосинтетический потенциал за период от начала весенней вегетации до молочно-восковой спелости – 0,46-1,41 млн м² сут./га). Следует отметить, что в данном опыте изучалось влияние комплексных органоминеральных удобрений на особенности фотосинтетической деятельности и урожайность посевов ярового ячменя.

При изучении фотосинтетической деятельности различных сортов томатов в тепличных условиях (открытый грунт, внесение навоза 0,5 кг/м²)

К.З.Г.Гасановой с соавторами (2017) установлено, что самые урожайные сорта (Толстой и Волгоград) обладали самыми высокими показателями ассимиляционной активности (содержание хлорофилла *a*, *b*, каротиноидов, активность фотосистемы II).

Аналогичные результаты были получены в опытах Г.П.Федосеева (2015) при изучении активности фотосинтетического аппарата у растений 15 сортов топинамбура методами ИК газометрии и РАМ флуореметрии. Полученные результаты исследований было предложено использовать в селекционном процессе.

В работе Э.А.Смирновой с соавторами (2011) показано, что существует связь между зерновой продуктивностью овса и показателями фотосинтетической продуктивности. А в опытах М.К.Скрипниковой с соавторами (2012) такая закономерность отмечена у яблонь.

В.А.Тильба, В.Т.Синеговская (2012), изучая влияние симбиотической азотфиксации на фотосинтетическую деятельность сои сорта Гармония, установили благоприятное влияние гумата натрия, штаммов клубеньковых бактерий, соли молибдена и аммофоса на размеры и количество клубеньков, а также на величину ассимиляционного аппарата растений и время его активного функционирования. Было показано, что при этом между фотосинтетической продуктивностью сои и урожайностью существует положительная корреляционная связь.

В работах В.А.Кумакова (1982), Ю.Е.Андриановой и И.А.Тарчевского (2000), Ф.В.Ерошенко (2011, 2006), В.И.Нешина, с соавторами (2008) и многих других показана связь урожайности зерна озимой пшеницы с фотосинтетической продуктивностью растений. Авторами указывается, что более высокая продуктивность посевов этой культуры отмечается на вариантах, у которых высокие значения площади ассимиляционной поверхности, количества хлорофилла (*a* и *b*), Поверхностный фотосинтетический потенциал, Хлорофилловый фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, рассчитанная как по площади фотосинтезирующей поверхности, так и по

количеству хлорофилла. Кроме того, отмечается, что в случае с большей урожайностью зерна наблюдается более высокая активность первичных процессов фотосинтеза.

Следует отметить, что процессы фотосинтеза оказывают большое влияние не только на конечную урожайность зерна озимой пшеницы, но и на его качество (Нешин И.В. и др., 2008; Мясоедова С.С., 2004; Бильдиева Е.А., 2008; Ерошенко Ф.В., 2006; Бархатаво О.А., 2008; Ерошенко Ф.В., Петрова Л.Н., 2011). Отмечается, что, как правило, у растений с более высокой активностью фотосинтетической деятельности формируется более качественное зерно. Это объясняется тем, что, во-первых, синтез запасных белков высококачественного зерна требует больше энергии (Труфанов В.А., 1999; Gupta R. et al., 1996; Varneix A., 2007), которая запасается в ходе фотосинтетических реакций. Во-вторых, лучшие качественные показатели отмечаются в случае с хорошей обеспеченностью растений азотом. Известно, что динамика содержания в растениях озимой пшеницы этого элемента минерального питания в онтогенезе идет параллельно количеству в них хлорофилла (Андрианова Ю.Е., Тарчевский И.А., 2000).

Таким образом, фотосинтетическая продуктивность растений напрямую связана с конечной их урожайностью. Кроме того, посевы озимой пшеницы с более высокой ассимиляционной активностью способны формировать высококачественное зерно. Поэтому изучение особенностей фотосинтетической деятельности озимой пшеницы в зависимости от тех или иных технологических приемов выращивания позволяет раскрыть механизмы их влияния на продукционный процесс растений. Результаты таких исследований могут быть научной основой разработки новых технологических приемов выращивания, позволяющих повысить как урожайность зерна, так и улучшить его качество.

1.3. Азотное питание растений озимой пшеницы

Валентин Васильевич Агеев и Анатолий Иванович Подколзин (2005, том 1, страница 115) писали: «Значимость азота для растений заключается в его участии в белковом обмене, углеводном обмене, фотосинтезе, энергетическом обмене, передаче наследственных свойств организма, поскольку через нуклеиновые кислоты воспроизводится синтез белковых молекул у потомства». Это является физиологическим базисом для разработки систем удобрений сельскохозяйственных культур в общем (Агеев В.В., 2011, Есаулко А.Н., 2006; Есаулко А.Н. и др., 2010; Есаулко А.Н., Касаткина А.О., 2019) и азотного питания, в частности (Агеев В.В., Подколзин А.И., 2005; Есаулко А.Н. и др., 2011; Кулинцев и др., 2013, 2014, 2015).

Азотное питание озимой пшеницы – комплекс важнейших процессов, протекающих в растительном организме и позволяющих не только сформировать урожай зерна, но и его качество (Пучков Ю.М. и др., 1988; Нешин И.В. и др., 2008). От условий азотного питания зависит полноценность функционирования всех физиологических процессов. Следует отметить, что эффективность питания зависит не только от обеспеченности посевов азотом, но и другими макро- и микроэлементами, а также влагообеспеченности. Немаловажную роль в сбалансированности питания растений, когда в производстве используются технологии, отличающиеся высокой интенсивностью, играют физиологически активные вещества (Кулинцев В.В. и др., 2016). Как было показано выше, использование таких уходовых мероприятий позволяет улучшить азотный статус растений. Поэтому изучение особенностей азотного питания при использовании органоминеральных удобрений позволяет дать научную основу их использования для разработки методов управления ходом формирования урожая и качества зерна озимой пшеницы.

Важность азотного питания для формирования урожая озимой пшеницы демонстрируют результаты исследований Н.Т.Ниловской (2008). Полученные данные свидетельствуют о том, что для условий Центральной Черно-

земной части России на дерново-подзолистых почвах применение азотных удобрений (по мнению автора дозы 60 и 120 кг/га по действующему веществу наиболее эффективны) способны стабилизировать получение урожайности порядка 41-49 ц/га, не зависимо от погодных условий года.

В работе В.В.Конончука и М.В.Бородули (2012) при изучении влияния обеспеченности растений азотом на различных предшественниках на урожайность и качество зерна озимой пшеницы было установлено, что близкую к расчетно-максимальной урожайность (до 6 т/га) посевы формировали после многолетних бобовых трав при запасах нитратного азота в почве не менее 75-100 кг/га, что составляет примерно 60% вынесенного азота. А на бобово-злаковом предшественнике близкая к максимальной урожайность (до 5,5 т/га) формировалась в условиях более высокой обеспеченности растений азотом (до 125 кг/га). Такое количество составляло примерно 80% от общего выноса посевом этого элемента минерального питания.

Результаты приведенных исследований, в том числе, говорят, что не весь азот, накопленный в урожае зерна, в генеративный период поступает из почвы. Важное место в формировании зерна занимает азот, поступивший из органов растений озимой пшеницы в процессе реутилизации (Пасынкова Е.Н., 2014; Макрушин Н.М. и др., 2017). Причем интенсивность этого процесса не усиливает недостаток почвенного азота. Так в работе Е.Н.Пасынковой (2010) было показано, что при выращивании яровой пшеницы в совместных с викой посевах применение более высоких доз азотных удобрений (60 и 90 кг/га по действующему веществу) усиливает отток ранее накопленных веществ, содержащих этот элемент минерального питания, из органов растений в зерно.

В работе Л.Н.Петровой и Ф.В.Ерошенко с соавторами (Петровой Л.Н. и др., 2006; Ерошенко Ф.В. и др., 2015) было установлено, что степень реутилизации азота зависит как от генотипа, так и от климатических условий. При изучении условий азотного питания озимой пшеницы сортов, различающихся по морфофизиологическим признакам, было показано, что низкорослые сорта в генеративный период для формирования зерна используют больше

почвенного азота, чем высокорослые. А при изучении особенностей азотного питания различных сортов озимой пшеницы в условиях Центральной зоны Краснодарского края и Зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края было установлено, что независимо от генотипа растения в менее благоприятных климатических условиях при наливе зерна используют большее количество ранее накопленных азотистых веществ (реутилизированных).

Следует отметить, что сортовые особенности азотного питания (соотношение доли участия почвенного азота и реутилизированного азота при запасании органических соединений в зерне в генеративный период) проявляются не только у растений озимой мягкой, но и озимой твердой пшеницы (Чапцев А.Н., 2010).

Соотношение двух источников азота (почвенный и реутилизированный) при формировании урожая зерна озимой пшеницы меняется во времени, что обусловлено не только генетическим фактором (современные сорта предполагают использование при их выращивании более интенсивных технологий), но и меняющимся климатом (Ерошенко Ф.В. и др., 2017). Так, на основе анализа многолетних данных (с 80-х годов и до настоящего времени) было установлено, что если более 30 лет назад доля реутилизированного азота в зерне доходила до 80 и даже 90%, то в современных условиях доля почвенного азота выросла и составляет порядка 50-60%.

В той или иной степени, процесс реутилизации можно регулировать с использованием физиологически активных веществ. Так в работе В.А.Исайчава, и др., (2016) при изучении динамики как макро, так и микро-элементов, при использовании различных препаратов (Альбит, Цецеце, Энергия, Террафлекс и др.) было установлено, что такой технологический прием способствует улучшению условий питания растений. Авторами сделан вывод о том, что применение и физиологически активных веществ, и комплексных органоминеральных удобрений активизирует все обменные процессы в растениях и, как следствие, повышает потребность в увеличении поглощения элементов минерального питания.

В работе И.Г.Орловой и Н.А.Галушко (2008) при изучении влияния биологически активных веществ (БАВ), таких как гуматы, янтарная кислота и лигнин на накопление и перераспределение пластических веществ между вегетативными и генеративными органами, было установлено, что этот технологический прием ведет к увеличению аттрагирующей способности колоса растений озимой пшеницы. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что, хотя донорно-акцепторные системы определены генетически, тем не менее, использование биологически активных веществ в технологии возделывания позволяет оказывать на них влияние.

Исследованиями А.Н.Ореховой (2007) установлено, что применение brassinosterоида ЭПИНа в налив зерна способствует повышению содержания азота в побеге почти на 15%, при этом увеличивается доля реутилизированного азота в зерне озимой пшеницы на 12%. Так, если на контрольном варианте количество азота, поступившего за генеративный период в зерновку, оценивалось величиной 61%, а повторно использованного из органов растений всего 39%, то на варианте с brassinosterоидом ЭПИН в налив зерна эти величины составили 56,4 и 43,6% соответственно.

Таккак условия азотного питания оказывают влияние на процессы, определяющие формирование качества зерна озимой пшеницы, то применение физиологически активных веществ может быть использовано в качестве элемента технологии способного в той или иной степени управлять ими. Так в работе И.В.Нешина с соавторами (2008) показано, что применение рексолина и лигногумата на посевах озимой пшеницы на IV этапе органогенеза (весеннее кущение) увеличивало количество сырой клейковины в зерне почти на 3 абсолютных процента, хотя при этом ее качество несколько ухудшилось (показания ИДК увеличилось на 11 единиц). В колошение (VIII этап органогенеза) наилучшие результаты показали обработки посевов альбит – количество сырой клейковины увеличилось на 2,2%. Кроме того, в работе показано, что биологически активные вещества способны улучшать качественные показатели зерна озимой пшеницы даже при их использовании в

конце генеративного периода. Так, совместное применение альбита и лигногумата на XI этапе органогенеза повышает количество сырой клейковины в зерне на 2,3%.

Таким образом, литературные данные свидетельствуют о том, что использование физиологически активных веществ в технологии выращивания озимой пшеницы оказывает влияние на азотное питание растений. Улучшая обменные процессы, они активизируют накопление азотистых веществ, а затем и перераспределение их между вегетативными и генеративными органами. Как результат, использование физиологически активных веществ способствует не только увеличению урожайности зерна озимой пшеницы, но и улучшению его качества. К сожалению, в литературе встречаются лишь единичные работы, посвященные изучению особенностей азотного питания растений при использовании комплексных физиологически активных веществ. Такие исследования необходимы, так как они дадут возможность раскрыть некоторые механизмы влияния органоминеральных удобрений на особенности азотного питания, что позволит дать научное обоснование разработке новых технологических приемов возделывания озимой пшеницы, позволяющих получать не только более высокие урожаи зерна, но и улучшать его качество.

ГЛАВА 2

УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Общие условия и характеристика места проведения исследований

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет». В период с 2015 по 2018 годы на территории ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» были заложены опыты, на которых проводились исследования. Объектами исследований были посевы озимой пшеницы сорта Багира.

Сорт озимой мягкой пшеницы Багира создан в ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр». Внесен в Госреестр в 2013 году. При создании сорта Багира были использованы следующие генотипы: Скифянка, Альбатрос одесский и Украинка одесская. Разновидность – erytrospermum. По срокам созревания относится к среднеранним сортам. Засухо- и жаростойкость повышенная, морозостойкость – выше среднего. Устойчив ко многим болезням. Сорт по качеству зерна относится к ценным пшеницам. Обладает высокой отзывчивостью к улучшению азотного питания.

Для проверки полученных результатов в условиях производства, в хозяйствах, расположенных в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края, были заложены опыты по изучению влияния комплексных физиологически активных веществ на урожайность и качества зерна озимой пшеницы. В технологии возделывания на этих опытах были использованы различные сорта, предшественники и уровни минерального питания.

Опытное поле ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» находится в III почвенно-климатической зоне Ставропольского края (зона неустойчивого увлажнения). В большинстве своем, в зоне преобладают черноземы обыкновенные, типичные мицеллярно-карбонатные и выщелоченные (Куприченков

М.Т., Петров Л. Н., 1984). Водный режим почвы в зоне неустойчивого увлажнения характеризуется периодическим промыванием, глубина которого доходит до 2 метров (в отдельные годы – более 2 метров). Как следствие, почвы опреснены на достаточно большую глубину.

Мощность гумусного горизонта 111 см. Содержание гумуса в пахотном слое почвы составляет 4,2-4,5%. Реакция водного раствора близка к нейтральной: рН=6,9-7,1 (Куприченков М.Т. и др., 2002).

Черноземы зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края характеризуются объемной массой почвы, которая близка к оптимальной для основных сельскохозяйственных культур (1,09-1,17 г/см³). Следует отметить, что почвы III почвенно-климатической зоны обладают высокой пористостью (55-57%) и хорошими водно-физическими свойствами.

Почва опытного участка ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» представлена черноземом обыкновенным среднемощным слабогумусированным тяжелосуглинистым, сформировавшимся на лессовидных карбонатных суглинках.

Перед закладкой опыта содержание в почве азота составляло 10,3 мг/кг, фосфора 31,0 мг/кг и калия 310,0 мг/кг (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание элементов минерального питания в пахотном слое почвы, мг/кг

Предшественник	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пар	10,3	31,0	310,0

2.2. Метеорологические условия

Метеорологические условия в годы проведения исследований в целом были типичными для зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Экстраординарных погодных явлений за период с 2015 по 2018 годы не от-

мечено. В то же время, метеоусловия в годы проведения исследований характеризовались своими особенностями (рисунки 1 и 2).

Температурный режим 2015-2016 года в среднем был теплее климатической нормы на $2,3^{\circ}$, что составляет 24,1%. Превышение среднемноголетней температуры в основном пришлось на период с начала возобновления весенней вегетации до трубкования озимой пшеницы – февраль, март и апрель (превышение составило $5,8$, $2,5$ и $10,4^{\circ}$ соответственно).

Преимущество по теплообеспеченности растений озимой пшеницы в 2015-2016 году отмечалось в период сева, окончания осенней вегетации и начала зимнего периода – сентябрь, ноябрь и декабрь (на $3,5$, $2,9$ и $1,9^{\circ}$ соответственно). Температурный режим периода созревания зерна и уборки урожая был близок к климатической норме.

В среднем за 2015-2016 сельскохозяйственный год количество осадков превысило среднемноголетнее значение на 73,5 мм или на 13,1%. Тем не менее, перед севом и в начале роста и развития озимой пшеницы – август, сентябрь и октябрь отмечалась засуха с недобором осадков в 28, 32 и 9 мм соответственно. Положение с влагообеспеченностью посевов улучшили осадки ноября, декабря и января, когда их количество превысило климатическую норму на 12, 53 и 22 мм или на 27, 146 и 81% соответственно. Благоприятным по влагообеспеченности был и генеративный период. Так, в мае и июне количество выпавших осадков превысило среднемноголетние значения на 54 и 90%, а в июне оставалось на уровне климатической нормы.

В среднем за 2016-2017 год температура воздуха в районе проведения исследований была близка к норме – $9,4^{\circ}$ (климатическая норма $-9,5^{\circ}$). Ниже среднемноголетних значений более чем на 2° температура отмечалась в октябре и декабре – на $2,7$ и $3,5^{\circ}$ соответственно. Март месяц в 2017 году был на $2,2^{\circ}$ теплее климатической нормы. Кроме того, август 2016 и июль 2017 гг. были теплее обычного на $2,5$ и $1,4^{\circ}$ соответственно. Остальные месяцы 2016-2017 сельскохозяйственного года по температуре воздуха были сравнимы с климатической нормой.

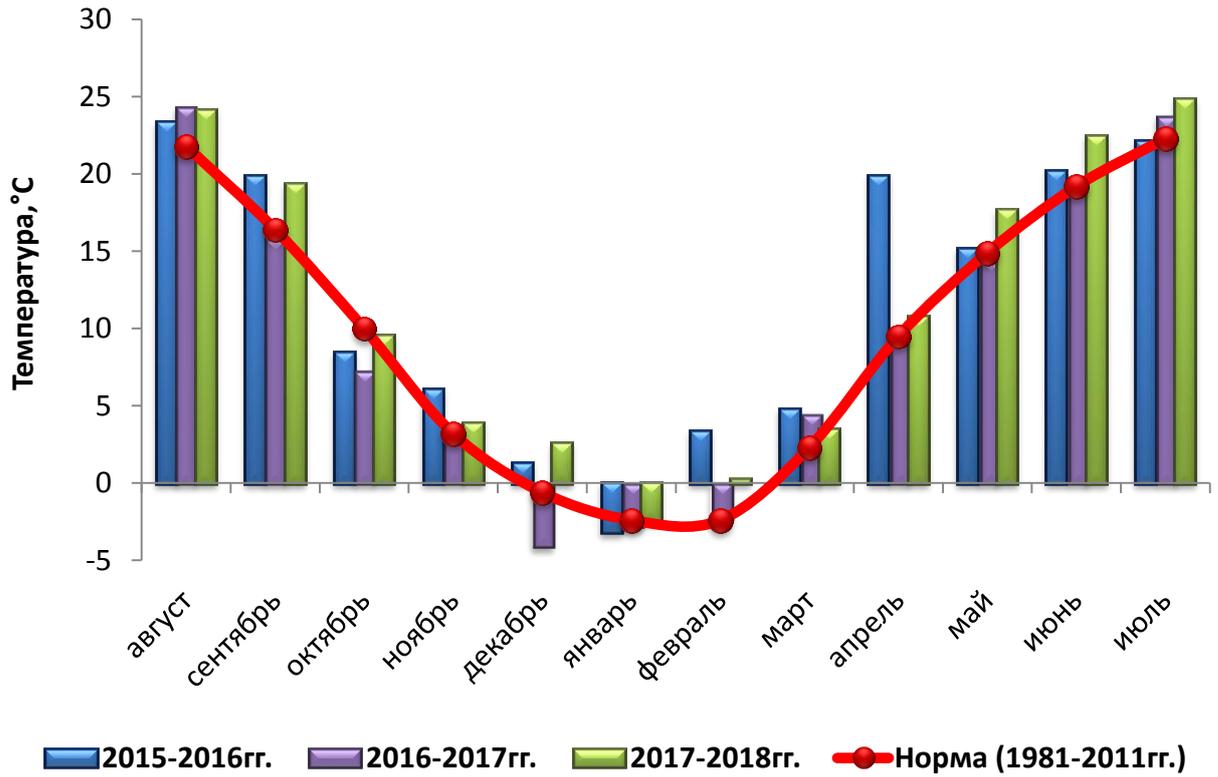


Рисунок 1 – Температура воздуха в годы проведения исследований

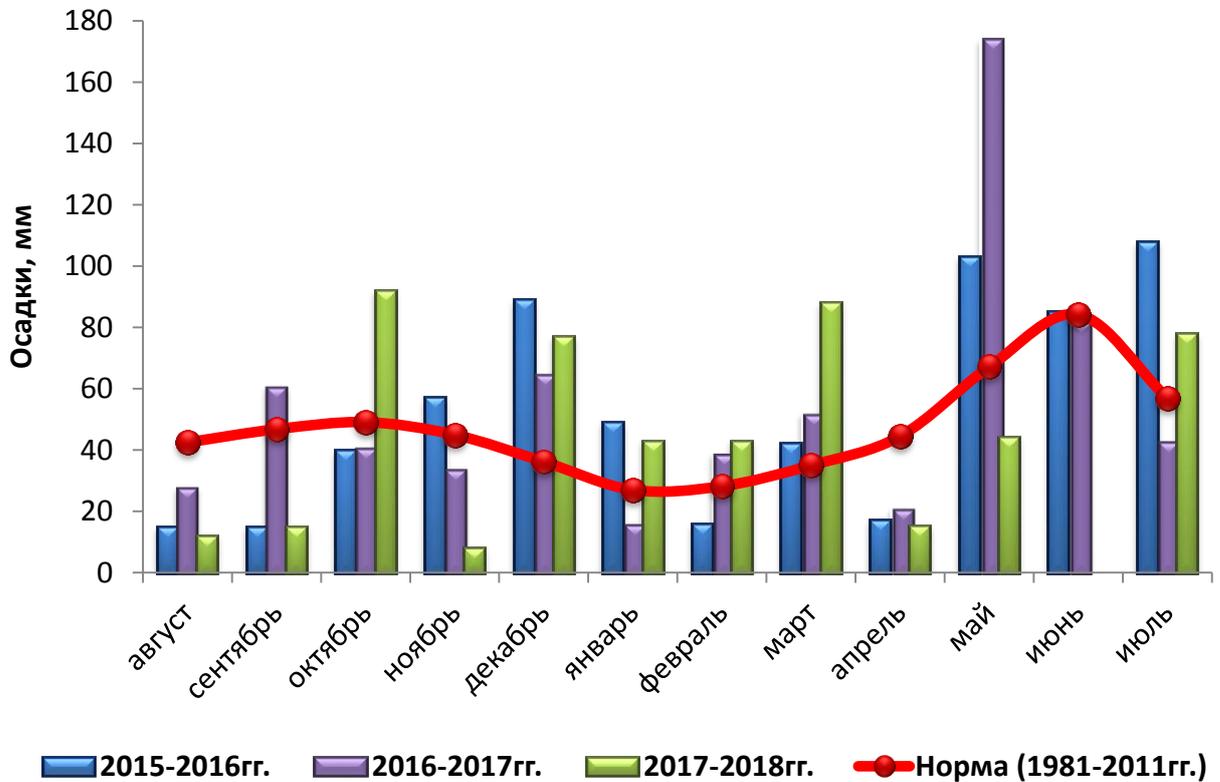


Рисунок 2 – Количество осадков в годы проведения исследований

За 2016-2017 гг. в среднем выпало осадков на 93,5 мм или на 16,6% больше среднемноголетнего. Тем не менее, перед севом озимых культур в августе 2016 года отмечался их дефицит, который составил 34,1%. Сентябрьские осадки (на 14 мм больше нормы) улучшили ситуацию на озимом поле. Затем в октябре и ноябре наблюдался недобор осадков в 16,5 и 24,4%. В декабре, феврале и марте количество осадков превышало климатическую норму на 79,6, 38,3 и 48,6% соответственно. Поэтому в ранневесенний период растения озимой пшеницы были в достаточной степени обеспечены влагой. Апрельский дефицит осадков в 52,8% существенно не повлиял на рост и развитие озимых культур, так как, во-первых, он был не настолько велик, чтобы нивелировать предшествующие (декабрьские, февральские и мартовские) осадки, а во-вторых, дожди, прошедшие в мае, когда отмечалось превышение климатической нормы на 159,3%, значительно сократили этот недобор.

Температурный режим 2017-2018 сельскохозяйственного года был теплее климатической нормы – среднегодовая температура воздуха была на 1,9° или на 20% выше среднемноголетнего. Среднемесячная температура ниже среднемноголетнего отмечалась только в октябре 2017 и в январе 2018 года (на 0,4 и 0,1° соответственно). В остальные месяцы наблюдалось превышение температурного режима на 0,7-3,3°. Период с повышенными температурами воздуха (на 1,2-3,3°) начался в феврале месяце и продолжился до июля.

Сев озимых культур в 2017 году проводили в иссушенную почву, так как в августе и сентябре отмечался недобор осадков, который составил 71,8 и 67,9% от климатической нормы соответственно. Октябрьские дожди, количество которых составило 92 мм, что больше среднемноголетнего на 87,4%, существенно улучшили положение. С декабря 2017 по март 2018 года интенсивные осадки (на 113, 59, 53 и 151% больше нормы в декабре 2017, январе, феврале и марте 2018 года соответственно) позволили посевам накопить достаточное количество влаги в почве, которой хватило на засушливый период с апреля по июнь (недобор осадков составил 34-100%).

Таким образом, годы проведения исследований характеризовались за-

сушливыми периодами перед посевом, достаточно хорошей влагообеспеченностью в осенний период роста и развития растений, мягкими зимами и ранним возобновлением весенней вегетации (в 2016 году – 25 февраля, в 2017 году 3 марта, в 2018 году – 12 марта при норме 28-29 марта). Весенне-летний период 2016 года был теплым и влажным, 2017 года – оптимальный по температуре и с большим количеством осадков, а 2018 год – умеренно засушливый.

2.3. Схема опыта

Для проведения исследований по изучению особенностей формирования урожая и качества зерна озимой пшеницы при использовании комплексных физиологически активных веществ были выбраны следующие препараты:

1. Райкат Старт
2. Аминокат 10%
3. Атланте Плюс
4. Нутривант Зерновой.

Состав препаратов следующий:

РАЙКАТ СТАРТ:

- Азот (N) 4%;
- Фосфор (P_2O_5) 8%;
- Калий (K_2O) 3%;
- Железо (Fe) (Хелат) 0,1%;
- Цинк (Zn) (Хелат) 0,02%;
- Бор (B) 0,03%;
- Свободные аминокислоты 4%, в т.ч.:
 - Глутаминовая кислота 0,96%,
 - Лизин 0,48%,

- Полисахариды 15%, в т.ч.:
 - Альгинаты 0,33%
 - Ламинаран 0,18%
- Цитокинины 0,05%

АМИНОКАТ 10%:

- Азот (N) 3%;
- Фосфор (P_2O_5) 1%;
- калия (K_2O) 1%;
- свободные аминокислоты 10%, в т.ч.:
 - Глутаминовая кислота 2,4%;
 - Лизин 1,4%;
 - Глицин 1,2%.

АТЛАНТЕ ПЛЮС:

фосфорно-калийное удобрение с содержанием салициловой кислоты и бетаинов (Фосфор – 18%, Калий – 16%).

НУТРИВАНТ ПЛЮС ЗЕРНОВОЙ:

$6N + 23P + 35K + 1MgO + 0,1B + 0,2Mn + 0,2Zn + 0,2Cu + 0,05Fe + 0,002Mo +$
Фертивант

После анализа литературных источников и рекомендаций производителей было принято решение использовать Райкат Старт для предпосевной обработки семян в дозе 0,5 л/т, Аминокат 10% – в фазу весеннего кущения в качестве некорневой подкормки в дозе 0,3 л/га, Атланте Плюс – как некорневая подкормка в колошение в дозе 0,5 л/га, Нутривант Зерновой – так же как некорневая подкормка в период налива зерна в дозе 2 кг/га.

Для того чтобы уменьшить до минимума влияние таких факторов, как минеральное питание и влагообеспеченность посевов было решено в качестве предшественника выбрать пар с применением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ под предпосевную культивацию.

Кроме того, в схему опыта вошли варианты с совместным применением выбранных комплексных физиологически активных веществ. Общая схема опыта представлена в таблице 2. Повторность опыта 3-х кратная, площадь каждой делянки 26 м². Общая площадь опыта 0,2 га. Размещение делянок – систематическое.

Таблица 2 – Схема опыта

№ варианта	Фаза обработки			
	семена	весеннее кушение	колошение	налив зерна
1	Контроль (без обработок)			
2	Райкат Старт (0,5 л/т			
3		Аминокат 10% (0,3 л/га)		
4			Атланте Плюс (0,5 л/га)	
5				Нутривант Зерновой (2 кг/га)
6	Райкат Старт (0,5 л/т	Аминокат 10% (0,3 л/га)		
7	Райкат Старт (0,5 л/т		Атланте Плюс (0,5 л/га)	
8	Райкат Старт (0,5 л/т			Нутривант Зерновой (2 кг/га)
9		Аминокат 10% (0,3 л/га)	Атланте Плюс (0,5 л/га)	
10		Аминокат 10% (0,3 л/га)		Нутривант Зерновой (2 кг/га)
11			Атланте Плюс (0,5 л/га)	Нутривант Зерновой (2 кг/га)
12	Райкат Старт (0,5 л/т	Аминокат 10% (0,3 л/га)	Атланте Плюс (0,5 л/га)	
13	Райкат Старт (0,5 л/т	Аминокат 10% (0,3 л/га)	Атланте Плюс (0,5 л/га)	Нутривант Зерновой (2 кг/га)

Технология выращивания – обычная для зоны.

2.4. Методы проведения исследований

Для решения поставленных задач в опытах изучали:

1. Показатели роста и развития растений озимой пшеницы:
 - 1.1. количество растений;
 - 1.2. количество стеблей;
 - 1.3. коэффициент кущения;
 - 1.4. высота растений;
 - 1.5. накопление биомассы.
2. Фотосинтетическая продуктивность растений:
 - 2.1. количество хлорофилла в органах растений;
 - 2.2. хлорофилловый фотосинтетический потенциал (ХФСП);
 - 2.3. чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ);
3. Азотное питание растений:
 - 3.1. содержание азота в органах растений;
 - 3.2. активность нитратредуктазы;
 - 3.3. вынос азота;
 - 3.4. реутилизация азота.
 - 3.5. оценка источников азота для формирования зерна.
4. Структура урожая:
 - 4.1. урожай зерна с 1 м²;
 - 4.2. урожай биомассы с 1 м²;
 - 4.3. урожай зерна с 1 колоса;
 - 4.4. озерненность колосьев;
 - 4.5. масса 1000 зерен;
 - 4.6. количество продуктивных стеблей.
 - 4.7. коэффициент хозяйственной эффективности ($K_{хоз}$).
5. Показатели качества зерна:
 - 5.1. количество сырой клейковины;
 - 5.2. содержание белка в зерне;
 - 5.3. показания ИДК.

Отборы растительных образцов осуществлялись с 0,25 м² посевов опыта с каждой деланки. Время отборов было привязано к этапам органогенеза озимой пшеницы:

- IV этап органогенеза (весеннее кущение);
- VI этап органогенеза (трубкование);
- VIII этап органогенеза (колошение);
- X этап органогенеза (формирование зерновки);
- XI этап органогенеза (молочно-восковая спелость);
- XII этап органогенеза (полная спелость).

В лабораторных условиях производили подсчет количество растений и побегов в снопе, разбирали растения по органам, взвешивали, часть материала нарезали в металлические бюксы для определения коэффициента влажности образцов. Для этого бюксы взвешивали, помещались в сушильный шкаф и выдерживали при температуре 110° в течение 24 часов. После сушки бюксы вновь взвешивали и по полученным данным рассчитывали коэффициент влажности, который позволяет вес биомассы пересчитать из сырой в сухую.

Из оставшихся частей разобранных растений формировали объединенные образцы для каждого варианта по органам (листья, стебли, колосья). Для прекращения всех биохимических процессов образцы фиксировали в сушильном шкафу при температуре 110° в течение 15 минут. Затем их выдерживали при температуре 60° до полного высушивания.

Полученные образца измельчали на мельнице и далее использовали для проведения анализов по определению содержания хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и азота.

Определение количество зеленых пигментов в органах растений озимой пшеницы определяли по методике, описанной в работах Ф.В.Ерошенко и Н.В.Дуденко (2016-1, 2016-2). В качестве растворителя использовали этиловый спирт. Для расчёта применяли систему уравнений Винтерманса и Де-

Мотса (Wintermans, De Mots):

$$C_a = 13,70 \cdot D_{665} - 5,76 \cdot D_{649}, (\text{мг/л});$$

$$C_b = 25,80 \cdot D_{649} - 7,60 \cdot D_{665}, (\text{мг/л}).$$

Далее по формуле определяли содержание хлорофилла в 1 г навески:

$$A = (C \cdot V \cdot 100) / P$$

A – содержание пигментов в мг/г сухой биомассы;

V – объем растворителя (этилового спирта) в л;

P – навеска растительного образца в мг.

На основании полученных данных по содержанию хлорофилла в растениях озимой пшеницы рассчитывали основные показатели фотосинтетической продуктивности посевов – Хлорофилловый фотосинтетический потенциал (ХФСП) и Чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ).

Активность ключевого фермента азотного обмена нитратредуктазу определяли по методике Мульдера (Mulder E.G. et al., 1959) в модификации Токарева (Токарев Б.И., 1977). Данный метод основана на том, что некоторое время, достаточное для проведения эксперимента, срезанные органы растений, если поместить их в буферный раствор, продолжают восстанавливать нитраты, причем скорость этого процесса, такая же, что и в живом растении. В условиях темноты и без доступа кислорода (вакуумная фильтрация) восстановление нитратов прекращается, и они переходят в буферный раствор.

Количество нитратов в буферном растворе, накопленных в единицу времени, характеризует активность нитратредуктазы, которая вычисляется по следующей формуле:

$$HPA = \frac{5a}{V \times m \times t}, \text{ где}$$

a – содержание нитратов в буферном растворе с нитратами, которое определяется спектрофотометрически, мкМ;

V – объем раствора, мл;

m – навеска растительного образца, г;

t – время инкубирования, ч;

Определение количества общего азота в органах растений озимой пшеницы проводили в растительных образцах после мокрого озоления фотокolorиметрическим способом по методике В.Т.Куркаева с соавторами (1977).

Технологическое качество зерна определяли согласно ГОСТу Р52554-2006. Основные качественные показатели:

- стекловидность зерна, % – (ГОСТ 10987);
- содержание белка, % – (ГОСТ 13586.1);
- содержание клейковины, % – (ГОСТ 13586.1);
- показания ИДК, отн. ед. – ГОСТ 13586.1.

Учет урожайности зерна озимой пшеницы проводили прямым комбайнированием и биологическим способом. Структуру урожая определяли по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985).

Математическую и статистическую обработку полученных результатов проводили методами дисперсионного и корреляционного анализа (Доспехов Б.А., 1979, Quinn, Keough, 2002) на персональном компьютере. В работе было использовано следующее программное обеспечение: ArgStat, Statistica 6.0, Microsoft Office 2007.

ГЛАВА 3

ОСОБЕННОСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Фотосинтетическая деятельность сельскохозяйственных культур является одним из важнейших факторов, определяющих их урожай. Существует прямая связь между фотосинтезом и урожайностью растений (Ничипорович А.А., 1988; Гарчевский И.А. и др., 1981; Кумаков В.А., 1982; Evans E.H., 1971; Sabo M., 2002; Коф Э.М. и др., 2004; Мокроносов А.Т. и др., 2006; Нешин И.В. и др., 2008; Барбасов Н.В., 2018; Смирнов А.А., Холманский А.С., 2017; Подлесных Н.В., 2016; Федосеева Г.П. и др., 2015; Chikov V., 2006; Borisev M. et. al., 2012; Makino A., 2010; Long S.P. et. al., 2006). Поэтому изучение особенностей фотосинтетической деятельности растений при действии комплексных физиологически активных веществ очень важно для понимания механизмов их влияния на продукционный процесс посевов озимой пшеницы.

3.1. Содержание хлорофилла

Содержание хлорофилла – основополагающий показатель фотосинтетической продуктивности, характеризующий не только размеры ассимиляционного аппарата, но и эффективность синтетических процессов растений. Во-первых, чем больше концентрация зеленых пигментов, тем более активно они нарабатываются, а, во-вторых, размеры фотосинтетического аппарата определяют какое количество энергии создается, и какое количество ассимилятов будет использовано в различных реакциях.

Наши исследования показали (рисунок 8, таблица 3, приложения 1, 2,

3), что применение комплексных физиологически активных веществ оказывает существенное влияние на содержание зеленых пигментов в органах растений озимой пшеницы. Так, относительное содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы в среднем за вегетацию находилось в пределах 3,03-3,43 мг/г. Следует отметить, что у всех вариантов опыта с использованием комплексных физиологически активных веществ отмечалось большая, по сравнению с контролем, концентрация зеленых пигментов в единице сухой биомассы. Наибольшее увеличение этого показателя наблюдалось на вариантах Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII), Райкат(с) + Аминокат (IV) + Атланте (VIII) и Райкат (с) + Аминокат (IV) + Атланте (VIII) + Нутривант (XI), у которых содержание хлорофилла в растениях в среднем за вегетацию было выше, чем на контроле более чем на 0,31 мг/г. Обращает на себя внимание тот факт, что у всех указанных вариантов присутствовала обработка семян препаратом Райкат Старт и некорневая подкормка в фазу колошения Атланте Плюс. Но если на варианте с применением только Райкат Старт увеличение относительного содержания хлорофилла в среднем за вегетацию относительно контрольного варианта составляло величину 0,30 мг/г, то после применения Атланте Плюс на VIII этапе органогенеза оно оценивалось величиной всего 0,12 мг/г. Поэтому, можно предположить, что основной вклад в повышение относительного содержания хлорофилла в растениях озимой пшеницы в среднем за вегетацию при использовании в технологии возделывания изученных комплексных физиологически активных веществ принадлежит обработке семян Райкат Старт и это превышение составляет 0,30-0,36 мг/г или 9,8-11,8%.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что аналогичная ситуация складывается и при анализе относительного содержания хлорофилла в листьях (таблица 4). Так, при применении в технологии возделывания предпосевной обработки семян препаратом Райкат Старт максимально увеличивается количество зеленых пигментов в листьях растений озимой пшеницы относительно контроля (на 12,9-15,9%).

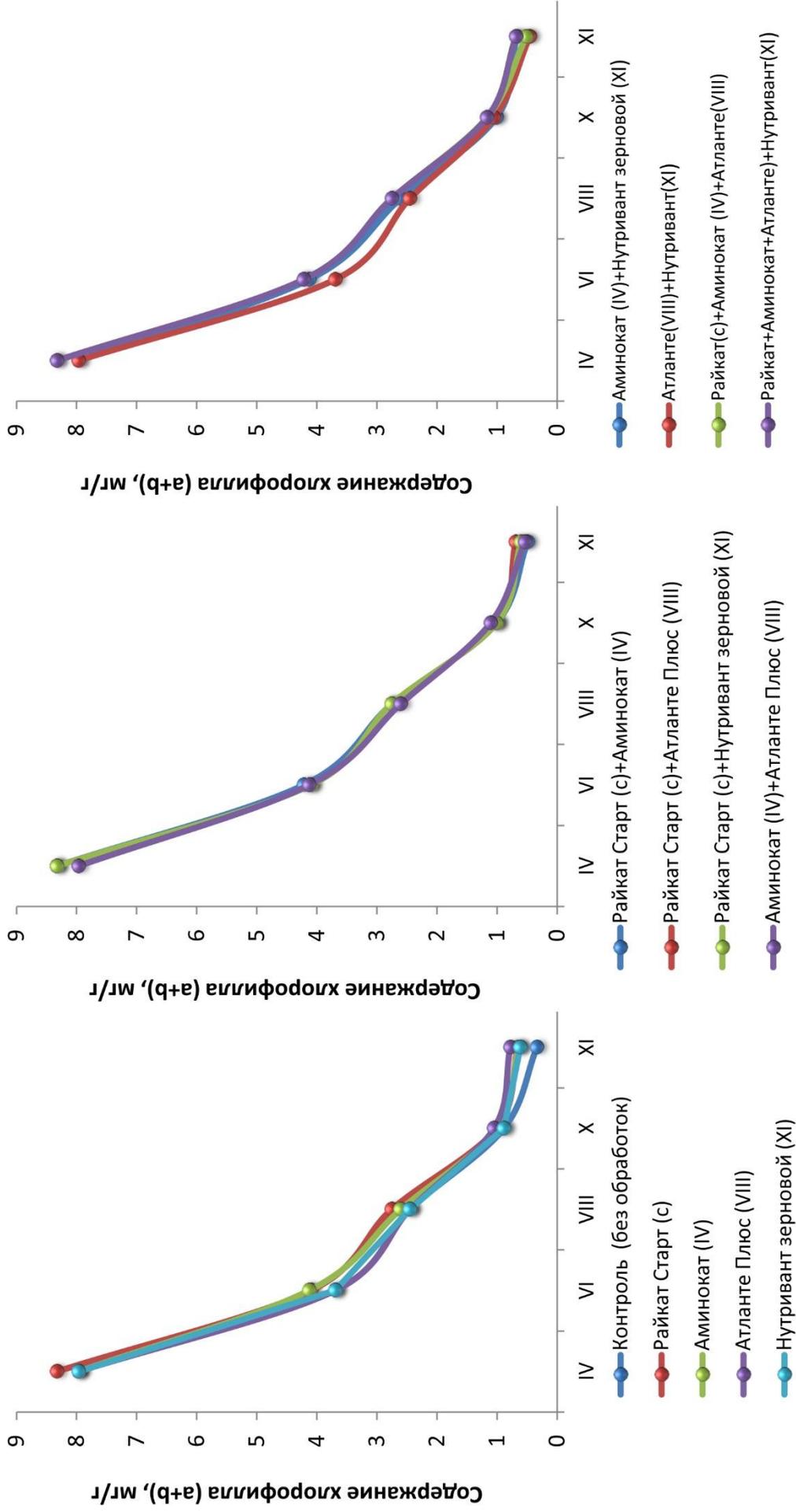


Рисунок 8 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на относительное содержание хлорофилла (a+b) в растениях озимой пшеницы, мг/г. Среднее за 2016-2018гг.

IV, VI, VIII, X и XI – этапы органогенеза.

Таблица 3 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на относительное содержание хлорофилла ($a+b$) в растениях озимой пшеницы, мг/г

Среднее за 2016-2018гг.

№ варианта	Весеннее кушение	Трубкование	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Среднее за вегетацию
1	7,97±0,32	3,69±0,15	2,45±0,1	0,89±0,04	0,34±0,01	3,07±0,12
2	8,33±0,33	4,10±0,16	2,76±0,11	1,01±0,04	0,65±0,03	3,37±0,13
3	7,97±0,32	4,13±0,17	2,61±0,1	1,01±0,04	0,64±0,03	3,27±0,13
4	7,97±0,32	3,69±0,15	2,45±0,1	1,05±0,04	0,78±0,03	3,19±0,13
5	7,97±0,32	3,69±0,15	2,45±0,1	0,89±0,04	0,61±0,02	3,12±0,12
6	8,33±0,33	4,22±0,17	2,75±0,11	1,01±0,04	0,49±0,02	3,36±0,13
7	8,33±0,33	4,10±0,16	2,76±0,11	1,01±0,04	0,69±0,03	3,38±0,14
8	8,33±0,33	4,10±0,16	2,76±0,11	1,01±0,04	0,60±0,02	3,36±0,13
9	7,97±0,32	4,13±0,17	2,61±0,10	1,11±0,04	0,54±0,02	3,27±0,13
10	7,97±0,32	4,13±0,17	2,61±0,10	1,01±0,04	0,67±0,03	3,28±0,13
11	7,97±0,32	3,69±0,15	2,45±0,10	1,05±0,04	0,46±0,02	3,12±0,12
12	8,33±0,33	4,22±0,17	2,75±0,11	1,17±0,05	0,51±0,02	3,40±0,14
13	8,33±0,33	4,22±0,17	2,75±0,11	1,17±0,05	0,69±0,03	3,43±0,14

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Максимальное количество хлорофилла в листьях растений отмечено при использовании всех изученных препаратов – Райкат Старт (с) + Аминокат (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI). Превышение от-

носителем контрольного варианта (без использования комплексных физиологически активных веществ) составило 0,85 мг/г или 16,9%.

Таблица 4 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на относительное содержания хлорофилла ($a+b$) в листьях растений озимой пшеницы, мг/г,

Среднее за 2016-2018гг.

№ варианта	Весеннее кущение	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Среднее за вегетацию
1	7,97±0,32	7,35±0,29	7,53±0,3	2,80±0,11	1,07±0,04	5,34±0,21
2	8,33±0,33	8,38±0,34	7,87±0,31	3,39±0,14	2,18±0,09	6,03±0,24
3	7,97±0,32	7,98±0,32	7,74±0,31	3,51±0,14	2,23±0,09	5,89±0,24
4	7,97±0,32	7,35±0,29	7,53±0,3	3,82±0,15	2,84±0,11	5,90±0,24
5	7,97±0,32	7,35±0,29	7,53±0,30	2,80±0,11	1,94±0,08	5,52±0,22
6	8,33±0,33	8,16±0,33	8,12±0,32	3,66±0,15	1,79±0,07	6,01±0,24
7	8,33±0,33	8,38±0,34	7,87±0,31	3,39±0,14	2,31±0,09	6,05±0,24
8	8,33±0,33	8,38±0,34	7,87±0,31	3,39±0,14	2,01±0,08	6,00±0,24
9	7,97±0,32	7,98±0,32	7,74±0,31	3,86±0,15	1,87±0,07	5,88±0,24
10	7,97±0,32	7,98±0,32	7,74±0,31	3,51±0,14	2,34±0,09	5,91±0,24
11	7,97±0,32	7,35±0,29	7,53±0,3	3,82±0,15	1,66±0,07	5,66±0,23
12	8,33±0,33	8,16±0,33	8,12±0,32	3,99±0,16	1,76±0,07	6,07±0,24
13	8,33±0,33	8,16±0,33	8,12±0,32	3,99±0,16	2,35±0,09	6,19±0,25

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Наилучшие результаты по относительному содержанию хлорофилла в

стеблях при использовании комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы демонстрируют варианты, где применялись Аминакат на IV этапе органогенеза и Атланте Плюс на VIII этапе органогенеза. На таких вариантах прибавка относительно контроля составляет более 18% (таблица 5).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наибольшее увеличение относительного содержания хлорофилла в колосьях отмечается на вариантах с применением Райката Старт – в большинстве случаев, его использование способствует повышению этого показателя в среднем за вегетацию до 20 и более % (таблица 6).

Использование в технологии возделывания озимой пшеницы препарата Нутривант Зерновой на XI этапе органогенеза (молочно-восковая спелость) в наших опытах повышало относительное содержание хлорофилла в органах растений не так сильно, как другие препараты. Тем не менее, такое повышение оценивалось величинами более 3,5%. Если учесть, что обработка посевов Нутривантом Зерновым происходит в самом конце вегетации, когда реакция растений на его применения сильно ограничена по времени, то полученные нами результаты весьма значимы. Они являются таковыми еще и потому, что условия прохождения генеративного периода определяют величину будущего урожая и его качество.

Анализ данных содержания хлорофилла в растениях озимой пшеницы в конце генеративного периода (на XI этапе органогенеза, примерно через 7 дней после обработки Нутривантом Зерновым, когда растения смогли отреагировать на применение препарата) показал, что все варианты нашего опыта превосходили контроль по этому показателю (рисунок 9).

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что применение исследуемых комплексных физиологически активных веществ по отдельности дает максимальное увеличение концентрации зеленых пигментов в растениях озимой пшеницы в конце вегетации.

Таблица 5 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на относительное содержания хлорофилла ($a+b$) в стеблях растений озимой пшеницы, мг/г,

Среднее за 2016-2018гг.

№ варианта	Весеннее кушение	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Среднее за вегетацию
1	-	0,99±0,04	1,08±0,04	0,97±0,04	0,37±0,01	0,68±0,03
2	-	1,01±0,04	1,21±0,05	1,08±0,04	0,70±0,03	0,80±0,03
3	-	1,04±0,04	1,14±0,05	1,14±0,05	0,72±0,03	0,81±0,03
4	-	0,99±0,04	1,08±0,04	1,14±0,05	0,84±0,03	0,81±0,03
5	-	0,99±0,04	1,08±0,04	0,97±0,04	0,67±0,03	0,74±0,03
6	-	1,14±0,05	1,14±0,05	1,07±0,04	0,52±0,02	0,77±0,03
7	-	1,01±0,04	1,21±0,05	1,08±0,04	0,74±0,03	0,81±0,03
8	-	1,01±0,04	1,21±0,05	1,08±0,04	0,64±0,03	0,79±0,03
9	-	1,04±0,04	1,14±0,05	1,13±0,05	0,55±0,02	0,77±0,03
10	-	1,04±0,04	1,14±0,05	1,14±0,05	0,76±0,03	0,82±0,03
11	-	0,99±0,04	1,08±0,04	1,14±0,05	0,49±0,02	0,74±0,03
12	-	1,14±0,05	1,14±0,05	1,18±0,05	0,52±0,02	0,80±0,03
13	-	1,14±0,05	1,14±0,05	1,18±0,05	0,69±0,03	0,83±0,03

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, **IV**, **VIII** и **XI** – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Особенно это наглядно проявляется при некорневых подкормках в колосшение Атланте Плюс, когда содержание хлорофилла в растениях превышало контроль на 130%.

Таблица 6 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на относительное содержания хлорофилла ($a+b$) в колосьях растений озимой пшеницы, мг/г,

Среднее за 2016-2018гг.

№ варианта	Весеннее кушение	Трубкование	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Среднее за вегетацию
1	-	-	1,50±0,06	0,40±0,02	0,15±0,01	0,41±0,02
2	-	-	1,80±0,07	0,44±0,02	0,28±0,01	0,50±0,02
3	-	-	1,58±0,06	0,43±0,02	0,27±0,01	0,46±0,02
4	-	-	1,50±0,06	0,45±0,02	0,34±0,01	0,46±0,02
5	-	-	1,50±0,06	0,40±0,02	0,28±0,01	0,44±0,02
6	-	-	1,69±0,07	0,45±0,02	0,22±0,01	0,47±0,02
7	-	-	1,80±0,07	0,44±0,02	0,30±0,01	0,51±0,02
8	-	-	1,80±0,07	0,44±0,02	0,26±0,01	0,50±0,02
9	-	-	1,58±0,06	0,47±0,02	0,23±0,01	0,46±0,02
10	-	-	1,58±0,06	0,43±0,02	0,29±0,01	0,46±0,02
11	-	-	1,50±0,06	0,45±0,02	0,20±0,01	0,43±0,02
12	-	-	1,69±0,07	0,49±0,02	0,22±0,01	0,48±0,02
13	-	-	1,69±0,07	0,49±0,02	0,29±0,01	0,49±0,02

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Тем не менее, наиболее стабильным превышение количества зеленых пигментов в растениях по сравнению с контролем в наших опытах демонстрировали варианты с использованием Нутриванта Зернового – превышение

составляет 80-100%.

Содержание хлорофилла (a+b), мг/г

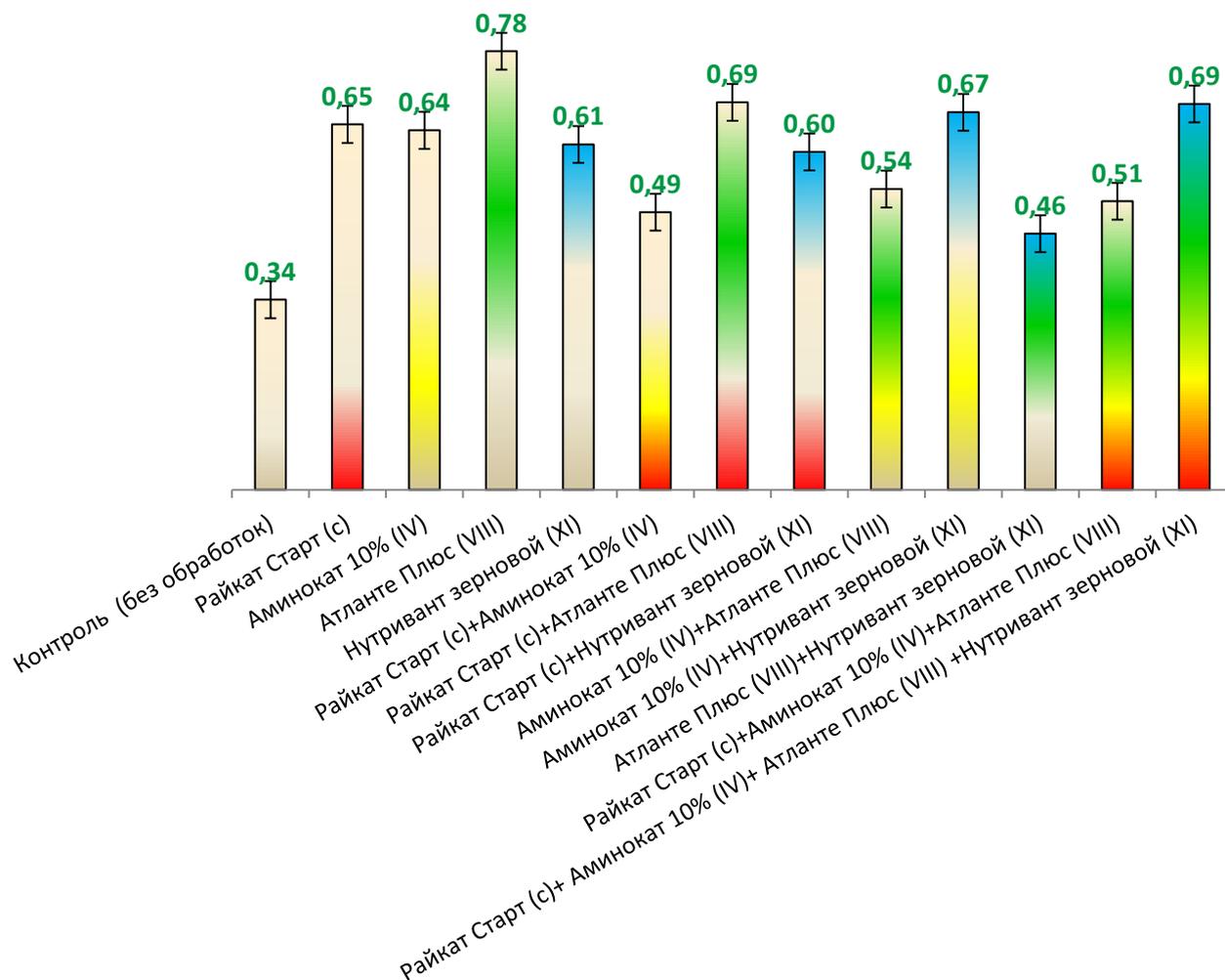


Рисунок 9 – Относительное содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы (налив зерна), мг/г. Среднее за 2016-2018 гг.

Результаты однофакторного дисперсионного анализа – различия значимы для $p < 0,01$, $F = 3,8675$, $F_{критическое} = 2,1479$ (Приложение 14)

Исключение составляет вариант Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI), который по количеству хлорофилла в единице биомассы на XI этапе органогенеза превосходил контроль всего на 34%.

Особенно это наглядно проявляется при некорневых подкормках в ко-

лошение Атланте Плюс (содержание хлорофилла в растениях превышало контроль на 130%). Тем не менее, наиболее стабильным превышение количества зеленых пигментов в растениях в наших опытах демонстрировали варианты с использованием Нутриванта Зернового – превышение составляет 80-100%. Исключение составляет вариант Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI), который по количеству хлорофилла в единице биомассы на XI этапе органогенеза превосходил контроль всего на 34%.

Таким образом, применение комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы способствует увеличению относительного содержания хлорофилла. Наилучшие результаты по количеству зеленых пигментов в среднем за вегетацию показал препарат Райкат Старт (предпосевная обработка семян) как отдельно, так и в сочетании с другими препаратами (превышение по сравнению с контролем составило 0,30-0,36 мг/г или 9,8-11,8%). Наиболее стабильное превышение содержания хлорофилла в растениях в конце вегетации показали варианты с использованием Нутриванта Зернового (превышение составляет 80-100%).

3.2. Фотосинтетический потенциал

Относительное содержание хлорофилла в растениях в полной мере не отражает фотосинтетическую продуктивность посева, так как размеры его ассимиляционного аппарата определяются количеством зеленых пигментов, которое находится в биомассе единицы посевной площади (с 1 м² или 1 га). Такой характеристикой может служить абсолютное содержание хлорофилла (Андрианова Ю.Е., 1998; Kabanova S.N. et. al., 2000; Прядкина Г.А. и др., 2014; Iqbal M. et. al., 2015; Richardson K. et. al., 2016).

Динамика количества зеленых пигментов на 1 квадратном метре посева имеет максимум в колошение (рисунок 10).

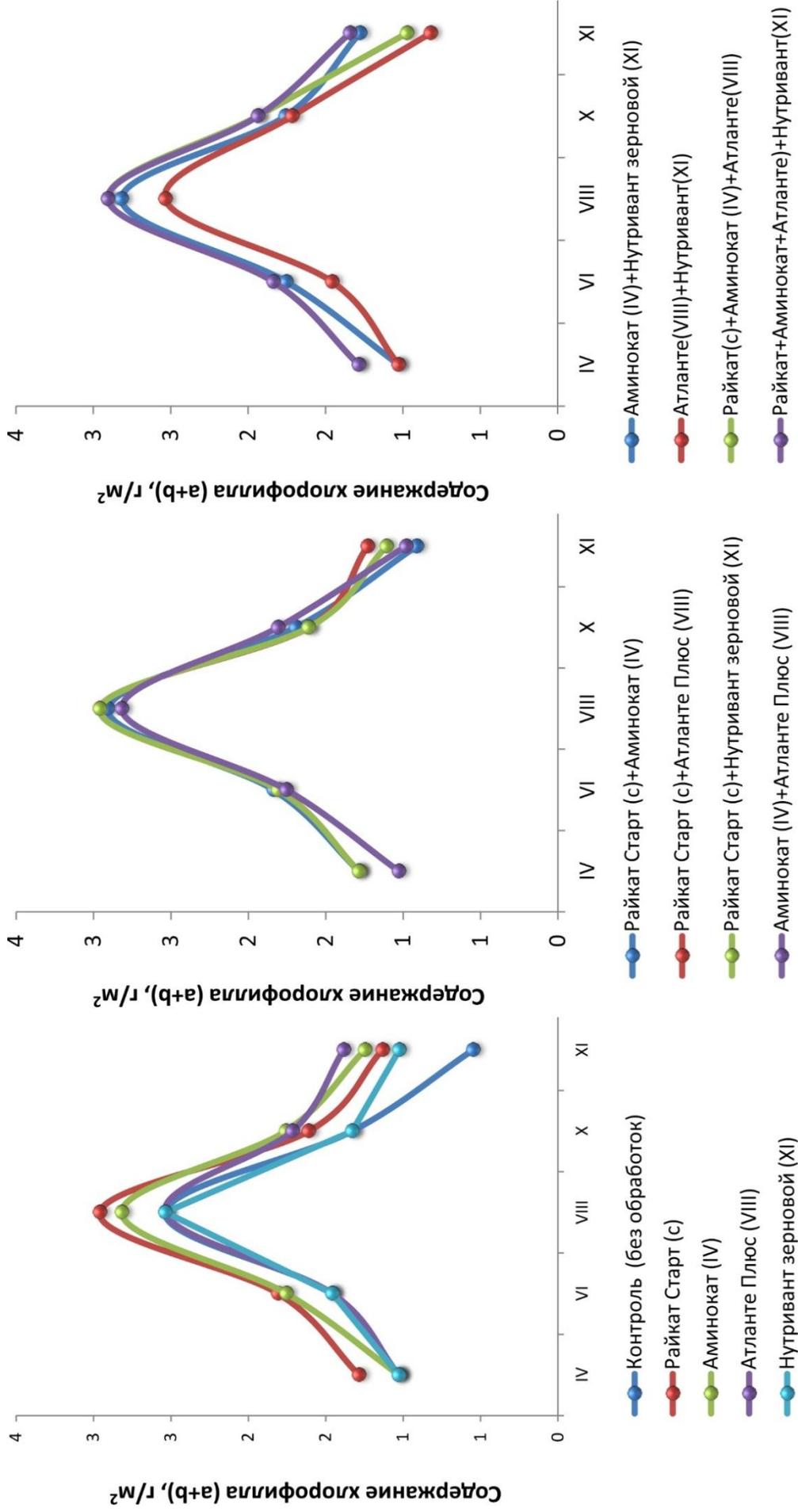


Рисунок 10 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на содержание хлорофилла (a+b) в растениях озимой пшеницы, г/м². Среднее за 2016-2018гг.

IV, VI, VIII, X и XI – этапы органогенеза

Наши исследования показали, что применение комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы способствует увеличению не только относительного содержания хлорофилла в растениях, но и его количества на единице площади посева. Так, наибольшее повышение относительно контроля этого показателя нами отмечено на варианте Райкат (с) + Аминокат (IV) + Атланте (VIII) + Нутривант Зерновой (XI) – 35,0%, а наименьшее – Нутривант Зерновой (XI) – 6,9%.

Полученные результаты вполне объяснимы. Если в первом случае при использовании всех изученных комплексных физиологически активных веществ в течение вегетации создавались самые благоприятные условия для роста и развития растений, то во втором, и это уже отмечалось выше, применение Нутриванта Зернового осуществлялось в самом конце вегетации, поэтому время его действия было самым коротким. Тем не менее, полученные нами результаты очень существенны – превышение над контрольным вариантом составило $0,1 \text{ г/м}^2$ (6,9%).

Для продуктивности сельскохозяйственных культур важную роль играет не только величина фотосинтетического аппарата посева, но и время его функционирования. Характеристикой фотосинтетической деятельности посева, отражающей размеры ассимиляционной поверхности, её изменение в течение вегетации и время активного функционирования, является фотосинтетический потенциал.

Наши исследования показали, что применение комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы оказывает влияние на Хлорофилловый фотосинтетический потенциал (рисунок 11). Наибольшее значение этого показателя нами отмечено при применении всех изученных препаратов Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI) – $162,7 \text{ г/м}^2 \cdot \text{сутки}$. Всего на $2,4 \text{ г/м}^2 \cdot \text{сутки}$ меньше значение Хлорофиллового фотопотенциала на варианте Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII). Наименьшие величины этого показателя были получены на вариантах Нутривант Зерновой

(XI), Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI) и Атланте Плюс (VIII), у которых превышение над контрольным вариантом составило 2,4, 6,5 и 9,4% соответственно.

ХФСП, г/м²·сутки

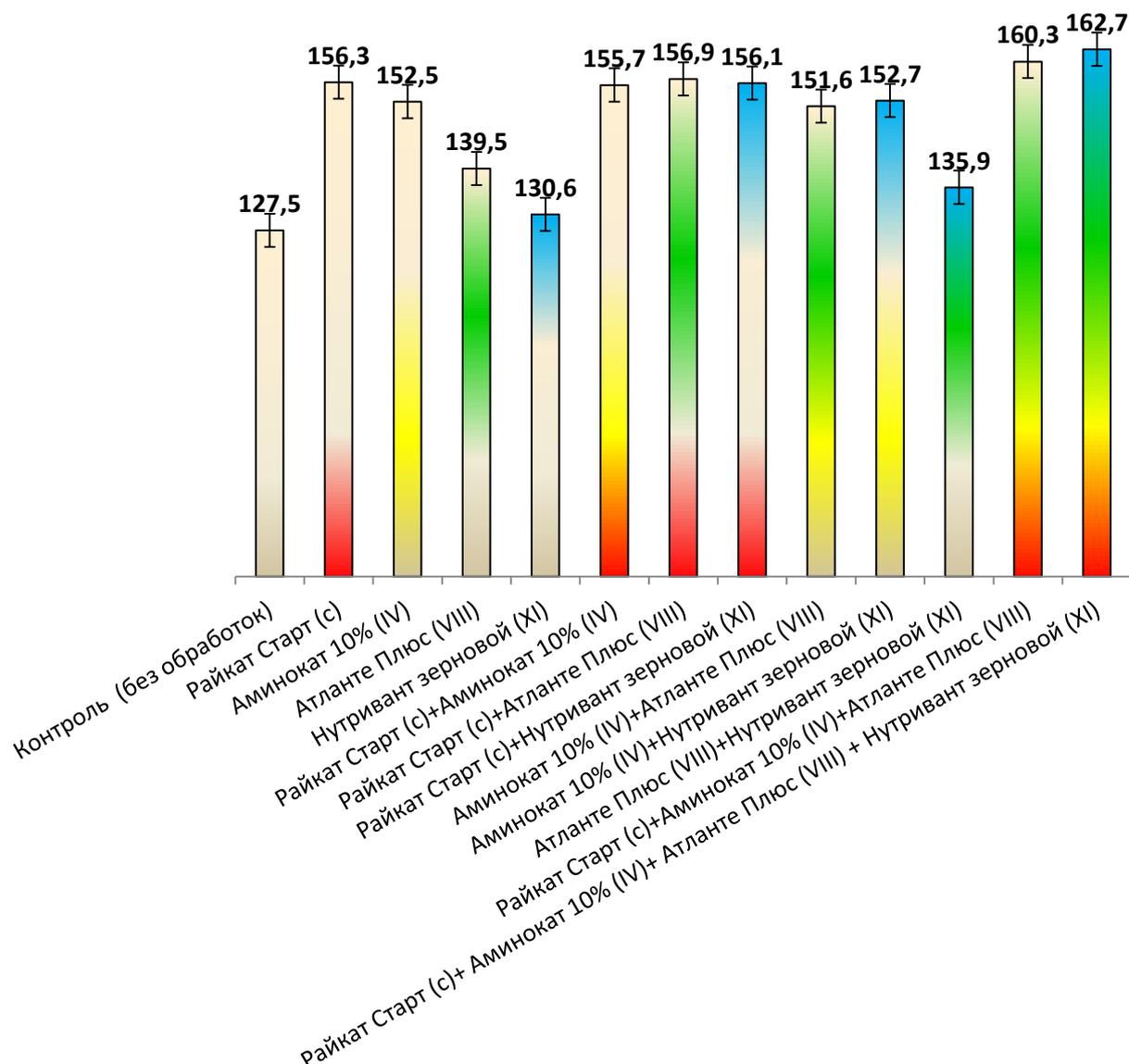


Рисунок 11 – Хлорофилловый фотосинтетический потенциал посевов озимой пшеницы, г/м²·сутки. Среднее за 2016-2018 гг. Результаты однофакторного дисперсионного анализа – различия значимы для $p < 0,01$, $F = 4,95$, F критическое = 2,14 (Приложение 14)

Следует отметить, что на вариантах с отдельным применением изученных комплексных физиологически активных веществ наблюдается пропорциональное снижение значения Хлорофиллового фотосинтетического потенциала по мере увеличения промежутка времени от сева до момента применения того или иного препарата.

Так, использование Райкат Старт в качестве предпосевной обработки семян в наших опытах способствовало повышению Хлорофиллового фотопотенциала по сравнению с контролем на 22,5%, применение Аминоката 10% в период весеннего кущения – на 19,6%, Атланте Плюс в колошение – на 9,4%, а Нутриванта Зернового в фазу молочно-восковой спелости – всего на 2,4%. Полученные результаты можно объяснить тем, что увеличение продолжительности действия препаратов способствует более благоприятному протеканию процессов, связанных с ростом и развитием растений. С другой стороны, установленная закономерность свидетельствует о пролонгированности действия изученных комплексных физиологически активных веществ.

Вклад различных органов растений в общий Фотосинтетический потенциал можно оценить по его структуре. В наших опытах на долю листьев приходится 61,2-63,7% ХФСП (рисунок 12). Почти треть (25,4-28,1%) в общем Фотопотенциале – доля стеблей, а колосьям принадлежит всего 9,9-10,7% в ХФСП растений.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что применение комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы способствует пропорциональному изменению Хлорофиллового фотопотенциала для всех органов растений, при этом соотношение активности фотосинтетической функции листьев, стеблей и колосьев практически не меняется.

Таким образом, применение комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы способствует увеличению хлорофиллового фотосинтетического потенциала на 2,4-27,6% в зависимости от препаратов, времени их применения и сочетаний. Независимо от используемых орга-

номинеральных веществ, доля отдельных органов растений в общем фотопотенциале практически неизменна (листья – 61,2-63,7%, стебли – 25,4-28,1% и колосья – 9,9-10,7%).

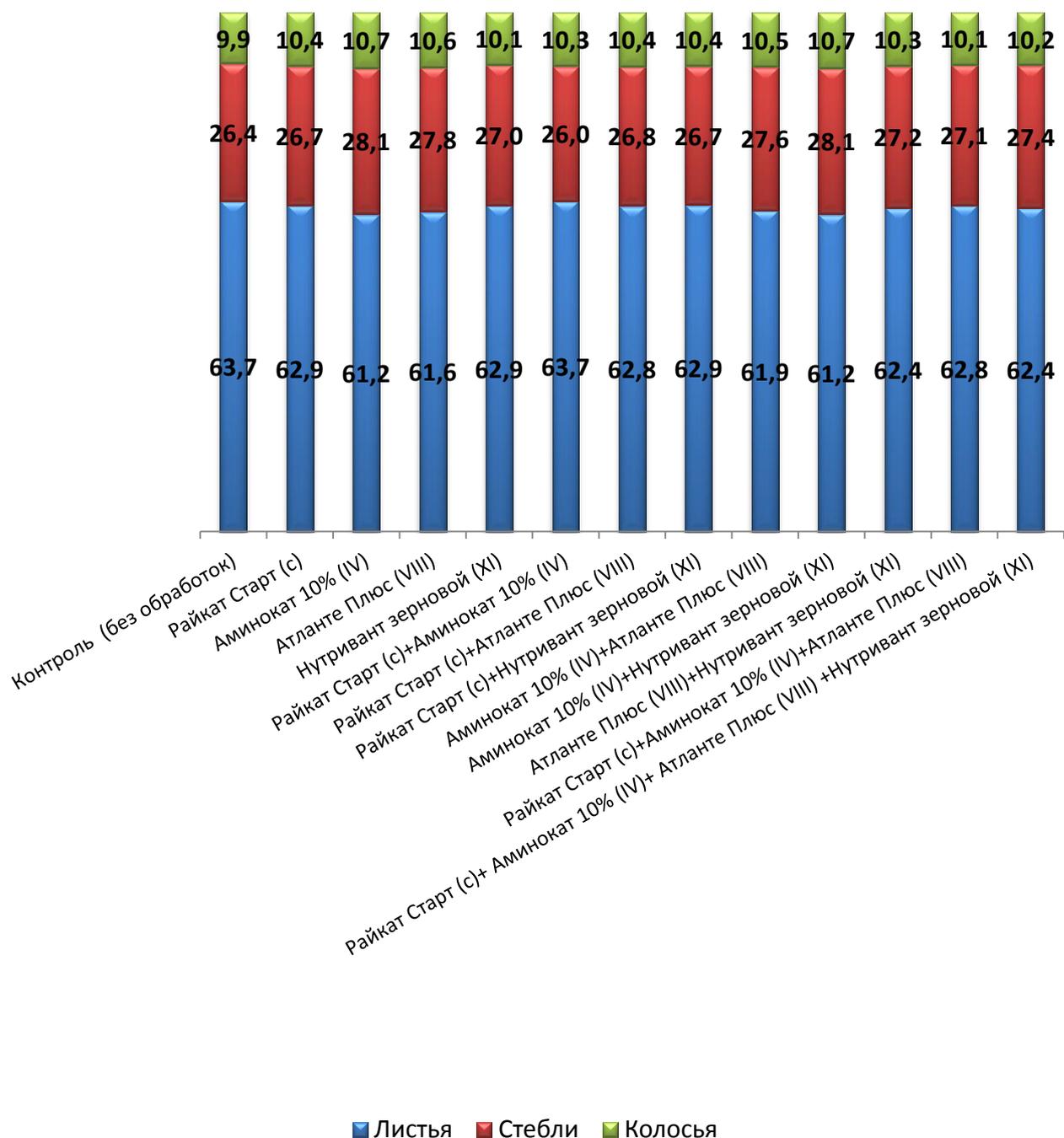


Рисунок 12 – Структура хлорофиллового фотосинтетического потенциала посевов озимой пшеницы, %. Среднее за 2016-2018 гг.

3.3. Чистая продуктивность фотосинтеза

Результатом фотосинтетической деятельности посева является синтез органических соединений, которые используются растениями для их роста и развития. Отражением условий протекания физиологических, в том числе ассимиляционных процессов, является накопленная посевом биомасса.

В среднем за годы проведения исследований применение изученных нами комплексных физиологически активных веществ способствовало повышению биомассы посевов озимой пшеницы (рисунок 13, таблица 7, приложения 4, 5, 6). В зависимости от применяемых препаратов средняя за вегетацию сухая биомасса возрастала по сравнению с контрольным вариантом на 2,6-15,9%. Наилучшие результаты были получены на следующих вариантах: Аминокат 10% (IV) – биомасса превышала контроль на $133,4 \text{ г/м}^2$, Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI) – на $123,6 \text{ г/м}^2$, Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI) – на $117,3 \text{ г/м}^2$ и Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) – на $105,2 \text{ г/м}^2$. Самая низкая прибавка ($9,9 \text{ г/м}^2$) ожидаемо отмечена при использовании Нутриванта Зернового в фазу молочно-восковой спелости.

Вклад различных органов растений в накопление биомассы посевами озимой пшеницы при использовании комплексных органоминеральных удобрений в технологии возделывания неодинаков. Так, наибольшая величина биомассы листьев на квадратном метре посева в среднем за вегетацию отмечалась на следующих вариантах: Райкат Старт (с)+ Аминокат 10% (IV)+ Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI) и Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII), на которых превышение по сравнению с контролем составило 14,5 и 13,7% соответственно (таблица 8). В то же время для растений, как уже отмечалось, наибольшие темпы нарастания сухой биомассы посева отмечались на варианте с использованием препарата Аминакат 10% в ранневесенний период, который превышал контроль по этому показателю на 14,2%. Для листьев такое превышение составило всего 6,6%.

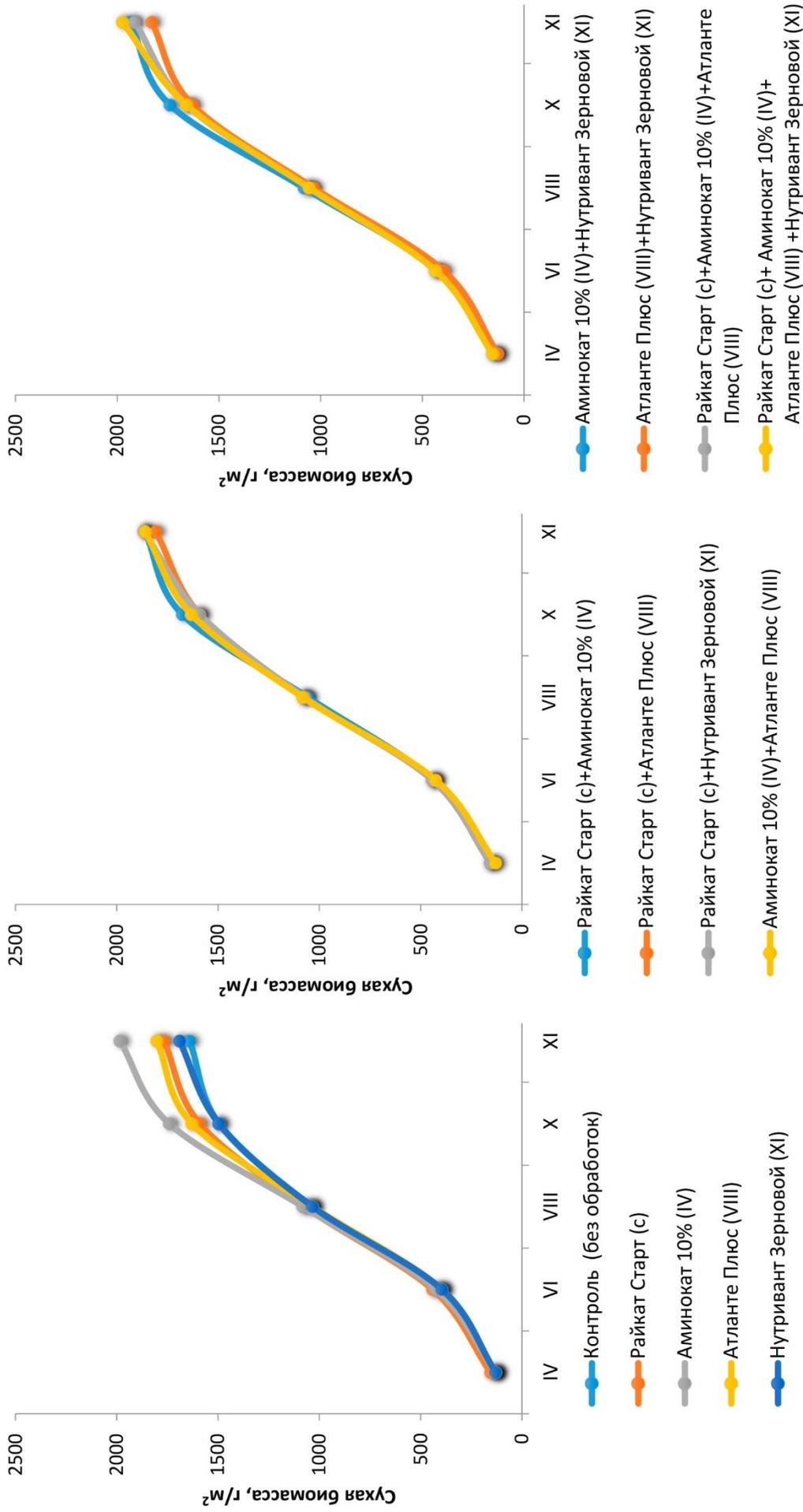


Рисунок 13 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на динамику сухой биомассы посевов озимой пшеницы, г/м². Среднее за 2016-2018 гг.

Таблица 7 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на сухую биомассу растений озимой пшеницы, г/м²,

Среднее за 2016-2018гг.

№ варианта	Весеннее кушение	Трубкование	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Среднее за вегетацию
1	129,0	394,5	1034,1	1495,2	1640,5	938,7
2	154,4	440,9	1073,4	1590,4	1766,8	1005,2
3	129,0	424,7	1081,7	1740,3	1984,5	1072,0
4	129,0	394,5	1034,1	1629,5	1802,1	997,8
5	129,0	394,5	1034,1	1495,2	1690,0	948,5
6	154,4	435,4	1056,3	1676,1	1860,2	1036,5
7	154,4	440,9	1073,4	1590,4	1806,8	1013,2
8	154,4	440,9	1073,4	1590,4	1866,1	1025,1
9	129,0	424,7	1081,7	1632,2	1859,5	1025,4
10	129,0	424,7	1081,7	1740,3	1935,8	1062,3
11	129,0	394,5	1034,1	1629,5	1829,7	1003,4
12	154,4	435,4	1056,3	1659,6	1913,8	1043,9
13	154,4	435,4	1056,3	1659,6	1974,4	1056,0

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Использование Атланте Плюс в колошение и Нутриванта Зернового в налив зерна повышало среднюю биомассу растений озимой пшеницы на 6,9%, в то время как листьев – всего на 2,7%.

Таблица 8 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на сухую биомассу листьев растений озимой пшеницы, г/м²,

Среднее за 2016-2018гг.

№ варианта	Весеннее кушение	Трубкование	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Среднее за вегетацию
1	129,0	168,2	205,8	136,6	149,8	157,9
2	154,4	184,6	222,3	142,1	157,9	172,3
3	129,0	186,4	216,8	144,6	164,5	168,3
4	129,0	168,2	205,8	144,4	160,3	161,6
5	129,0	168,2	205,8	136,6	153,5	158,6
6	154,4	188,8	216,7	148,2	165,1	174,6
7	154,4	184,6	222,3	142,1	160,8	172,9
8	154,4	184,6	222,3	142,1	165,7	173,8
9	129,0	186,4	216,8	145,8	164,7	168,5
10	129,0	186,4	216,8	144,6	168,1	169,0
11	129,0	168,2	205,8	144,4	163,4	162,2
12	154,4	188,8	216,7	157,2	180,7	179,6
13	154,4	188,8	216,7	157,2	186,6	180,7

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

В наших опытах темпы накопления сухой биомассы стеблей растений озимой пшеницы при использовании комплексных физиологически активных веществ примерно такие же, как и листьев (таблица 9).

Таблица 9 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на сухую биомассу стеблей растений озимой пшеницы, г/м²,

Среднее за 2016-2018гг.

№ варианта	Весеннее кушение	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Среднее за вегетацию
1	-	222,9	615,0	698,2	765,8	575,5
2	-	256,4	652,5	764,0	848,0	630,2
3	-	255,0	660,7	790,0	897,5	650,8
4	-	222,9	615,0	729,9	805,4	593,3
5	-	222,9	615,0	698,2	787,7	581,0
6	-	260,0	667,1	747,1	829,0	625,8
7	-	256,4	652,5	764,0	865,4	634,6
8	-	256,4	652,5	764,0	895,2	642,0
9	-	255,0	660,7	794,9	904,6	653,8
10	-	255,0	660,7	790,0	918,4	656,0
11	-	222,9	615,0	729,9	818,3	596,5
12	-	260,0	667,1	805,4	926,7	664,8
13	-	260,0	667,1	805,4	956,2	672,2

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

В то же время, нами были отмечены некоторые особенности. Так, среди лидеров по темпам накопления биомассы стеблей наряду с вариантами Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) и Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

были и Аминокат 10% (IV), Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) и Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI), у которых они превышали контроль на 13,1, 13,6 и 14,0% соответственно. Минимальная прибавка биомассы стеблей отмечена на варианте Нутривант Зерновой (XI) – 1,0%.

Особенности в темпах накопления сухой биомассы нами отмечены у колосьев озимой пшеницы (таблица 10). Так, применение Аминоката 10% (IV) ведет к увеличению средней за вегетацию биомассы колосьев на 23,4%. На вариантах Райкат Старт (с)+Аминокат 10% (IV) и Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI) такое превышение составляет 17,8 и 18,8%, а на вариантах Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) и Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI) – на 12,8 и 14,4%.

Проведенный нами анализ свидетельствует о том, что использование комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания способствует росту темпов накопления сухой биомассы посевами озимой пшеницы. Наилучшие результаты нами получены на вариантах с применением Аминоката 10% на IV этапе органогенеза как отдельно, так и в сочетании с другими препаратами. Менее эффективен по этому показателю Нутривант Зерновой, что объясняется тем, что он применяется в конце генеративного периода. Анализ полученных нами результатов подтвердил одну из важнейших закономерностей теории фотосинтетической продуктивности: размер и продолжительность работы фотосинтетического аппарата посева определяют его возможность сформировать конечную урожайность определенной величины. Так, коэффициент корреляции между Хлорофилловым фотосинтетическим потенциалом и средней за вегетацию биомассой посева озимой пшеницы в наших опытах оценивался величиной 0,84.

Для оценки эффективности работы фотосинтетического аппарата по созданию органического вещества используют такой показатель как чистая продуктивность фотосинтеза (Maseyk K., 2008; McMinn A. et. al., 2010; Lebedev E.V., 2013; Pashkova G.I. et. al., 2016).

Таблица 10 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на сухую биомассу колосьев растений озимой пшеницы, г/м²,

Среднее за 2016-2018гг.

№ варианта	Весеннее кушение	Трубкование	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Среднее за вегетацию
1	-	-	213,2	660,4	725,0	532,9
2	-	-	235,3	687,6	764,7	562,5
3	-	-	244,1	805,6	922,5	657,4
4	-	-	213,2	735,2	815,3	587,9
5	-	-	213,2	660,4	748,8	540,8
6	-	-	229,1	784,1	869,7	627,6
7	-	-	235,3	687,6	784,6	569,1
8	-	-	235,3	687,6	809,5	577,4
9	-	-	244,1	724,8	832,5	600,5
10	-	-	244,1	805,6	849,3	633,0
11	-	-	213,2	735,2	827,4	591,9
12	-	-	229,1	730,3	843,1	600,8
13	-	-	229,1	730,3	870,2	609,9

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Величина ЧПФ дает возможность оценить каким путем идет формирование урожая в зависимости от технологических приемов выращивания (интенсивный или экстенсивный). Если значение чистой продуктивности фотосинтеза увеличивается от примененных уходовых мероприятий, то активность

фотосинтетического аппарата усиливается, повышается его интенсивность работы. Если ЧПФ уменьшается, но при этом отмечается увеличение и размеров ассимиляционного аппарата, и продуктивности посева, то урожай создается экстенсивным путем.

Наши исследования показали, что применение комплексных физиологически активных веществ при выращивании озимой пшеницы может как снизить эффективность работы фотосинтетического аппарата по созданию органической массы, так и повысить её (рисунок 14).

ЧПФ, г/г в сутки

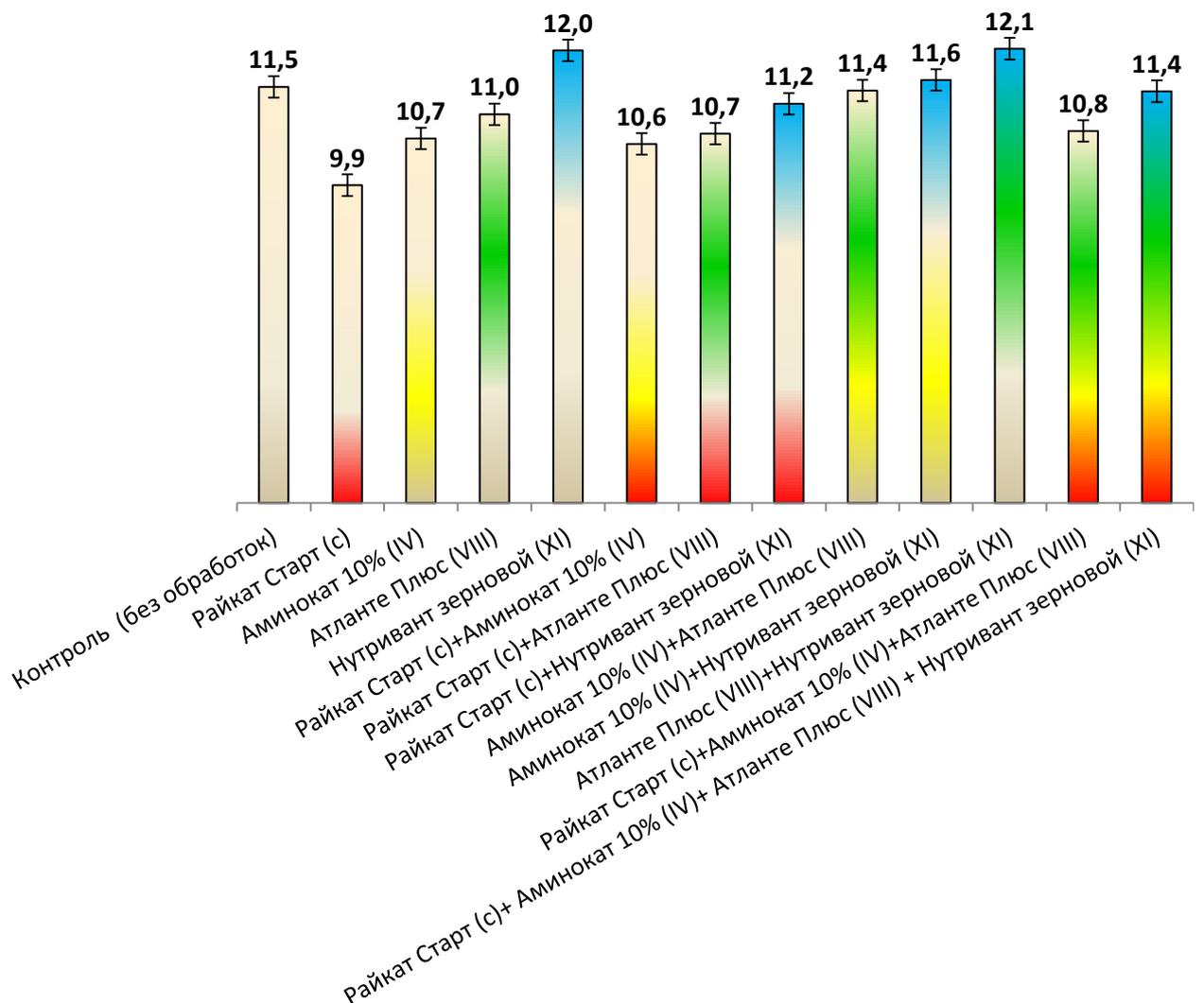


Рисунок 14 – Чистая продуктивность фотосинтеза посевов озимой пшеницы, г/г в сутки. Среднее за 2016-2018 гг. Результаты однофакторного дисперсионного анализа – различия значимы для $p < 0,01$, $F = 4,11$, F критическое = 2,15 (Приложение 14)

Наибольшее уменьшение Чистой продуктивности фотосинтеза отмечено в случае, когда использовался только Райкат Старт для предпосевной обработки семян (на 13,3%). Снижение ЧПФ в наших опытах наблюдалось и на вариантах Аминокат 10% (IV) – на 7,0%, Атланте Плюс (VIII) – на 3,7%, Райкат Старт (с)+Аминокат 10% (IV) – на 7,7%, айкат Старт (с)+Атланте Плюс (VIII) – на 6,3%, Райкат Старт (с)+Аминокат 10,% (IV)+Атланте Плюс (VIII) – на 6,0%. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что использование препарата Райкат Старт, как отдельно, так и в сочетании с другими комплексными физиологически активными веществами, как правило, способствует снижению чистой продуктивности посевов озимой пшеницы.

В наших опытах на вариантах с использованием Нитриванта Зернового, как в отдельности, так и в сочетании с другими препаратами, чистая продуктивность фотосинтеза либо оставалась на уровне контроля, либо имела тенденцию к повышению. Так, применение этого препарата в фазу молочно-восковой спелости увеличивало значение ЧПФ на 0,5 г/г в сутки. На варианте опыта, где были применены Атланте Плюс в колошение и Нутривант Зерновой на XI этапе органогенеза такое превышение составило 5,2%.

Таким образом, применение комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы на фоне увеличения размеров ассимиляционного аппарата может как повысить эффективность его работы, так и снизить. Как правило, использование Райкат Старт, как в отдельности, так и в сочетании с другими препаратами, ведет к уменьшению значения чистой продуктивности фотосинтеза на 3,7-13,3%. В то же время при применении Нутриванта Зернового ЧПФ либо не снижается, либо повышается на величину до 5,2%.

ГЛАВА 4

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСОБЕННОСТИ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Азотное питание – важнейший физиологический процесс, от которого зависит не только состояние растений в течение всего периода роста и развития, но и конечная их урожайность, а в случае с озимой пшеницей и качество зерна (Жандаулетов Е.А., Щукин В.Б., 1995; R.E.Ruske et. al., 2003; Jørgensen J.R., Jørgensen R.N., 2007; Pekarskas J. et. al., 2011; Зайнуллин И.Р., Гайфуллин Р.Р., 2012; Wang H. et. al., 2012).

4.1. Содержание азота

Содержание азота в растениях является одной из характеристик, отражающих условия их питания. Наши исследования показали, что применение комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы оказывает влияние на этот показатель (таблица 11, приложения 7, 8, 9). Наибольшее увеличение относительно контроля (более, чем на 10 относительных %) в среднем за вегетацию нами отмечено на вариантах Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII), Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI), Райкат Старт (с)+Аминокат 10% (IV), Райкат Старт (с)+Нутривант Зерновой (XI), Райкат Старт (с)+Атланте Плюс (VIII) и Райкат Старт (с) – на 14,0, 12,0, 11,2, 11,1, 10,6 и 10,1% соответственно. Использование Атланте Плюс в колосшение и Нутриванта Зернового в налив зерна в качестве некорневой подкормки посевов вело к самому низкому увеличению содержания азота в растениях – всего на 3,3 и 31 относительных %, а совместное их применение даже снижало этот показатель на 3,3%.

Таблица 11. – Содержание азота в растениях озимой пшеницы, %,

Среднее за 2016-2018гг.

№ варианта	Весеннее кущение	Трубкавание	Колошение	Молочная спелость	Восковая спелость	Среднее за вегетацию
1	4,52	1,80	1,10	0,73	0,47	1,72
2	4,81	2,10	1,24	0,69	0,65	1,90
3	4,52	2,02	1,26	0,76	0,66	1,84
4	4,52	1,80	1,10	0,72	0,77	1,78
5	4,52	1,80	1,10	0,73	0,73	1,78
6	4,81	2,05	1,28	0,81	0,63	1,92
7	4,81	2,10	1,24	0,69	0,69	1,91
8	4,81	2,10	1,24	0,69	0,73	1,92
9	4,52	2,02	1,26	0,83	0,66	1,86
10	4,52	2,02	1,26	0,76	0,83	1,88
11	4,00	1,80	1,10	0,72	0,71	1,67
12	4,81	2,05	1,28	0,85	0,65	1,93
13	4,81	2,05	1,34	0,85	0,77	1,97

Варианты:**1** – Контроль (без обработок)**2** – Райкат Старт (с)**3** – Аминокат 10% (IV)**4** – Атланте Плюс (VIII)**5** – Нутривант Зерновой (XI)**6** – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)**7** – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)**8** – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)**9** – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)**10** – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)**11** – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)**12** – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)**13** – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)с – обработка семян, **IV**, **VIII** и **XI** – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

В среднем по всем изученным вариантам использование КФАВ способствовало повышению содержания азота в листьях на 8,6%, в стеблях – на 5,1%, а в колосьях отмечалась тенденция к его снижению (на 0,9%) (таблицы 12, 13 и 14). Наибольшее увеличение количества азота в листьях и стеблях нами отмечено на вариантах с использованием препарата Райкат Старт:

Райкат Старт, Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII), Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI) и Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант зерновой (XI) – на 11,2 и 14,0% в листьях и стеблях соответственно, а Райкат Старт (с)+Аминокат 10% (IV), Райкат Старт (с)+Аминокат 10% (IV)+Атланте Плюс (VIII) – на 11,9 и 2,5%.

Таблица 12. – Содержание азота в листьях растений озимой пшеницы, %, Среднее за 2016-2018гг.

№ варианта	Весеннее кущение	Трубкование	Колошение	Молочная спелость	Среднее за вегетацию
1	4,52	2,65	2,57	1,50	2,81
2	4,81	3,20	2,79	1,70	3,13
3	4,52	3,15	2,93	1,80	3,10
4	4,52	2,65	2,57	1,72	2,86
5	4,52	2,65	2,57	1,50	2,81
6	4,81	3,21	2,82	1,72	3,14
7	4,81	3,20	2,79	1,70	3,13
8	4,81	3,20	2,79	1,70	3,13
9	4,52	3,15	2,93	1,78	3,10
10	4,52	3,15	2,93	1,80	3,10
11	4,00	2,65	2,57	1,72	2,73
12	4,81	3,21	2,82	1,82	3,17
13	4,81	3,21	2,96	1,82	3,20

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Применение комплексного физиологически активного вещества Аминокат 10% в наших опытах вело к повышению содержания азота в листьях в среднем по вариантам на 10,4%, в стеблях такая закономерность была менее выражена (всего на 1,3%).

Таблица 13. – Содержание азота в стеблях растений озимой пшеницы, %, Среднее за 2016-2018гг.

№ варианта	Весеннее кущение	Трубкование	Колошение	Молочная спелость	Среднее за вегетацию
1	-	1,19	0,55	0,29	0,67
2	-	1,30	0,64	0,36	0,77
3	-	1,07	0,64	0,34	0,68
4	-	1,19	0,55	0,31	0,68
5	-	1,19	0,55	0,29	0,67
6	-	1,11	0,61	0,36	0,69
7	-	1,30	0,64	0,36	0,77
8	-	1,30	0,64	0,36	0,77
9	-	1,07	0,64	0,33	0,68
10	-	1,07	0,64	0,34	0,68
11	-	1,19	0,55	0,31	0,68
12	-	1,11	0,61	0,41	0,71
13	-	1,11	0,64	0,41	0,72

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Следует отметить, что из-за физиологических особенностей растений

озимой пшеницы содержание азота играет важную роль не только во время активной вегетации, но и в генеративный период. Это определяет то, в каких условиях азотной обеспеченности протекают процессы формирования урожая зерна и его качества.

Таблица 14. – Содержание азота в колосьях растений озимой пшеницы, %, Среднее за 2016-2018гг.

№ варианта	Весеннее кущение	Трубкование	Колошение	Молочная спелость	Среднее за вегетацию
1	-	-	1,29	1,04	0,58
2	-	-	1,26	0,84	0,53
3	-	-	1,23	0,99	0,56
4	-	-	1,29	0,95	0,56
5	-	-	1,29	1,04	0,58
6	-	-	1,47	1,06	0,63
7	-	-	1,26	0,84	0,53
8	-	-	1,26	0,84	0,53
9	-	-	1,23	1,16	0,60
10	-	-	1,23	0,99	0,56
11	-	-	1,29	0,95	0,56
12	-	-	1,47	1,10	0,64
13	-	-	1,50	1,10	0,65

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Наши исследования показали, что применение комплексных физиоло-

гически активных веществ способствует существенному повышению содержания азота в растениях озимой пшеницы в конце генеративного периода (рисунок 15).

Азот, %

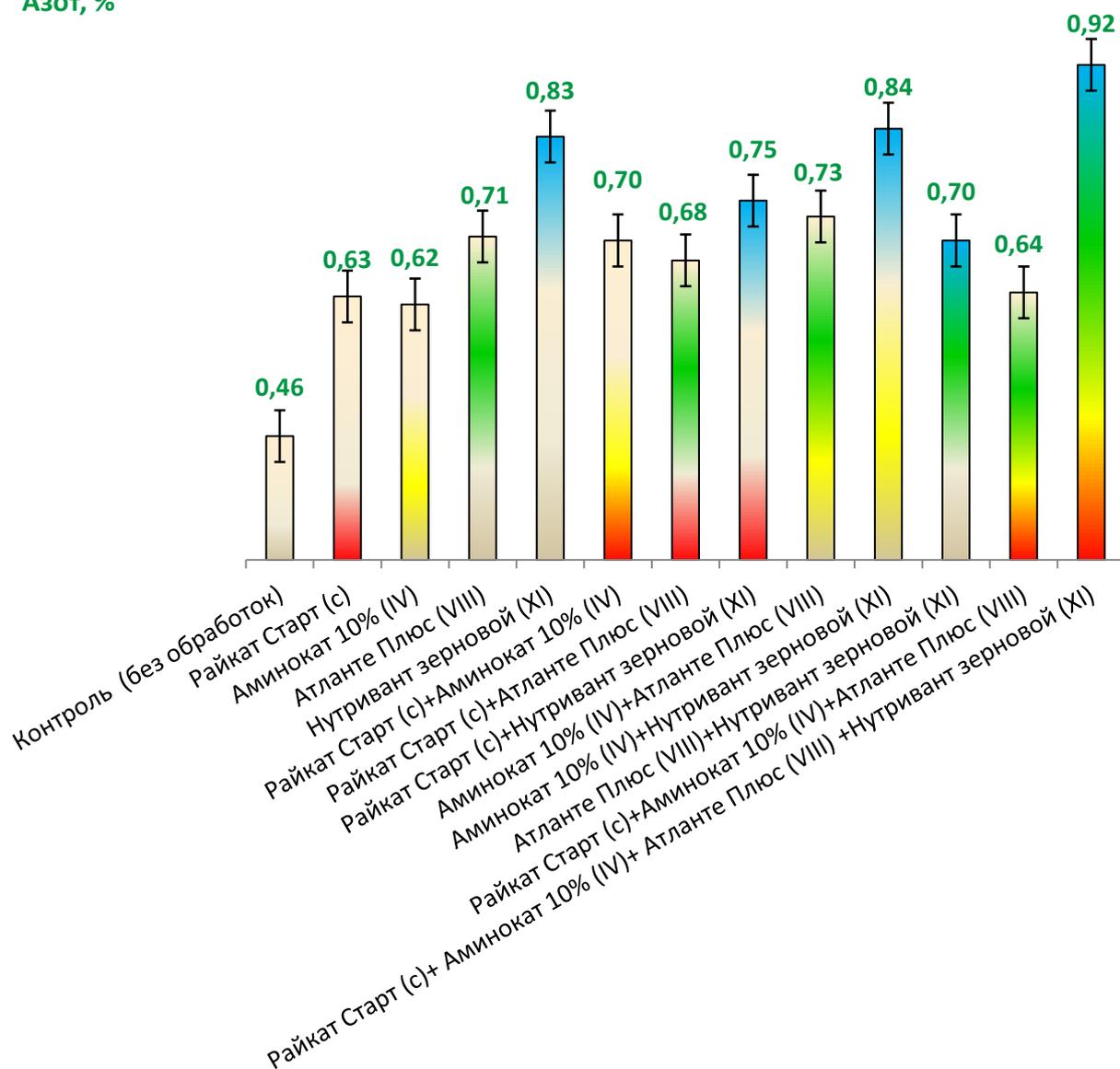


Рисунок 15 – Содержание азота в растениях озимой пшеницы в фазу молочно-восковой спелости. В среднем за 2016-2018 гг. Результаты однофакторного дисперсионного анализа – различия значимы для $p < 0,05$, $F = 2,2340$, F критическое = 2,1479, (Приложение 14)

В наших опытах увеличение содержания азота от использования орга-

номинеральных препаратов в среднем по всем вариантам составило 60,0% относительно контроля. Наибольшее увеличение (на 102,2%) отмечено на варианте, где были применены все исследуемые комплексные физиологически активные вещества – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Зерновой (XI), а наименьшее на варианте Аминокат 10% (IV) – на 36,3%. Следует отметить, что в среднем за годы исследований наилучшие результаты по содержанию азота в растениях озимой пшеницы в фазу молочно-восковой спелости показали варианты, где был использован Нутривант Зерновой. Так, увеличение этого показателя относительно контроля по вариантам составило: Нутривант Зерновой (XI) – 82,4%, Райкат Старт (с)+Нутривант Зерновой (XI) – 64,8%, Аминокат 10% (IV)+Нутривант Зерновой (XI) – 84,6%, Атланте Плюс (VIII)+Нутривант Зерновой (XI) – 53,8% и Райкат Старт (с)+ Аминокат 10% (IV)+ Атланте Плюс (VIII) +Нутривант Зерновой (XI) – 102,2%.

Нитратредуктаза – ключевой фермент азотного обмена растений (Галева Е.И. и др., 2012; Ниловская Н.Т., Курносова Т.Л., 2015). В наших опытах использование комплексных физиологически активных веществ и их сочетаний способствовало повышению активности этого фермента в растениях в период налива зерна на 3,6-79,0% по сравнению с контролем (рисунок 16).

Проведенные исследования показали, что использование препарата Атланте Плюс в технологии возделывания озимой пшеницы, как в отдельности, так и в сочетании с другими органоминеральными препаратами в наибольшей степени активизирует нитратредуктазную активность (на 51,6-79,0% по сравнению с контролем). Это объясняет полученные нами результаты по содержанию азота в растениях. Как уже отмечалось, при использовании Атланте Плюс на X этапе органогенеза содержание азота в растениях озимой пшеницы самое высокое по сравнению с другими вариантами – относительно контроля превышение составляет 39,6-60,4%. Также нами отмечены достаточно хорошие условия азотного питания растений озимой пшеницы в генеративный период на вариантах с применением Нутриванта Зернового в фазу

молочно-восковой спелости, где превышение над контролем в содержании азота в растениях составляет 64,8-102,2%. Это, с нашей точки зрения, может быть связано с тем, что азот является одним из составляющих препарата. Кроме того, входящие в состав Нутриванта Зернового микроэлементы способствуют усилению метаболизма азота в растениях.

Нитратредуктазная активность, мкМ/г·ч

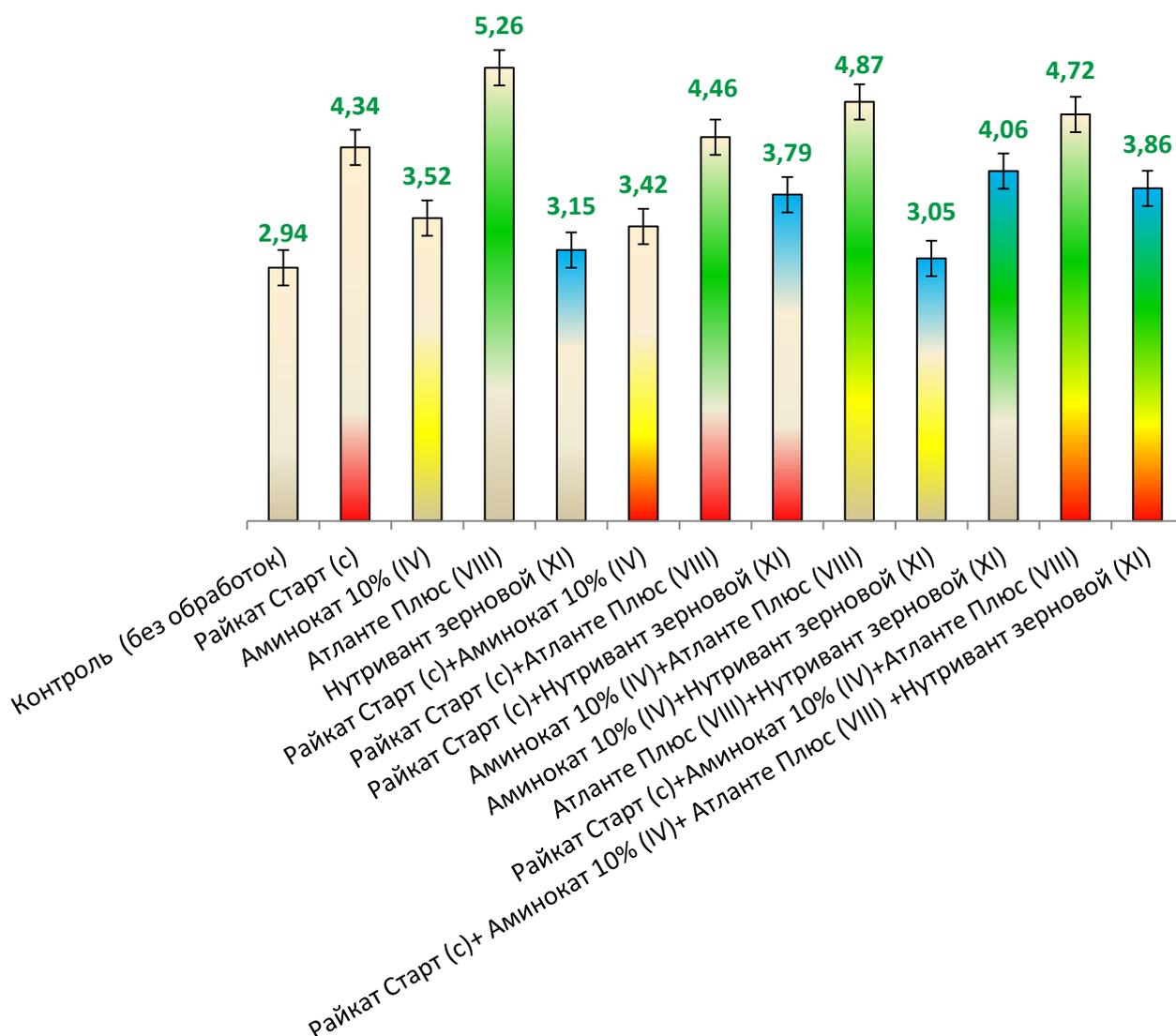


Рисунок 16 – Нитратредуктазная активность во флаговом листе озимой пшеницы в период налива зерна, мкМ/г·ч, 2017 г. Результаты однофакторного дисперсионного анализа – различия значимы для $p < 0,01$, $F = 5,0862$, $F_{критическое} = 2,1479$, (Приложение 14)

Таким образом, при использовании комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы существенно повышается содержание азота в растениях. В среднем за вегетацию наибольшее увеличение количества азота в листьях и стеблях нами отмечено на вариантах с использованием препарата Райкат Старт для предпосевной обработки семян (в листьях на 11,2-11,9%, в стеблях на 2,5-14,0%). Наибольшее содержание азота в растениях в конце генеративного периода отмечено при применении препарата Нутривант Зерновой в налив зерна (на 64,8-102,2%), что обусловлено составом данного препарата (непосредственно азот и микроэлементы, усиливающие азотный обмен). Применение Нутриванта Зернового в колошение способствует наибольшему повышению активности ключевого фермента азотного обмена в растениях озимой пшеницы нитрат-редуктазы (в зависимости от варианта она повышалась на 31,4-79,0%).

4.2. Вынос азота посевами озимой пшеницы

Вынос элементов минерального питания связан с общим состоянием и способностью усваивать их в ходе синтетических реакций, определяющих продукционный процесс растений. В литературе встречаются данные о возможности регулирования выноса азота с помощью применения макро-, микроэлементов, а также физиологически активных веществ (Илларионова Т.А., 2017; Салтыкова О.Л., Бакаева Н.П., 2018; Бакаева Н.П., 2018; Вильдфлуш И.Р., 2018).

Наши исследования показали, что применение комплексных физиологически активных веществ на посевах способствует увеличению выноса азота растениями озимой пшеницы на 15,7-63,2% (рисунок 17, таблица 15). Обращает внимание тот факт, что среди вариантов, где КФАВ применялись по отдельности, чем раньше использовался препарат, тем выше была его эффективность. Так, максимальное увеличение выноса азота, по сравнению с контролем, отмечено на варианте с обработкой семян Райкат Стартом – на

34,3%. Далее по убыванию идут следующие варианты: Аминокат 10% (обработка посевов в фазу весеннего кущения) – на 26,7%, Атланте Плюс (обработка посевов в колошение) – на 24,5%. И самая маленькая прибавка величины выноса азота посевами озимой пшеницы по сравнению с контролем отмечена при некорневом применении Нутриванта Зернового в период налива зерна – на 15,7%.

Вынос Азота посевами, г/м²

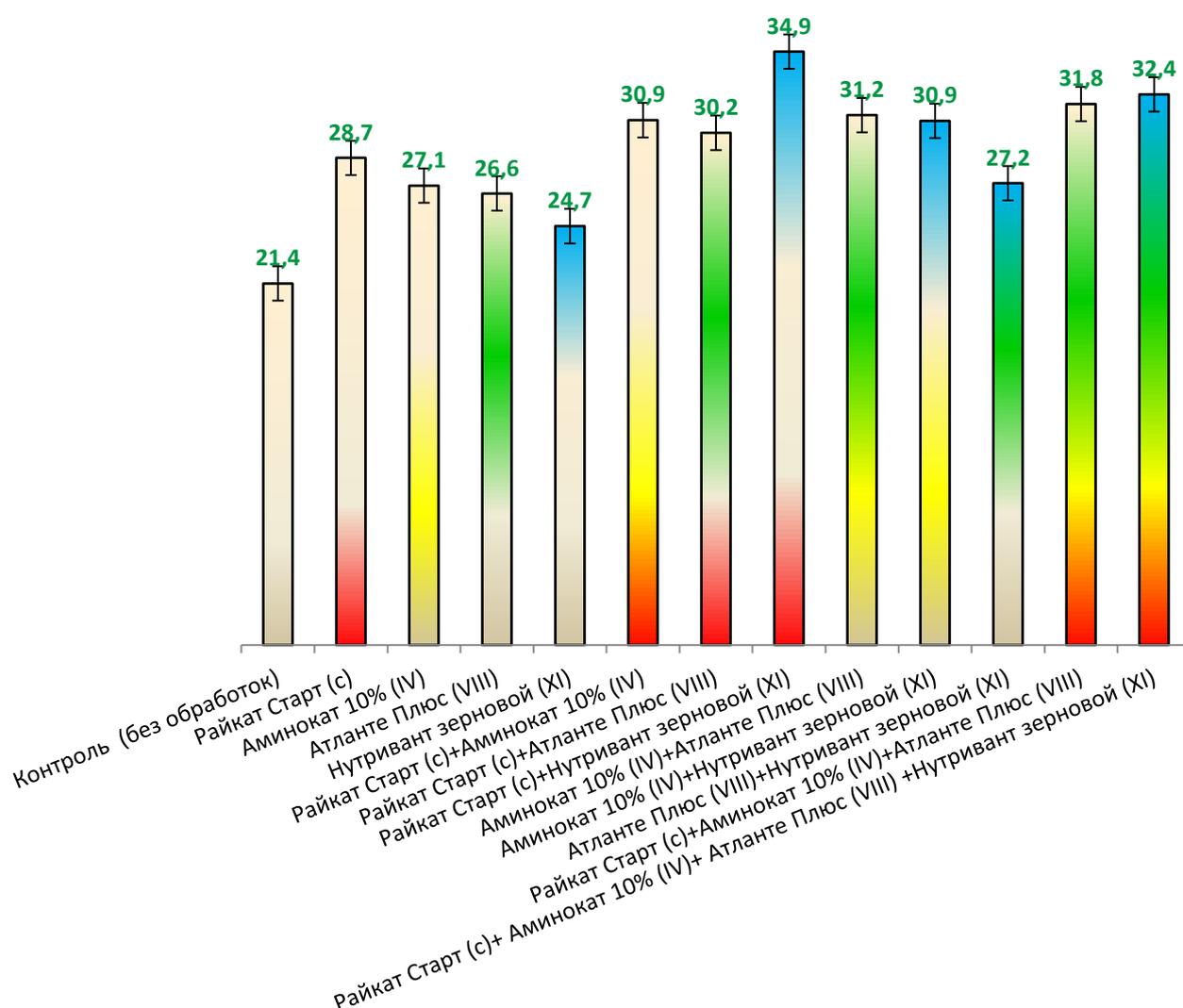


Рисунок 17 – Вынос азота посевами озимой пшеницы, г/м².

В среднем за 2016-2018 гг. Результаты однофакторного дисперсионного анализа – различия значимы для $p < 0,05$, $F = 2,438$, F критическое = 2,148 (Приложение 14)

Таблица 15 – Вынос азота растениями озимой пшеницы при использовании комплексных физиологически активных веществ в технологии выращивания, г/м².

В среднем за 2016-2018 гг.

№ варианта	Листья	Стебли	Полова	Зерно
1	0,53	0,36	0,66	6,61
2	0,89	0,49	1,04	8,76
3	1,03	0,61	1,57	7,96
4	0,59	0,70	0,73	8,20
5	0,65	0,46	1,07	7,51
6	0,73	0,53	1,02	9,54
7	0,87	0,61	1,20	9,16
8	0,85	0,80	0,72	10,84
9	0,88	0,73	0,78	9,60
10	0,71	0,58	0,97	9,53
11	0,78	0,83	0,58	8,34
12	0,74	0,68	0,98	9,81
13	0,70	0,76	0,95	9,99

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Полученные результаты свидетельствуют о явно выраженном пролонгированном эффекте действия изученных препаратов на величину выноса

азота. При использовании различных сочетаний комплексных физиологически активных веществ наилучшие результаты, в большинстве своем, показали варианты с использованием в конце вегетации Нутриванта Зернового. Так, на вариантах Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI) и Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Зерновой (XI) отмечалось увеличение выноса азота посевами озимой пшеницы по сравнению с контролем на 63,2 и 51,6% соответственно. Полученные результаты хорошо согласуются с нашими данными по содержанию азота в растениях, описанных выше. Представленные в таблице данные свидетельствуют о том, что увеличение выноса азота при использовании КФАВ наблюдается во всех органах растений. Так, в среднем по вариантам, с зерном выносилось на 37,8% азота больше, чем на контроле. Наилучшие результаты (увеличение более, чем на 40%) отмечено на вариантах Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) (на 44,3%), Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI) (на 64,0%), Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) (на 45,3%), Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI) (на 44,2%), Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) (на 48,5%) и Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI) (на 51,2%).

Для листьев увеличение выноса азота, по сравнению с контролем, в среднем по вариантам с использованием комплексных физиологически активных веществ составляет 47,9%, для стеблей – 80,5%, а для половы – 46,7%.

Большое значение как для урожайности, так и для качества зерна озимой пшеницы имеет не только величина вынесенного количества элементов минерального питания растениями, но и доля участия каждого органа в этом процессе – от этого зависит эффективность их общего метаболизма.

В наших опытах наибольшее количество азота выносилось зерном – 71,2-82,0%. Для половы этот показатель составлял 5,5-14,0%, стеблей – 4,4-7,9%, а листьев – 5,7-9,2% (рисунок 18). Явно выраженных закономерностей по влиянию применения комплексных физиологически активных веществ на

долю участия различных органов в выносе азота растениями нами не отмечено.

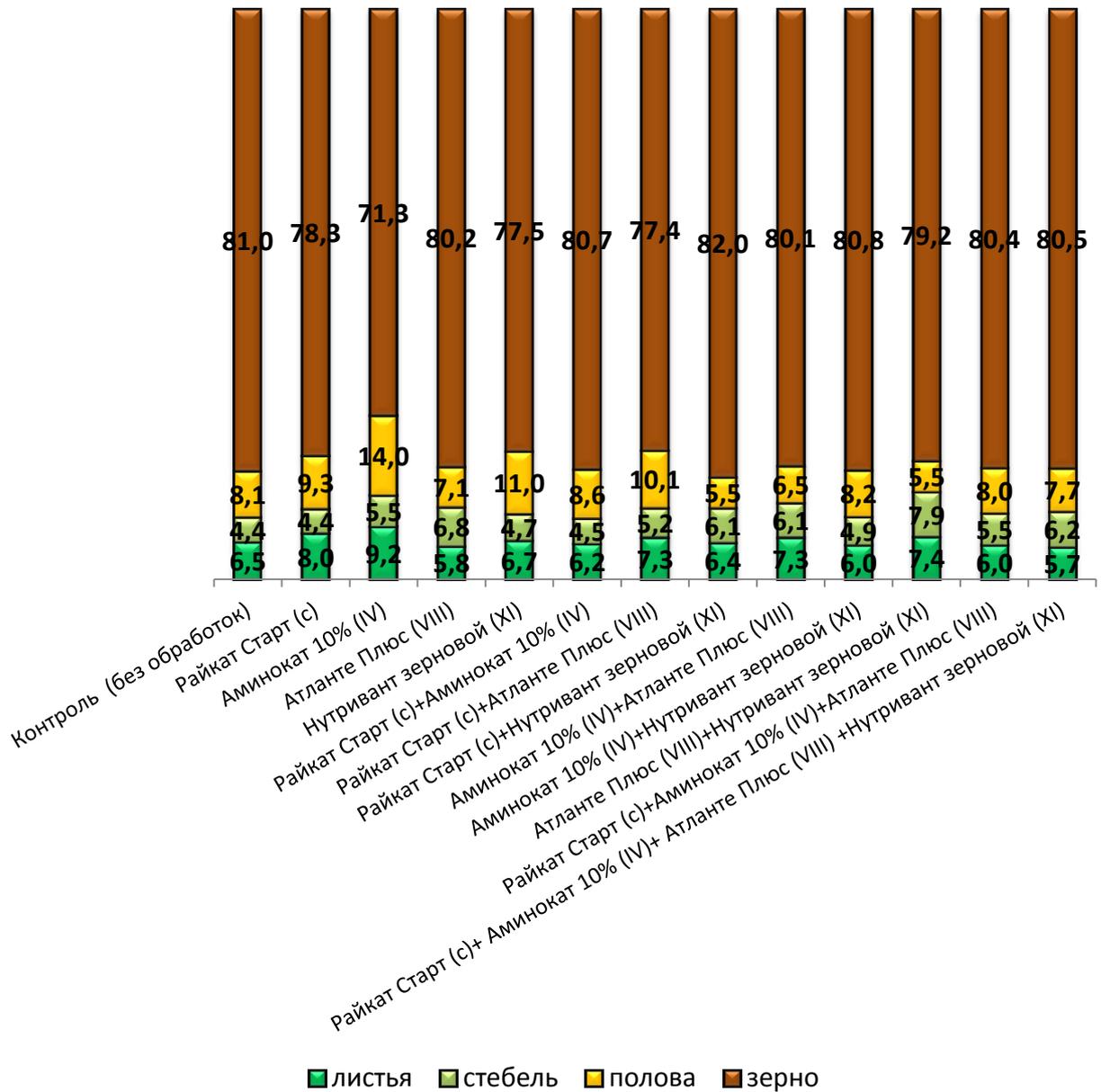


Рисунок 18 – Влияние применения комплексных физиологически активных веществ при выращивании озимой пшеницы на структуру выноса азота растениями. В среднем за 2016-2018 гг.

Обращает на себя внимание тот факт, что, в большинстве своем, применение исследованных комплексных физиологически активных веществ

снижало долю азота в зерне (в среднем на 2,4 относительных %). Такое уменьшение не может оказать большого значения на общий метаболизм азотистых веществ, так как абсолютное увеличение этого элемента минерального питания в зерне на вариантах с КФАВ, как отмечалось выше, намного больше, чем на контроле.

Таким образом, применение комплексных физиологически активных веществ на посевах способствует увеличению выноса азота растениями озимой пшеницы на 15,7-63,2%. Наилучшие результаты, в большинстве своем, показали варианты с использованием в конце вегетации Нутриванта Зернового (увеличение доходило до 51,6-63,2%), что хорошо согласуется с нашими данными по содержанию азота в растениях. В среднем по вариантам с использованием КФАВ зерном выносилось на 37,8% азота больше, чем на контроле. Для листьев увеличение выноса азота по сравнению с контролем составляет 47,9%, для стеблей – 80,5%, а для соломы – 46,7%. В наших опытах наибольшее количество азота выносилось зерном – 71,2-82,0%, для соломы показатель составлял 5,5-14,0%, стеблей – 4,4-7,9%, а листьев – 5,7-9,2%.

4.3. Реутилизация и оценка источников азота для формирования зерна озимой пшеницы

Реутилизация азота – важнейшая составляющая питания растений в генеративный период, которая определяет не только процесс формирования зерновки, но и накопления в ней запасных органических соединений (Галушко Н.А., 2008; Пасынкова Е.Н., 2010; Ерошенко Ф.В. и др., 2015; Макрушин Н.М. и др., 2017). Следовательно, от того с какой эффективностью происходит повторное использование ранее накопленных азотистых соединений зависит не только величина будущего урожая зерна озимой пшеницы, но и его качество.

В наших опытах из растений азот повторно использовался на 76,3-86,0% (таблица 16). Наибольшее его количество реутилизировалось из листь-

ев (в среднем по опыту 85,6%). На втором месте по этому показателю находятся стебли (83,7%), а на третьем – элементы колоса (69,0%).

Таблица 16 – Реутилизация азота из органов растений озимой пшеницы, %.

В среднем за 2016-2018 гг.

№ варианта	Листья	Стебли	Полова	Растение
1	89,1	89,4	76,6	86,0
2	83,1	87,8	63,6	80,0
3	82,6	86,0	52,1	76,3
4	87,8	79,4	74,2	81,8
5	86,6	86,5	62,0	80,4
6	85,8	85,8	68,7	81,2
7	83,6	84,6	58,2	78,0
8	83,9	79,9	74,8	80,5
9	85,1	83,3	76,3	82,4
10	88,0	86,7	70,4	83,3
11	84,0	75,6	79,4	80,3
12	85,7	82,1	69,8	80,3
13	87,0	80,7	71,2	80,9

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Следует отметить, что применение комплексных физиологически ак-

тивных веществ на посевах озимой пшеницы в наших исследованиях не повышало величину реутилизации. Это вполне объяснимо, так как использование КФАВ вело к существенному увеличению содержания азота в растениях. Известно, что улучшение условий выращивания, в том числе условий питания, снижает эффективность процесса повторного использования азотистых веществ растениями озимой пшеницы (Ерошенко Ф.В. и др., 2015; Ерошенко Ф.В., Ерошенко А.А., 2016). Поэтому сохранение исходного уровня реутилизации при общем улучшении азотного питания – несомненно, положительный фактор.

Наименьшее снижение уровня реутилизации азота из листьев в наших опытах отмечено на вариантах Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI) и Атланте Плюс (VIII) (на 1,2 и 1,3 % соответственно), а наибольшее – Аминокат 10% (IV) и Райкат Старт (с) (на 6,0 и 6,5% соответственно). На вариантах с наибольшей насыщенностью использования комплексных физиологических веществ в технологии возделывания: Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) и Райкат Старт (с)+Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI), снижение уровня реутилизации азота из листьев составило всего 3,4 и 2,2%.

Наименьшее снижение реутилизации азота из стеблей в наших опытах продемонстрировали варианты Райкат Старт (с), Аминокат 10% (IV), Райкат Старт (с)+Аминокат 10% (IV), Нутривант Зерновой (XI), Аминокат 10% (IV)+Нутривант Зерновой (XI) – на 1,6, 3,4, 2,9, 3,6 и 2,7% соответственно. А на вариантах Атланте Плюс (VIII), Райкат Старт (с)+Нутривант Зерновой (XI) и Атланте Плюс (VIII)+Нутривант Зерновой (XI) такое снижение достигало 10,0, 9,5 и 13,6% соответственно.

Применение Атланте Плюс в колошение и Нутриванта Зернового в период налива зерна в наших исследованиях способствовало повышению уровня реутилизации азота из колосьев на 2,8 абсолютных %. А на варианте Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) отмечалось сохранение её величины на уровне контроля. Наибольшее снижение количества повторно используемого

азота из колосьев отмечено на вариантах Райкат Старт (с), Нутривант Зерновой (XI), Райкат Старт (с)+Атланте Плюс (VIII) и Аминокат 10% (IV) – на 13,0, 14,6, 18,4 и 24,5%.

Применение комплексных физиологически активных веществ в технологии выращивания озимой пшеницы в наших опытах снижало уровень реутилизации азота в целом из растения в среднем на 5,6%. Уменьшение этого показателя в пределах статистической ошибки (менее 5%) отмечено на вариантах с использованием препарата Атланте Плюс: Атланте Плюс (VIII), Райкат Старт (с)+Аминокат 10% (IV), Аминокат 10% (IV)+Атланте Плюс (VIII) и Аминокат 10% (IV)+Нутривант Зерновой (XI) – на 4,2, 4,8, 3,6 и 2,7% соответственно. Наибольшее ухудшение условий повторного использования растениями озимой пшеницы азотистых веществ отмечено на вариантах Аминокат 10% (IV) и Райкат Старт (с)+Атланте Плюс (VIII) – на 9,7 и 8,1% соответственно.

Процесс повторного использование азота является составной частью основных источников азотистых веществ при формировании урожая зерна озимой пшеницы. Кроме реутилизируемого растения используют азот, поглощенный из почвы в генеративный период. Оценка этих двух источников позволяет дать характеристику технологических приемов возделывания по эффективности азотного питания растений. Улучшение условий выращивания, как правило, ведет к снижению активности продукционных процессов, в том числе и метаболизма азота (Ерошенко Ф.В. и др., 2015; Ерошенко Ф.В., Ерошенко А.А., 2016). Поэтому использование приемов, повышающих эффективность азотного питания растений – один из путей интенсификации зернового производства.

С помощью балансового метода (Ерошенко Ф.В. и др., 2015) было установлено, что в среднем по вариантам в зерне озимой пшеницы 62,7% азота – это азот, повторно использованный растениями из их органов, а 37,3% – азот, поглощенный из почвы в генеративный период (рисунок 19). В реутилизированном азоте 28,8% – листовая азот, 20,5% – стеблевой и 13,4%

– азот колосьев.

Применение комплексных физиологически активных веществ способствует увеличению (в среднем на 22,7 относительных %) доли реутилизированного азота в азоте зерна озимой пшеницы.

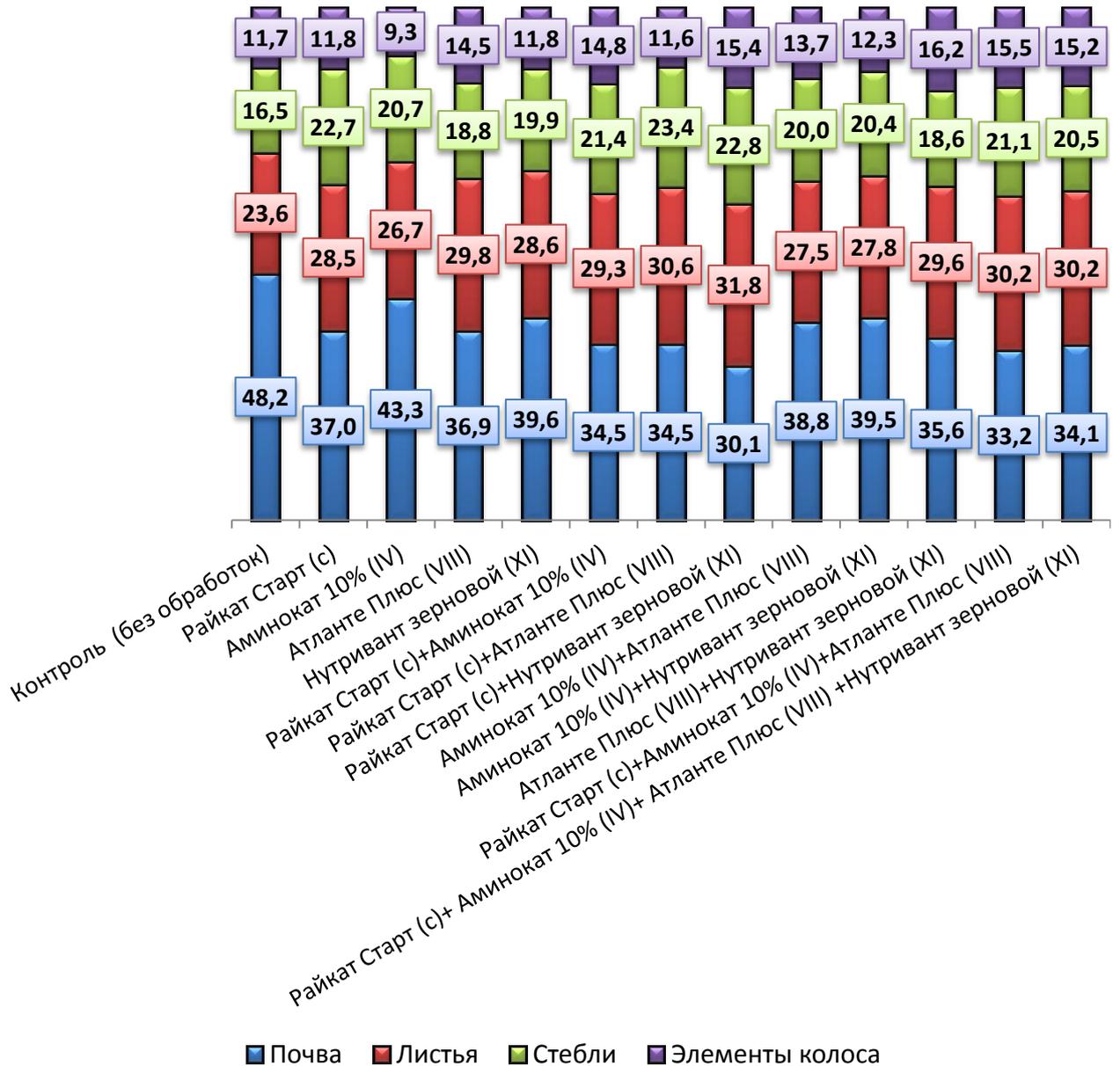


Рисунок 19 – Источники азота при формировании зерна озимой пшеницы, %.
В среднем за 2016-2018 гг.

Наибольшее (на 21,6-35,0%) увеличение отмечено на вариантах с использованием предпосевной обработки семян препаратом Райкат Старт:

Райкат Старт, Райкат Старт (с)+Аминокат 10% (IV), Райкат Старт (с)+Атланте Плюс (VIII), Райкат Старт (с)+Нутривант Зерновой (XI), Райкат Старт (с)+Аминокат 10% (IV)+Атланте Плюс (VIII) и Райкат Старт (с)+Аминокат 10% (IV)+Атланте Плюс (VIII)+Нутривант Зерновой (XI) – на 21,6, 26,4, 26,5, 35,0, 29,0 и 27,1% соответственно. Наилучшие результаты показало совместное использование предпосевной обработки семян Райкатом Старт и некорневая подкормка посевов в налив зерна Нутривантом Зерновым – увеличение по сравнению с контролем составило 35,0%. Наименьшее увеличение доли реутилизированного азота в азоте зерна наблюдалось на большинстве вариантов с использованием Аминаката Плюс в качестве подкормок в фазу весеннего кущения: Аминокат 10% (IV), Аминокат 10% (IV)+Атланте Плюс (VIII) и Аминокат 10% (IV)+Нутривант Зерновой (XI) – на 9,4, 18,2 и 16,8% соответственно. Аналогичные закономерности нами получены для листьев и стеблей.

Исследования показали, что на вариантах Атланте Плюс (VIII), Райкат Старт (с)+Аминокат 10% (IV), Райкат Старт (с)+Нутривант Зерновой (XI), Атланте Плюс (VIII)+Нутривант Зерновой (XI), Райкат Старт (с)+Аминокат 10% (IV)+Атланте Плюс (VIII) и Райкат Старт (с)+Аминокат 10% (IV)+Атланте Плюс (VIII)+Нутривант Зерновой (XI) отмечалось существенное (более 20%) увеличение доли реутилизированного азота из элементов колоса в азоте зерна – на 24,0, 26,0, 31,0, 38,1, 32,1 и 29,3% соответственно. Использование Аминаката на IV этапе органогенеза вело к снижению этого показателя на 20,4%, а применение Райкат Старт (с), Нутривант Зерновой (XI) и Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII) не меняло величины доли азота, реутилизированного из колосьев в азоте зерна.

Таким образом, применение комплексных физиологически активных веществ в технологии выращивания озимой пшеницы снижает уровень реутилизации азота из растения в среднем на 5,6%. Уменьшение этого показателя в пределах статистической ошибки (менее 5%) отмечено на вариантах с использованием препарата Атланте Плюс. Применение комплексных физио-

логически активных веществ способствует увеличению (в среднем на 22,7 относительных %) доли реутилизированного азота в азоте зерна. Наибольшее (на 21,6-35,0%) увеличение отмечено на вариантах с использованием предпосевной обработки семян препаратом Райкат Старт.

ГЛАВА 5

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

5.1. Урожайность зерна

Результатирующей характеристикой условий роста и развития растений сельскохозяйственных культур в течение всей вегетации является их урожайность, которая концентрирует в себе результат всего спектра процессов, протекавших в растениях: от прорастания семян до полной спелости (Pikul J.L. et al., 2001; Yuan L., et al., 2002; Abdou G., et al., 2016; Максютлов Н.А., Зоров А.А., 2016; Mitra S., et al., 2018).

Наши исследования показали, что использование комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы способствует повышению урожайности зерна (таблица 17, приложения 10, 15). Прибавка урожая зерна в среднем за годы исследований находилась в пределах 0,40-1,08 т/га или 7,4-20,2% по отношению к контролю. Наименьшее увеличение отмечено на вариантах с применением комплексных физиологически активных веществ по отдельности (на 0,40-0,64 т/га). Следует отметить, что даже на варианте, где был применен препарат Нутривант Зерновой в налив зерна, прибавка урожайности составила 0,59 т/га или 11,0%. Полученные результаты объясняются более продолжительным функционированием растений озимой пшеницы в генеративный период на этом варианте, а также благоприятными условиями азотного питания в конце вегетации.

Наибольшую прибавку урожайности при использовании комплексных физиологически активных веществ по отдельности показал препарат Атланте Плюс, примененный в колошение, – на 0,64 т/га (12,0%) по сравнению с контролем.

Таблица 17 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на урожайность зерна озимой пшеницы (комбайновая урожайность).

Среднее за 2016-2018 гг.

№ вариан- та	Урожайность зерна, т/га	Прибавка урожайности к контролю	
		т/г	%
1	5,35	-	-
2	5,74	0,40	7,4
3	5,88	0,53	9,9
4	5,99	0,64	12,0
5	5,94	0,59	11,0
6	5,87	0,53	9,9
7	5,94	0,59	11,0
8	6,09	0,74	13,8
9	6,19	0,85	15,8
10	6,16	0,82	15,3
11	6,02	0,67	12,6
12	6,16	0,81	15,1
13	6,43	1,08	20,2
НСР ₀₅	0,28	-	-

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Такие результаты обусловлены более активной работой фотосинтетического аппарата в генеративный период. Так, содержание хлорофилла в фазу молочно-восковой спелости в растениях этого варианта составляло 0,74

мг/г, в то время как на контроле – всего 0,34 мг/г (таблица 3).

Совместное использование комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы показало, что на большинстве вариантов с Райкатом Старт и Аминокатом 10% отмечена наибольшая прибавка урожайности зерна по сравнению с контролем. Применение Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI), Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) и Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI) вело к повышению урожайности зерна с 1 га на 0,74, 0,81 и 1,08 т или на 13,8, 15,1 и 20,2% соответственно. На вариантах Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII), Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI), Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) и Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI) такая прибавка составила 0,85, 0,82, 0,81 и 1,08 т/га или 15,8, 15,3, 15,1 и 20,1% соответственно. Полученные результаты полностью согласуются с данными по фотосинтетической продуктивности. Так, на вариантах, где использовались комплексных физиологически активные вещества Райкат Старт и Аминокат 10% отмечались и высокое содержание хлорофилла, и достаточно большие значения Хлорофиллового фотосинтетического потенциала, а также более продолжительная работа ассимиляционного аппарата.

Анализ биологической урожайности растений при использовании комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы показал, что полученные данные полностью согласуются с результатами комбайновой уборки (таблица 18). Урожайность общей биомассы находится в полном соответствии с урожайностью зерна – коэффициент корреляции между этими величинами составил 0,95. Как следствие, коэффициент хозяйственной эффективности ($K_{хоз}$) слабо варьирует – 0,42-0,45. Тем не менее, прослеживается явно выраженная тенденция к уменьшению этого показателя с увеличением урожайности. Так, на контроле $K_{хоз}=0,44$, в то время как на варианте с максимальной урожайностью (Райкат Старт (с) +

Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI) он составил 0,42.

Таблица 18 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на биологическую урожайность озимой пшеницы.

Среднее за 2016-2018 гг.

№ варианта	Урожайность биомассы, г/м ²	Урожайность зерна, г/м ²	K _{хоз}
1	1462,2	643,3	0,44
2	1553,3	687,2	0,44
3	1626,6	691,7	0,43
4	1540,3	694,6	0,45
5	1572,0	701,9	0,45
6	1647,6	703,5	0,43
7	1685,2	718,7	0,43
8	1749,2	732,1	0,42
9	1730,1	736,8	0,43
10	1767,7	733,3	0,42
11	1638,6	707,3	0,44
12	1728,1	742,3	0,43
13	1854,1	769,3	0,42

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, **IV**, **VIII** и **XI** – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

Наряду с биомассой, одним из главных показателей роста растений является их высота. Кроме того, этот показатель может служить характеристи-

кой рост регулирующих свойств физиологически активных веществ. Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что все изученные нами препараты в той или иной степени обладают ростостимулирующим действием (рисунок 20).

Высота растений, см

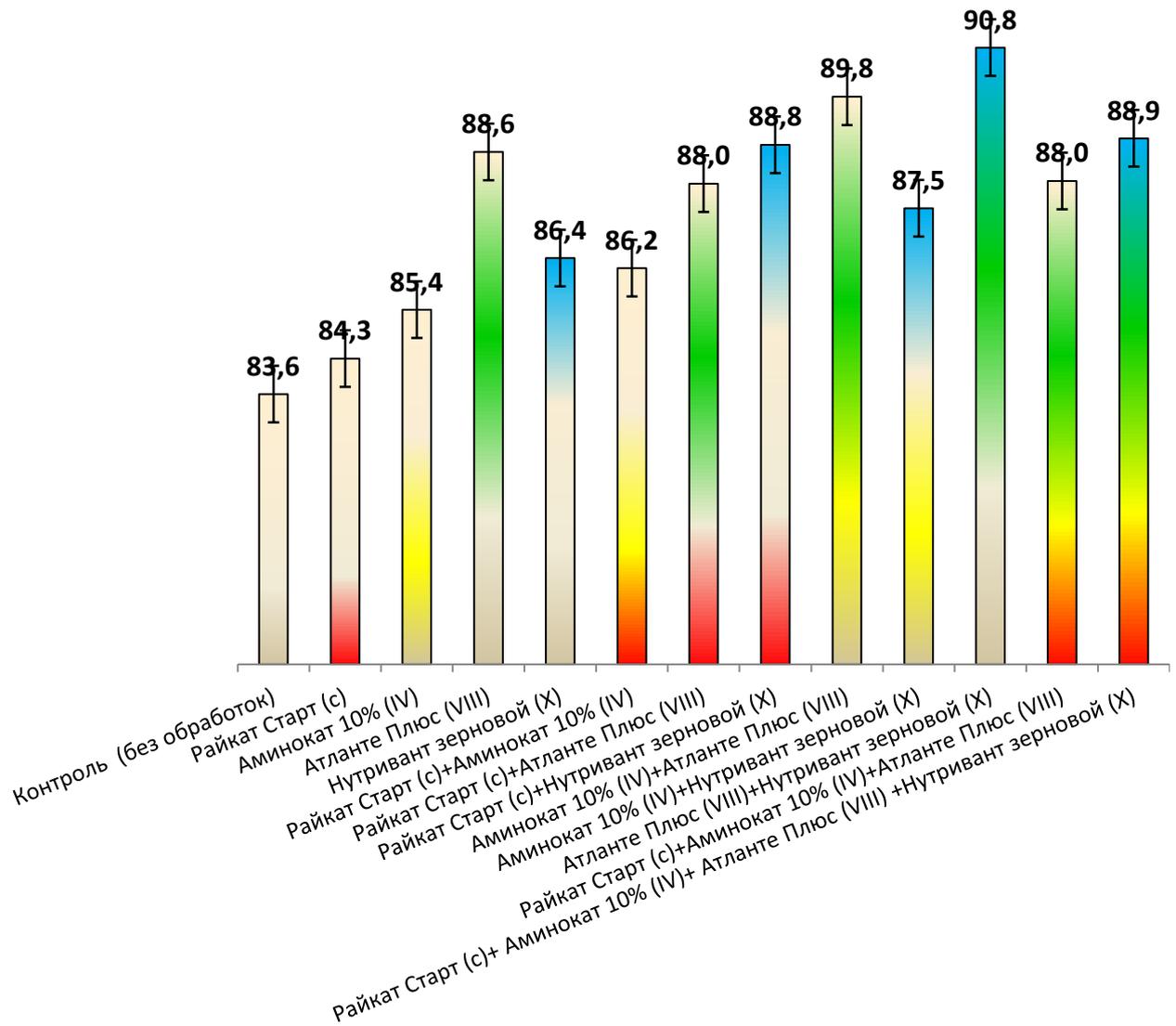


Рисунок 20 – Высота растений озимой пшеницы при использовании комплексных физиологически активных веществ в технологии выращивания, см. В среднем за годы исследований. *Результаты однофакторного дисперсионного анализа – различия значимы для $p < 0,05$, $F = 2,3624$, $F_{критическое} = 2,1479$ (Приложение 14)*

Наилучшие результаты по высоте растений при использовании в отдельности показал препарат Атланте Плюс (на 6,0 см). Хотя время действия Нутриванта Зернового самое короткое (с фазы налива зерна до полной спелости), тем не менее, он занимает второе место по стимуляции роста растений (на 2,83 см). Совместное применение комплексных физиологически активных веществ с использованием Атланте Плюс и Нутриванта Зернового также способствуют повышению высоты посева на 5,2-8,6%.

Таким образом, применение комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы способствует повышению урожайности зерна на 0,40-1,08 т/га или на 7,4-20,2%. Наибольшую прибавку урожайности при использовании КФАВ по отдельности показал препарат Атланте Плюс – на 0,64 т/га или 12,0%, а при совместным применением – варианты с Райкатом Старт и Аминокатом 10% (на 0,74-1,08 т/га или на 13,8-20,2%). Полученные результаты хорошо согласуются с данными по фотосинтетической продуктивности. Препараты Атланте Плюс и Нутривант Зерновой обладают ростостимулирующим действием. Их применение повышает высоту посева на 2,83-7,19 см.

5.3. Структура урожая

Структура урожая показывает, какие элементы её определяющие, являются главными при формировании конечной продуктивности сельскохозяйственных культур. Наиболее значимым среди таких показателей, по мнению некоторых ученых, оказывающих наибольшее влияние на урожайность зерна озимой пшеницы, является продуктивный стеблестой, а вклад этого элемента структуры в урожайность может достигать 80%. В наших исследованиях применение комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания способствовало сохранению продуктивного стеблестоя к концу вегетации в среднем за годы исследований на 21-78 шт./м² (таблица 19). На вариантах Аминокат (IV), Райкат Старт (с) + Атланте Плюс

(VIII), Аминокат (IV) + Атланте Плюс (VIII), Аминокат (IV) + Нутривант Зерновой (XI), Райкат(с) + Аминокат (IV) + Атланте (VIII) и Райкат (с) + Аминокат (IV) + Атланте (VIII) + Нутривант (XI) такое превышение составило более 10%.

Таблица 19 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на структуру урожая озимой пшеницы

Среднее за 2016-2018 гг.

№ варианта	Продуктивный стеблестой, шт/м ²	Масса 1000 зёрен, г	Озерненность колоса, шт	Масса зерна колоса, г
1	545,6	38,7	30,4	1,18
2	567,7	38,7	31,1	1,21
3	610,0	39,1	29,0	1,14
4	573,9	39,0	31,0	1,21
5	566,1	39,9	31,1	1,25
6	575,4	39,8	21,0	1,23
7	604,3	39,1	30,5	1,19
8	599,7	39,3	31,8	1,24
9	610,7	40,0	30,4	1,22
10	612,1	39,8	30,3	1,21
11	577,6	40,1	30,7	1,23
12	601,3	40,3	31,0	1,24
13	623,3	41,2	30,4	1,24

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Наилучшие результаты по сохранению продуктивного стеблестоя к концу вегетации показал вариант с применением всех изученных комплексными физиологически активных веществ: Райкат(с) + Аминокат (IV) + Атланте (VIII) и Райкат (с) + Аминокат (IV) + Атланте (VIII) + Нутривант (XI) – на 78 шт./м² или на 14,3%.

В наших опытах отмечалось либо повышение, либо наблюдалась тенденция к увеличению массы 1000 зерен при использовании комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы. Наилучшие результаты показали варианты Нутривант Зерновой (XI), Аминокат (IV) + Атланте Плюс (VIII), Атланте (VIII) + Нутривант (XI), Райкат (с) + Аминокат (IV) + Атланте (VIII) и Райкат (с) + Аминокат (IV) + Атланте (VIII) + Нутривант (XI), у которых масса 1000 зерен превышала контрольный вариант на 3,1-6,5%.

Следует отметить, что в наших опытах в среднем за годы исследования мы не отметили определенно выраженных закономерностей по влиянию КФАВ на озерненность колоса.

Исследования показали, что применение органоминеральных веществ на посевах озимой пшеницы увеличивало (до 5,3%) вес зерна с 1 колоса, за исключением варианта Аминокат (IV), у которого отмечалось снижение этого показателя на 3,8%.

Таким образом, применение физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы способствует увеличению значений показателей, определяющих структуру урожая: продуктивного стеблестоя (до 14,3%), массы 1000 зерен (до 6,5%) и веса зерна с 1 колоса (до 5,3%). Полученные превышения над контролем не так велики, но если учесть, что они суммируются друг с другом, то общий результат существенен. Так, например, как уже отмечалось, на варианте Райкат (с) + Аминокат (IV) + Атланте (VIII) + Нутривант (XI) прибавка урожая по сравнению с контролем составила 1,08 т/га или 20,2%.

5.3. Качество зерна

Использование комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы оказывает влияние не только на урожайность зерна, но и на его качественные характеристики (таблица 20, приложение 11). В среднем за годы исследований применение КФАВ повышало содержание белка в зерне на 0,4 абсолютных процента. Наибольшее увеличение отмечено на большинстве вариантов с предпосевной обработкой семян препаратом Райкат Старт: Райкат Старт (с), Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII), Райкат (с) + Аминокат (IV) + Атланте (VIII) и Райкат (с) + Аминокат (IV) + Атланте (VIII) + Нутривант (XI) – на 0,9, 0,8, 0,6 и 0,3% соответственно.

Такая же закономерность прослеживается и для такого показателя качества зерна как содержание сырой клейковины. Так, на вариантах с Райкат Старт: Райкат Старт (с), Райкат Старт (с) + Аминокат (IV), Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII), Райкат (с) + Аминокат (IV) + Атланте (VIII) и Райкат (с) + Аминокат (IV) + Атланте (VIII) + Нутривант (XI) увеличение сырой клейковины по сравнению с контролем составляет 3,1, 1,8, 2,8, 1,9, 1,6, 2,1 и 2,3 абсолютных %. Кроме того, существенное увеличение сырой клейковины в зерне отмечено на вариантах Нутривант Зерновой (XI) – на 1,5%, Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI) – на 1,6%, Аминокат (IV) + Нутривант Зерновой (XI) – на 1,6%, Райкат (с) + Аминокат (IV) + Атланте (VIII) + Нутривант Зерновой (XI) – на 1,8%. То есть, использование препарата Нутривант Зерновой в налив зерна способствовало в наших опытах повышению количества сырой клейковины на 1,5-1,8%.

Применение комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы существенно не ухудшало качество клейковины. В наших опытах в среднем за годы исследований использование КФАВ в технологии возделывания повышало показания ИДК всего на 5 ед.

В наших опытах использование комплексных физиологически активных веществ повышало стекловидность зерна в среднем по вариантам на

1,3%.

Таблица 20 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на качество зерна озимой пшеницы.

Среднее за 2016-2018 гг.

№ вариан- та	Белок, %	Сырая клейковина, %	Показатель ИДК	Стекловид- ность, %	Группа качества
1	12,3	20,8	61,2	67,7	I
2	13,2	23,8	67,8	75,0	I
3	12,4	21,6	63,1	69,7	I
4	12,4	22,1	69,2	68,6	I
5	12,5	22,3	64,1	62,6	I
6	12,5	22,5	65,2	62,1	I
7	13,1	23,6	70,5	66,7	I
8	12,5	22,3	64,8	65,2	I
9	12,4	22,7	67,2	71,2	I
10	12,7	22,4	71,2	63,1	I
11	12,4	21,6	60,8	76,5	I
12	12,9	22,8	65,5	80,2	I
13	12,6	23,1	64,7	66,1	I
НСП ₀₅	0,4	1,1	3,2	3,4	

Варианты:**1** – Контроль (без обработок)**2** – Райкат Старт (с)**3** – Аминокат 10% (IV)**4** – Атланте Плюс (VIII)**5** – Нутривант Зерновой (XI)**6** – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)**7** – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)**8** – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)**9** – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)**10** – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)**11** – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)**12** – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)**13** – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)с – обработка семян, **IV**, **VIII** и **XI** – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Все это способствовало тому, что применение органоминеральных препаратов в технологии возделывания озимой пшеницы не ухудшало группы качества зерна, которая была I.

Как было показано выше, в среднем за вегетацию наибольшее увеличение количества азота в листьях и стеблях нами отмечено на вариантах с использованием препарата Райкат Старт (в листьях на 11,2-11,9%, в стеблях на 2,5-14,0%). Наибольшее содержание азота в растениях в конце генеративного периода отмечено при применении препарата Нутривант Зерновой в налив зерна (на 64,8-102,2%). Также было установлено, что применение Нутриванта Зернового в колосшение способствует наибольшему повышению активности ключевого фермента азотного обмена в растениях озимой пшеницы – нитратредуктазы (в зависимости от варианта она повышалась на 31,4-79,0%). Все это объясняет полученные нами результаты по качеству зерна озимой пшеницы.

Таким образом, применение комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы способствует улучшению качества зерна. Отмечается повышение в зерне количества белка на 0,1-0,9, а сырой клейковины на 0,8-3,1 абсолютных %. Наибольшее повышение качественных показателей наблюдались на вариантах с применением Райкат Старта и Нутриванта Зернового. Полученные результаты полностью согласуются с установленными нами закономерностями особенностей азотного питания растений озимой пшеницы при использовании комплексных физиологически активных веществ.

ГЛАВА 6

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

Возделывание озимой пшеницы в наших опытах проводилось по технологии, принятой в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края, которая для парового предшественника предусматривает следующие основные приемы: двукратное лущение стерни, промежуточная культивация, внесение удобрений, предпосевная культивации, посев, прикатывание, уход за посевами (борьба с сорняками и вредителями) и уборка урожая. Все технологические приемы проводили отечественной техникой, что существенно снизило амортизационные отчисления и затраты на текущий и капитальный ремонт.

Экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы определяли согласно методике, утверждённой ВНИИЭСХ, с использованием компьютерной программы АРМагронома, разработанной в лаборатории ГИС технологий ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ».

При расчёте производственных затрат, прибыли и других стоимостных показателей были использованы рыночные цены 2018 года.

По данным региональных органов управления АПК среднероссийские цены на пшеницу 3 класса в 2018 г. составили 11,8 тыс. руб./т, на пшеницу 4 класса – 11,3 тыс. руб./т, на пшеницу 5 класса – 10,9 тыс. руб./т.

Для установления потенциала экономической эффективности применения комплексных физиологически активных веществ при выращивании озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края, нами был проведен расчет затрат по основным технологическим приемам. Для анализа были выбраны следующие показатели в расчете на 1 га посевов: уровень затрат на оплату труда, а также стоимость горюче-смазочных материа-

лов, минеральных удобрений, средств защиты растений, семян, КФАВ, амортизации основных средств, ремонта техники и её содержания. Кроме того, в расчет были включены общехозяйственные расходы, представляющие собой административно-управленческие затраты, которые не связаны непосредственно с производством продукции. К ним относятся: содержание общего хозяйственного персонала, амортизационные отчисления и расходы на ремонт основных средств управления и общего экономического назначения; арендная плата за общие хозяйственные помещения и прочие расходы.

Анализ структуры затрат показал, что для всех вариантов опыта наибольшая статья приходится на общехозяйственные расходы – 24,5-26,0%. Далее идут минеральные удобрения – 22,1-23,8%, ГСМ – 12,5-12,9 %, в то время как расходы на применение комплексных физиологически активных веществ составили лишь 0,4-4,1 % от общепроизводственных затрат (таблица 21).

В структуре прямых затрат при возделывании озимой пшеницы по чистому пару с использованием КФАВ наибольший удельный вес приходится на минеральные удобрения – 30,1-32,2%. Горюче-смазочные материалы в затратах составляют 16,7-17,3%, а амортизация и ремонт техники – 13,3-14,2%.

Анализ полученных данных показал, что минимальные производственные затраты были получены на контрольном варианте и составили 30 239 руб./га, а максимальные – на варианте с применением всех комплексных физиологически активных веществ – 32 631 руб./га.

Прямые затраты при возделывании озимой пшеницы колебались от 22,4 до 24,6 тыс. руб./га. Наименьшей себестоимость зерна была на варианте Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) и составила 3802 руб./т.

Анализируя полученные данные по экономической эффективности применения физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края можно отметить, что этот технологический прием значительно снижает себестоимость и увеличивает прибыль в расчете на 1 га посевной площади по сравнению с контролем:

от 14,0% на варианте Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV), до 38,1% при использовании Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант зерновой (XI) (таблица 22).

Таблица 21 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на структуру затрат при возделывании озимой пшеницы

Номер варианта	Полные затраты, руб.		Прямые затраты, руб.		Удельный вес стоимости КФАВ в структуре затрат, %	
	на 1 га	на 1 т	на 1 га	на 1 т	полных	прямых
1	30239	5652	22366	4181	0,0	0,0
2	30595	5330	22693	3953	0,4	0,5
3	30695	5220	22800	3878	0,8	1,1
4	30871	5154	22964	3834	1,3	1,8
5	31055	5228	23148	3897	1,9	2,5
6	31151	5307	23167	3947	1,1	1,5
7	31321	5273	23331	3928	1,7	2,2
8	31505	5173	23515	3861	2,2	3,0
9	31544	5096	23534	3802	2,1	2,8
10	31733	5151	23718	3850	2,6	3,5
11	31899	5299	23882	3967	3,1	4,2
12	31737	5152	23741	3854	2,4	3,2
13	32631	5075	24643	3833	4,1	5,5

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Таблица 22 – Экономическая эффективность применения физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края

Номер варианта	Цена реализации, руб./т	Прибыль (руб.) в расчете:		Рентабельность, %
		на 1 т	на 1 га	
1	11300	5648	30216	99,9
2	11800	6470	37137	121,4
3	11300	6080	35749	116,5
4	11300	6146	36816	119,3
5	11300	6072	36067	116,1
6	11300	5993	35181	112,9
7	11800	6527	38771	123,8
8	11300	6127	37312	118,4
9	11300	6204	38403	121,7
10	11300	6149	37875	119,4
11	11300	6001	36127	113,3
12	11300	6148	37871	119,3
13	11800	6725	43243	132,5

Варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, IV, VIII и XI – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Высокую прибыль в расчёте на 1 га обеспечивают варианты с применением Райкат Старт (с) – 38,3 тыс. руб., Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII) – 32,6 тыс. руб., и Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант зерновой (X) – 35,5 тыс. руб.

Расчёт экономических показателей свидетельствует о том, что в наших опытах самая высокая себестоимость зерна (5652 руб./т) и самая низкая рентабельность возделывание озимой пшеницы (99,9%) была получена на контрольном варианте, где комплексные физиологически активные веществ не

применялись. Самая низкая себестоимость зерна наблюдалась на варианте Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI) – 5075 руб./т, на этом же варианте отмечалась и самая высокая рентабельность – 132,5%.

Таким образом, применение комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы является экономически эффективным: рентабельность повышается на 13,0-32,5%, а прибыль на тонну зерна – на 345-1077 руб. Наилучшие результаты показали варианты Райкат Старт (с), Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII) и Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI), у которых отмечен максимальный уровень рентабельности (121,4; 123,8 и 132,5%) и прибыли в расчете на 1 т (увеличение по сравнению с контролем составляет 822, 879 и 1077 руб. или 14,5, 15,6 и 19,1%).

ГЛАВА 7**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПОСЕВАХ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Наши исследования по установлению особенностей формирования урожая и качества зерна озимой пшеницы при использовании комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания были проведены на паровом предшественнике. Это связано с тем, что механизмы влияния КФАВ на продукционный процесс наиболее полно можно раскрыть при благоприятных условиях роста и развития растений сельскохозяйственных культур. Чтобы установить эффективность применения изученных органо-минеральных удобрений на посевах озимой пшеницы в условиях производства, нами были проведены испытания комплексных физиологически активных веществ в хозяйствах Ставропольского края, расположенных в различных почвенно-климатических зонах, на посевах озимой пшеницы различных сортов, размещенных по различным предшественникам. При проведении испытаний была использована агротехника обычная для зоны.

СПК «Мелиоратор» Труновского района

В 2018 году были заложены опыты в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края – СПК «Мелиоратор» Труновского района (таблица 23). Среднегодовая температура воздуха здесь составляет 11,29°C, а годовое количество осадков – 646 мм (в среднем за 1988-2018гг). Предшественник – кукуруза на зерно, сорт озимой пшеницы – Сила. Площадь опыта – 180,62 га. В этом опыте испытывали следующие варианты: 1) контроль; 2) Аминокат 10% (0,3 л/га IV э.о.г.) + Нутривант (1,5 кг/га IV э.о.г.) и 3) Аминокат 10% (0,3 л/га IV э.о.г.) + Нутривант (1,5 кг/га IV э.о.г.) + Аминокат 10% (0,3 л/га X э.о.г.) + Нутривант Плюс Зерновой (2 кг/га X э.о.г.).

Таблица 23 – Эффективность комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы в СПК «Мелиоратор» Труновского района Ставропольского края, 2018 год.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
		т/га	%
1. Контроль	5,10	-	-
2. Аминокат 10% (0,3 л/га IV э.о.г.) + Нутривант (1,5 кг/га IV э.о.г.)	5,62	0,52	12,6
3. Аминокат 10% (0,3 л/га IV э.о.г.) + Нутривант (1,5 кг/га IV э.о.г.) + Аминокат 10% (0,3 л/га X э.о.г.) + Нутривант Плюс Зерновой (2 кг/га X э.о.г.)	5,91	0,81	15,8

Исследования показали, что применение Аминаката и Нутриванта ранней весной способствует повышению урожайности зерна озимой пшеницы на 0,52 т/га или на 12,6% по сравнению с контролем, а их использование ранней весной и в налив зерна – на 0,81 т/га или на 15,8%.

ООО «Агросоюз Красногвардейский» Красногвардейского района

Среднегодовая температура воздуха в Красногвардейском районе составляет 11,31°C, годовое количество осадков – 561 мм. Предшественник – лен, сорт – Лебедь. Площадь опыта – 80 га.

В опыте изучали следующие варианты (таблица 24): 1) Контроль; 2) Райкат Старт (обработка семян 0,5 л/т) + Аминокат 10% (0,3 л/га IV э.о.г.); 3) Райкат Старт (обработка семян 0,5 л/т) + Аминокат 10% (0,3 л/га IV э.о.г.) + Нутривант (2,0 кг/га IV э.о.г.). Исследования показали, что использование препарата Райкат Старт для предпосевной обработки семян и Аминокат 10%

в фазу весеннего кушения способствовало повышению урожайности зерна озимой пшеницы на 0,37 т/га или на 6,7%. В то же время, совместное применение Райкат Старта, Аминоката и Нутриванта усиливает эффект до 0,63 т/га, что составляет 11,4%.

Таблица 24 – Эффективность комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы в ООО «Агросоюз Красногвардейский» Красногвардейского района Ставропольского края, 2017 год.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
		т/га	%
1. Контроль	5,54	-	-
2. Райкат Старт (обработка семян 0,5 л/т) + Аминокат 10% (0,3 л/га IV э.о.г.)	5,91	0,37	6,7
3. Райкат Старт (обработка семян 0,5 л/т) + Аминокат 10% (0,3 л/га IV э.о.г.) + Нутривант (2,0 кг/га IV э.о.г.)	6,17	0,63	11,4

Колхоз «Родина» Новоселицкого района

В колхозе «Родина» Новоселецкого района в 2017 году была изучена эффективность применения препаратов Аминакат и Нутривант на посевах озимой пшеницы сорта Батько. Предшественник – пар. Среднегодовая температура воздуха составляет 11,11°C, годовое количество осадков – 438 мм. Общая площадь опыта – 71 га. Варианты опыта (таблица 25): 1) Контроль; 2) Аминокат 10% (0,3 л/га IV э.о.г.) + Атланте Плюс (0,5 л/га VIII э.о.г.); 3) Аминокат 10% (0,3 л/га IV э.о.г.) + Нутривант (2,0 кг/га X э.о.г.). Исследования показали, что использование Аминоката ранней весной и Атланте Плюс в колошение в засушливой зоне Ставропольского края способствует росту

урожайности зерна озимой пшеницы на 0,29 т/га (5,2%), а Аминоката ранней весной и Нутриванта в налив зерна – на 0,58 т/га (10,3%).

Таблица 25 – Эффективность комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы в Колхозе «Родина» Новоселицкого района Ставропольского края, 2017 год.

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
		т/га	%
1. Контроль	5,62	-	-
2. Аминокат 10% (0,3 л/га IV э.о.г.) + Атланте Плюс (0,5 л/га VIII э.о.г.)	5,91	0,29	5,2
3. Аминокат 10% (0,3 л/га IV э.о.г.) + Нутривант Плюс Зерновой (2,0 кг/га XI э.о.г.)	6,20	0,58	10,3

Таким образом, проведенные производственные испытания применения комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы показали высокую их эффективность не зависимо от сорта, предшественника, а также почвенно-климатических условий (прибавка урожайности зерна по сравнению с контролем составила 5,2-15,8%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы способствует увеличению относительного содержания хлорофилла в растениях. Наилучшие результаты в среднем за вегетацию показали варианты, где использовался препарат Райкат Старт (превышение по сравнению с контролем составило 0,30-0,36 мг/г или 9,8-11,8%). В конце вегетации наибольшее количество зеленых пигментов отмечено на вариантах с препаратом Нутривант Зерновой (превышение по сравнению с контролем составляет 80-100%).

Применение комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы способствует увеличению хлорофиллового фотосинтетического потенциала на 2,4-27,6% в зависимости от препаратов, времени их применения и сочетаний друг с другом.

Комплексные физиологически активные вещества, как правило, снижают чистую продуктивность фотосинтеза. Наибольшее снижение отмечено при использовании Райкат Старт, как в отдельности, так и в сочетании с другими КФАВ – на 3,7-13,3%. Применение препарата Нутривант Зерновой на посевах озимой пшеницы либо не снижает ЧПФ, либо повышает её на величину до 5,2%.

Использование комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы существенно повышает содержание азота в растениях. В среднем за вегетацию наибольшее его увеличение в листьях и стеблях отмечено на вариантах с использованием препарата Райкат Старт (в листьях на 11,2-11,9%, в стеблях на 2,5-14,0%). Наибольшее содержание азота в растениях в конце генеративного периода отмечено при применении препарата Нутривант Зерновой в налив зерна (на 64,8-102,2%).

Применение препарата Нутривант Зерновой на посевах озимой пшеницы способствует наибольшему повышению активности ключевого фермента азотного обмена в растениях озимой пшеницы нитратредуктазы (на 31,4-

79,0% в зависимости от варианта).

Применение комплексных физиологически активных веществ на посевах способствуют увеличению выноса азота растениями озимой пшеницы на 15,7-63,2%. Наилучшие результаты, в большинстве своем, показали варианты с использованием Нутриванта Зернового (увеличение достигает 51,6-63,2%).

Использование комплексных физиологически активных веществ способствует увеличению (в среднем на 22,7 относительных %) доли реутилизированного азота в азоте зерна. Наибольшее (на 21,6-35,0%) увеличение отмечено на вариантах с использованием предпосевной обработки семян препаратом Райкат Старт.

Применение комплексных физиологически активных веществ в технологии возделывания озимой пшеницы способствует повышению урожайности зерна на 0,40-1,08 т/га или на 7,4-20,2%. Наибольшую прибавку урожайности при использовании КФАВ по отдельности показал препарат Атланте Плюс – на 0,64 т/га или 12,0%, а при совместном применении – варианты с Райкатом Старт и Аминокатом 10% (на 0,74-1,08 т/га или на 13,8-20,2%).

Использование комплексных физиологически активных веществ способствует улучшению качества зерна озимой пшеницы: количество белка в зерне повышается на 0,1-0,9, а сырой клейковины – на 0,8-3,1 абсолютных %. Наибольшее улучшение качественных показателей наблюдалось на вариантах с применением Райкат Старта и Нутривант Зерновой.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для увеличения урожайности зерна и улучшения его качества в технологии возделывания озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края следует применять комплексные физиологически активные вещества. Наибольший эффект дает их использование в течение всего периода роста и развития растений по следующей схеме:
 - Предпосевная обработка семян препаратом Райкат Старт из расчета 0,5 л на тонну семян;
 - Некорневая обработка посевов препаратом Аминокат 10% на IV этапе органогенеза в дозе 0,3 л/га;
 - Некорневая обработка посевов препаратом Атланте Плюс на VIII этапе органогенеза в дозе 0,5 л/га;
 - Некорневая обработка посевов препаратом Нутривант Зерновой на XI этапе органогенеза в дозе 2 кг/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеенко А.П. Влияние листовых подкормок на продуктивность сортов озимой мягкой пшеницы / Авдеенко А.П., Авдеенко И.А. // Успехи современной науки и образования. 2015. № 2. С. 78-82.
2. Агеев, В.В. Агрохимия (южно-российский аспект) / В.В. Агеев, А.И. Подколзин. – Ставрополь: Агрус, 2005. – 488 с.
3. Агеев, В.В. Система удобрения сельскохозяйственных культур / В.В. Агеев // Системы земледелия Ставрополя: под общ. ред. А.А. Жученко, В.И. Трухачева. – Ставрополь: изд-во АГРУС, 2011. – 844 с.
4. Андрианова Ю.Е. Хлорофилльные индексы и хлорофилльные фотосинтетические потенциалы – критерии оценки потенциальной продуктивности сельскохозяйственных растений. Автореферат дис. ... доктора биологических наук . Москва, 1998.
5. Андрианова Ю.Е., Тарчевский И.А. Хлорофилл и продуктивность растений / Ю.Е.Андрианова, И.А.Тарчевский. – М.: Наука, 2000. – 135 с.
6. Бакаева Н.П. Влияние медь-, молибденсодержащего хелата и азотных удобрений на вынос азота урожаем, белок и клейковину зерна озимой пшеницы. В сборнике: Теория и практика комплексного применения регуляторов роста, микро- и макроэлементов в растениеводстве. Материалы Международной научно-практической конференции посвященной 55-летию научной деятельности доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика РАЕН, Заслуженного работника высшей школы РФ, Заслуженного деятеля науки и техники Ульяновской области, заведующего кафедрой «Биология, химия, технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» Костина Владимира Ильича. Ответственный редактор В.А. Исайчев. 2018. С. 21-26.
7. Барабаш И.П. Фитогормоны. регуляторы роста (классификация, теория, практика). – Ставрополь: изд-во АГРУС, 2009. – 384 с.
8. Барабаш И.П. Экзогенные регуляторы роста растений и их место в садо-

- водстве / И.П.Барабаш, А.М.Федоренко // В сборнике: Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Южного Федерального округа 73-я научно-практическая конференция. 2009. С. 186-188.
9. Барабаш И.П. Эффективность применения регуляторов роста на семенных сортах винограда // В сборнике: Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе 2012. С. 203-204.
 10. Барбасов Н.В. Влияние систем удобрений на продукционные процессы и урожайность среднепозднего сорта ячменя на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2. С. 114-118.
 11. Бархатова О.Л. Влияние азотных подкормок и биологически активных веществ на формирование урожая и качества зерна озимой пшеницы в условиях Центрального Предкавказья. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Ставрополь, 2008.
 12. Белоусов И.Е. Влияние сочетания корневого и некорневого питания фосфором и калием на урожайность риса / И.Е.Белоусов, В.Н.Паращенко, Н.М.Кремзин // Рисоводство. 2015. № 1-2 (26-27). С. 37-42.
 13. Бильдиева Е.А. Влияние азотных подкормок и фунгицидов на формирование урожая и качества зерна озимой пшеницы. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Ставрополь, 2008.
 14. Васин В.Г. Продуктивность и кормовая ценность гибридов кукурузы при применении минеральных удобрений и стимуляторов роста в условиях лесостепи среднего Поволжья / Васин В.Г., Кошелева И.К. // Кормопроизводство. 2017. № 9. С. 40-43.
 15. Васин В.Г. Продуктивность полевых культур при применении регуляторов роста в зоне среднего Заволжья / В.Г.Васин, А.В.Васин, Н.В.Васина, А.А.Адамов // Известия Самарской государственной сельскохозяйствен-

ной академии. 2018. Т. 3. № 3. С. 3-8.

16. Вильдфлуш И.Р. Влияние новых форм удобрений на фотосинтетическую деятельность посевов и продуктивность овса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Вильдфлуш И.Р., Мурзова О.В. // Агрохимический вестник. 2015. № 4. С. 17-19.
17. Вильдфлуш И.Р. Продуктивность, вынос элементов питания и агроэкономическая эффективность применения макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании яровой и озимой пшеницы / Вильдфлуш И.Р., Мишура О.И., Чуйко С.Р. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 23-27.
18. Власова О.И. Плодородие черноземных почв и приемы его воспроизводства в условиях Центрального Предкавказья. – Ставрополь: изд-во АГРУС, 2014. – 308 с.
19. Власова О.И. Повышение устойчивости агроэкосистемы в условиях центрального предкавказья / О.И.Власова, Г.Р.Дорожко, В.М.Передериева, И.А.Вольтерс, А.И.Тивиков // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № 1 (17). С. 185-190.
20. Власова О.И. Эффективность использования биопрепаратов при возделывании озимой пшеницы / О.И.Власова, Е.А.Данилец, В.М.Передериева, И.А.Вольтерс // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 149. С. 23-30.
21. Галеева Е.И. Нитратредуктаза листьев *Triticum Aestivum*: регуляция активности и возможная роль в образовании оксида азота / Е.И.Галеева, Т.В.Трифонова, А.А.Пономарева, Л.В.Викторова, Ф.В.Минибаева // Биохимия. 2012. Т. 77. № 4. С. 512-520.
22. Галушко Н.А. Физиологические особенности формирования продуктивности озимой пшеницы при воздействии биологически активных веществ и минеральных удобрений. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Воронежский госу-

дарственный университет. Воронеж, 2008.

23. Гасанова К.З.Г. Влияние органического удобрения на рост, развитие, фотосинтез и урожайность генотипов томата / К.З.Г.Гасанова, А.Т.О.Казиев, И.В.О.Азизов. В сборнике: Наука нового времени: сохраняя прошлое – создаем будущее Сборник научных статей по итогам Международной научно-практической конференции. 2017. С. 16-17.
24. Глуховцев В.В. Использование листовых подкормок в технологии возделывания ярового ячменя в аридных условиях Среднего Поволжья // В.В.Глуховцев, Н.В.Санина, А.А.Апаликов // Российская сельскохозяйственная наука. 2016. № 1. С. 9-11.
25. Глуховцев В.В. Стимуляторы роста в современных технологиях возделывания яровой пшеницы / Глуховцев В.В., Кукушкина Л.А., Дёмина Е.А. // Успехи современной науки. 2015. № 5. С. 19-21.
26. Голубева Н.И. Эффективность использования регуляторов роста для предпосевной обработки семян яровой пшеницы / Н.И.Голубева, А.А.Корсаков // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса молодыми учеными Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 85-летию юбилею Ставропольского государственного аграрного университета. 2015. С. 14-18.
27. Голубкина Н.А. Содержание микроэлементов в растениях китайской капусты под влиянием стимулятора роста эпина и селената натрия / Н.А.Голубкина, А.В.Темичев, В.И.Старцев, Г.И.Слепко, Л.В.Павлов // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т. 40. № 1. С. 88-91.
28. Грюнер Л.А. Влияние ретарданта тур (хлорхолинхлорид) на морфометрические показатели побегов ежевики и её потенциальную продуктивность / Л.А.Грюнер, О.В.Кулешова // Современное садоводство. 2016. № 3 (19). С. 33-37.
29. Доброхотов С.А. Использование минеральных удобрений, микроэлементов и Экстрасола для повышения урожайности озимых зерновых / С.А.Доброхотов, Г.С.Петров, А.И.Анисимов // В сборнике: Научный

вклад молодых исследователей в сохранение традиций и развитие АПК
Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов. 2016. С. 97-100.

30. Дорожко Г.Р. Земледелие Ставрополя / Г.Р.Дорожко, А.И.Войсковой, Н.С.Голоусов, В.М.Передериева, О.И.Власова, Ю.А.Кузыченко. – Ставрополь: изд-во АГРУС, 2004. – 264 с.
31. Дорожко Г.Р. Ресурсосберегающее земледелие Ставрополя / Г.Р.Дорожко, В.М.Пенчуков, В.М.Передериева, О.И.Власова, И.А.Вольтерс, А.И.Тивиков. – Ставрополь: изд-во АГРУС, 2012. – 292 с.
32. Дорожко Г.Р. Биологизация земледелия Ставрополя / Г.Р.Дорожко, В.М.Пенчуков, В.М.Передериева, О.И.Власова // Вестник АПК Ставрополя. 2013. № 2 (10). С. 31-35.
33. Ерошенко Ф.В. Азотные подкормки растений озимой пшеницы в условиях ставропольского края / Ф.В.Ерошенко, А.А.Ерошенко, Т.В.Симатин, Е.О.Шестакова, Э.С.Давидянц, И.Г.Сторчак, О.В.Семенюк // Земледелие. 2017. № 8. С. 18-20.
34. Ерошенко Ф.В. Использование азота растениями озимой пшеницы / Ф.В.Ерошенко, А.А.Ерошенко, Т.В.Симатин // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 11. С. 58-61.
35. Ерошенко Ф.В. Основные показатели фотосинтетической продуктивности растений / Ф.В.Ерошенко, Н.В.Дуденко // Бюллетень Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства. 2016. № 8. С. 119-132.
36. Ерошенко Ф.В. Основные показатели фотосинтетической продуктивности растений / Ф.В.Ерошенко, Н.В.Дуденко // Бюллетень Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства. 2016. № 8. С. 119-132.
37. Ерошенко Ф.В. Особенности фотосинтетической деятельности сортов озимой пшеницы. Из-во «Сервисшкола. Ставрополь, 2006. 198 с.
38. Ерошенко Ф.В. Радиационный режим посевов высокорослых и короткостебельных сортов озимой пшеницы // Труды Кубанского государственного университета. 2016. № 1. С. 10-14.

- ного аграрного университета. 2010. № 24. С. 58-62.
39. Ерошенко Ф.В. Реутилизация азота у растений озимой пшеницы при различных условиях выращивания / Ф.В.Ерошенко, А.А.Ерошенко // Уральский научный вестник. 2016. Т. 6. № 2. С. 168-173.
40. Ерошенко Ф.В. Фотосинтез колоса и качество зерна озимой пшеницы / Ерошенко Ф.В., Петрова Л.Н. // Земледелие. 2011. № 1. С. 43-45.
41. Ерошенко Ф.В. Фотосинтетическая продуктивность озимой пшеницы / Ерошенко Ф.В., Петрова Л.Н. // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. № 3. С. 36-38.
42. Ерошенко Ф.В. Фотосинтетическая продуктивность растений озимой пшеницы высокорослых и низкорослых сортов. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / ГОУВПО «Воронежский государственный университет». Воронеж, 2011.
43. Ерошенко Ф.В. Возможности региональной оценки качества зерна озимой пшеницы на основе спутниковых данных дистанционного зондирования / Ф.В.Ерошенко, С.А.Барталев, В.В.Кулинцев, С.И.Г.Сторчак, Е.О.Шестакова, Т.В.Симатин // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 7. С. 153-165.
44. Есаулко А.Н. Пути оптимизации систем удобрений в севооборотах Центрального Предкавказья. – Ставрополь: изд-во АГРУС, 2006. – 304 с.
45. Есаулко А.Н. Оптимизация систем удобрений в Центральном Предкавказье / А.Н.Есаулко, В.В.Агеев, М.С.Сигида, В.А.Бузов // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 63-65.
46. Есаулко А.Н. Особенности проведения ранневесенних азотных подкормок озимых зерновых культур в различных почвенно-климатических зонах Ставропольского края / А.Н.Есаулко, В.В.Агеев, А.Ф.Донцов, Ю.Н.Попов, Ю.И.Гречишкина, М.С.Сигида, Е.В.Голосной // Вестник АПК Ставрополья. 2011. № 1 (1). С. 11-14.
47. Есаулко А.Н. Влияние минеральных удобрений на содержание элементов питания в черноземе выщелоченном и урожайность кориандра /

- А.Н.Есаулко, А.О.Касаткина // Вестник АПК Ставрополя. 2019. № 2 (34). С. 52-56.
48. Ефремов И.В. Использование стимуляторов роста и развития растений при возделывании сахарной свеклы / И.В.Ефремов, Н.А.Кириллов, А.И.Волков // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2011. № 2 (23). С. 58-62.
49. Жандаулетов Е.А. Влияние дробного внесения азота на продуктивность посева и качество зерна озимой пшеницы / Е.А.Жандаулетов, В.Б.Щукин // В книге: Тезисы докладов ежегодной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов посвященной 65-летию Оренбургской государственной сельскохозяйственной академии Оренбургская государственная сельскохозяйственная академия . 1995. С. 51-52.
50. Жолик Г.А. Влияние стимулятора роста райкат на рост, развитие и продуктивность озимого рапса / Г.А.Жолик, А.М.Луковец, А.Л.Ключник. В сборнике: Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. Сборник научных трудов. Под редакцией В.К. Пестиса. Гродно, 2016. С. 78-85.
51. Жолик Г.А. Завязываемость плодов озимого рапса и сохраняемость их к уборке в зависимости от расположения бокового побега на растении / Г.А.Жолик, А.М.Луковец. В сборнике: Сельское хозяйство - проблемы и перспективы. Сборник научных трудов. Под редакцией В. К. Пестиса. Гродно, 2017. С. 76-82.
52. Зайнуллин И.Р. Влияние некорневых подкормок серой и азотом на качество зерна пшеницы / И.Р.Зайнуллин, Р.Р.Гайфуллин // В сборнике: Инновации, экобезопасность, техника и технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2012. С. 52-54.
53. Илларионова Т.А. Действие некорневых подкормок медью и кобальтом на вынос азота, фосфора и калия озимой пшеницей в условиях распро-

- странения чернозема выщелоченного Западного Кавказа / Т.А.Илларионова, И.А.Лебедевский, П.П.Слепченко // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко. Отв. за вып. А. Г. Коцаев. 2017. С. 25-26.
54. 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 / Исайчев В.А., Андреев Н.Н., Плечов Д.В. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 1 (33). С. 25-32.
55. Карлов Е.В. Фотосинтетическая деятельность и урожайность сортов ячменя при применении удобрений и стимуляторов роста / Е.В.Карлов, А.В.Васин, В.Г.Васин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. Вып.3. 2016. С. 15-19.
56. Козлова И.И. Применение органоминеральных и хелатных удобрений в технологии интегрированного производства ягод земляники // В сборнике: Актуальные вопросы применения удобрений в сельском хозяйстве. Материалы Международной научно-практической конференции посвященной 80-летию со дня рождения ученого-агрохимика, заслуженного деятеля науки России, заслуженного работника высшей школы России, Заслуженного деятеля науки и техники Северной Осетии, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Созырко Хасанбековича Дзанагова. 2017. С. 194-197.
57. Конончук В.В. Источники азота и диагностика азотного питания озимой пшеницы в полевом севообороте на дерново-подзолистой почве / В.В.Конончук, М.В.Бородуля // Агрохимический вестник. 2012. № 1. С. 8-11.
58. Коф Э.М., Листовой аппарат, пигментный комплекс и продуктивность дикого и афильного генотипов гороха / Э.М.Коф, А.С.Ооржак,

- И.А.Виноградова, З.В.Калиберная, Т.Е.Кренделева, Г.П.Кухарских, И.В.Кондыков, Е.С.Чувашева // Физиология растений. – Т. 51. – 2004. – с. 500–506.
59. Красильников А.А. Влияние новых микроудобрений на урожай и качество винограда сорта шардоне и виноматериалов из него / Красильников А.А., Руссо Д.Э., Прах А.В., Поздеев А.В., Попов Р.Ю. // Виноделие и виноградарство. 2011. № 4. С. 42-43.
60. Кузьмин Н.А. Эффективность использования гуминовых удобрений и биопрепаратов при предпосевной обработке семян ячменя ярового / Н.А.Кузьмин, С.В.Митрофанов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2016. № 3 (31). С. 18-22.
61. Кулинцев В.В. Система земледелия нового поколения Ставропольского края / В.В.Кулинцев, Е.И.Годунова, Л.И.Желнакова, В.И.Удовыдченко, Л.Н.Петрова, В.К.Дридигер, С.А.Антонов, Д.Ю.Андрианов, Д.С.Дзыбов, В.В.Кравцов, Ф.В.Ерошенко, М.Т.Куприченко, В.И.Ковтун, Ю.А.Кузыченко, Е.П.Шустикова, А.И.Хрипунов, Н.Н.Шаповалова, В.Г.Чертов, А.Б.Володин, Н.М.Комаров и др. Ставрополь, 2013. 520 с.
62. Кулинцев В.В. Стратегия и тактика подготовки почвы, проведения осеннего сева и уходных работ на Ставрополье / В.В.Кулинцев, Е.И.Годунова, А.И.Хрипунов, Н.Н.Шаповалова, Е.П.Шустикова, Н.В.Дуденко, Ф.В.Ерошенко, А.Н.Орехова, Ю.А.Кузыченко, В.Н.Черкашин, А.Н.Малыхина, Г.В.Черкашин, А.Н.Морозов, С.Н.Шкабарда, Н.Е.Дьяченко, Ю.И.Паньков // Рекомендации для сельскохозяйственных товаропроизводителей Ставропольского края. Саратов, 2015. Из-во «Амирит», 48 с.
63. Кулинцев, В.В. Рекомендации по научно обоснованному уходу за посевами озимой пшеницы для повышения урожайности зерна и его качества / В.В.Кулинцев, Е.И.Годунова, И.В.Нешин, Ф.В.Ерошенко, Н.В.Дуденко, А.Н.Орехова, А.А.Ерошенко, В.Н.Черкашин,

- Г.В.Черкашин, А.Н.Малыхина, Н.Н.Шаповалова, А.И.Хрипунов. Ставрополь. – Из-во «Агрус», 2014. 32 с.
64. Кумаков В.А. Фотосинтетическая деятельность растений в аспекте селекции // Физиология фотосинтеза. – М., 1982. – С. 283-293.
65. Куприченков, М. Т. Земельные ресурсы Ставрополья и их плодородие / М. Т. Куприченков, Т. Н. Антонова, Н. Ф. Симбирев, А. С. Цыганов. – Ставрополь, 2002. – 320 с.
66. Куприченков, М. Т. Плодородие почв и их пригодность для возделывания кормовых культур / М. Т. Куприченков, Л. Н. Петров // Система кормопроизводства Ставропольского края. – Ставрополь, 1984. – С. 26–32.
67. Куркаев, В. Т. Сельскохозяйственный анализ и основы биохимии / В. Т. Куркаев, С. М. Ерошкина, А. Н. Понамарев.– М.: Колос, 1977. – 240 с.
68. Макрушин Н.М. Реутилизация как важнейший процесс формирования семян / Н.М.Макрушин, В.Е.Астафьева, Р.Ю.Шабанов, М.В.Савченко, Н.Г.Кириленко, Д.Н.Козьяйчева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 66. С. 158-163.
69. Максютов Н.А. Влияние основных факторов на урожайность сельскохозяйственных культур в условиях засухи / Н.А.Максютов, А.А.Зоров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (61). С. 8-10.
70. Митрофанов С.В. Эффективность использования гуминовых удобрений и биопрепаратов при предпосевной обработке семян ячменя ярового / С.В.Митрофанов, Н.А.Кузьмин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2017. № 3 (35). С. 52-58.
71. Мокронос А.Т. Фотосинтез. Физиолого-экологические аспекты / А.Т.Мокронос, В.Ф.Гавриленко, Т.В.Жигалова; под ред. И.П.Ермакова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 488с.
72. Мокронос А.Т. Фотосинтетическая функция и целостность растительного организма. 42-е Тимирязевские чтения. – М.: Наука. – 1983. – 63 с.

73. Мясоедова С.С. Особенности формирования урожая и качества зерна озимой пшеницы различных сроков посева. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Ставрополь, 2004.
74. Наумцева К.В. Эффективность предпосадочной обработки клубней картофеля препаратом райкат старт // Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. 2016. № 10. С. 285-291.
75. Наумцева, К.В. Эффективность предпосадочной обработки клубней картофеля препаратом райкат старт / К.В.Наумцева, А.А.Соколов, М.М.Крючков. В сборнике: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий Материалы Международной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. 2018. С. 248-253.
76. Нешин И.В. Действие биологически активных веществ на формирование урожая зерна озимой мягкой пшеницы / И.В.Нешин, Н.В.Дуденко, А.Н.Орехова, Е.С.Романенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2008. № 40. С. 172-179.
77. Нешин И.В. Применение физиологически активных веществ – путь повышения качества зерна озимой мягкой пшеницы / И.В.Нешин, Н.В.Дуденко, Е.С.Романенко // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 4. С. 96-98.
78. Нешин И.В. Фотосинтетическая деятельность сельскохозяйственных культур в зависимости от условий возделывания / И.В.Нешин, В.И.Ковтун, С.С.Мясоедова, В.И.Жолобов, О.И.Нешиш. – Ставрополь. – 2008. – 316с.
79. Ниловская Н.Т. Рависимость ассимиляции нитратов растений пшеницы от уровня азотного питания и условий среды / Н.Т.Ниловская, Т.Л.Курносова // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2008. № 1. С. 10-13.

наук. 2015. № 1-2. С. 10-12.

80. Ниловская Н.Т. Формирование и реализация потенциальной продуктивности озимой пшеницы в зависимости от азотного питания и погодных условий //
81. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. XV Тимирязевские чтения. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 94 с.
82. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и земледелии / А.А.Ничипорович // Фотосинтез и прдукционный процесс. – М.: Наука. – 1988. – С. 5-28.
83. Новиков А.В. Возделывание нута при применении удобрений и стимуляторов роста в условиях сухостепной зоны Среднего Поволжья / Новиков А.В., Васин В.Г., Вершинина О.В. // Плодородие. 2018. № 3 (102). С. 4-8.
84. Орехова А.Н. Физиологические особенности формирования качества зерна у разных сортов озимой пшеницы при действии эпибрассинолида. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Российский государственный аграрный университет. Москва, 2007.
85. Орлова И.Г. Влияние биологически активных веществ на донорно-акцепторные системы растений в репродуктивный период развития / И.Г.Орлова, Н.А.Галушко // Доклады Академии наук. 2008. Т. 420. № 6. С. 847-84.
86. Пасынкова Е.Н. Агрохимические приемы регулирования урожайности и качества зерна пшеницы. Автореферат дис. ... доктора биологических наук / Всерос. науч.-исслед. ин-т агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. Москва, 2014.
87. Пасынкова Е.Н. Факторы, определяющие накопление белка и пластических веществ в зерне пшеницы, возделываемой в смешанных с викой посевах // Владимирский земледелец. 2010. № 1-2. С. 36-39.
88. Петрова Л.Н. Накопление и реутилизация азотистых веществ озимой

- пшеницей / Л.Н.Петрова, Ф.В.Ерошенко, А.А.Ерошенко // Плодородие. 2006. № 6 (33). С. 5-7.
89. Подлесных Н.В. Зависимость между фотосинтетическим потенциалом и чистой продуктивностью фотосинтеза видов озимой пшеницы. В сборнике: Знания молодых: наука, практика и инновации. Сборник научных трудов XVII Международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых.. 2018. С. 61-67.
90. Подлесных Н.В. Урожайность и фотосинтетическая деятельность посевов озимой твердой, тургидной и мягкой пшеницы в условиях ЦЧР. В сборнике: Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. I Международная научно-практическая Интернет-конференция, посвященная 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия». 2016. С. 2361-2376.
91. Проблемы агрохимии и экологии. 2008. № 4. С. 3-6.
92. Прусакова Л.Д. Оценка ретардантной активности триазолов в α -амилазном биотесте на эндосперме ярового ячменя / Л.Д.Прусакова, С.И.Чижова, В.В.Павлова // Физиология растений. 2004. Т. 51. № 4. С. 626-630.
93. Прядкина Г.А. Связь между величиной хлорофилльного фотосинтетического потенциала и урожайностью озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при повышенных температурах / Г.А.Прядкина, С. О.О.тасик, Л.Н.Михальская, В.В.Швартау // Сельскохозяйственная биология. 2014. Т. 49. № 5. С. 88-95.
94. Пучков Ю.М. Селекция полукарликовых сортов озимой пшеницы на урожай и качество зерна // Ю.М.Пучков, Л.А.Беспалова, Н.П. Фоменко, Е.Н.Ли / Селекция, семеноводство и интенсивная технол-логия возделывания озимой пшеницы. – М., 1988, с. 41.
95. Радчевский П.П. Влияние некорневой подкормки минеральными удобрениями нового поколения на основные агробиологические и техноло-

- гические показатели винограда сорта Шардоне / П.П.Радчевский, Н.В.Матузок, Л.П.Трошин, С.С.Базоян, Ю.В.Таран, А.В.Прах // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2016. № 40 (4). С. 110-128.
96. Радчевский П.П. Влияние различных технологических схем некорневой подкормки Нутривантом плюс винограда сорта рислинг на урожай и его качество / П.П.Радчевский, С.С.Базоян, Р.Соколов // Русский виноград. 2016. Т. 3. С. 161-166.
97. Радчевский, П.П. Влияние обработки винограда нутривантом на интенсивность сахаронакопления ягод / П.П. Радчевский, М.А. Зекох, Л.И. Громова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы 1-ой всероссийской науч.-практ. конф. молод. ученых.-Краснодар: КубГАУ, 2007. – С. 69-71.
98. Ремесло Е.В. Применение жидких органо-минеральных удобрений на пшенице озимой в условиях степного Крыма / Е.В.Ремесло, А.А.Зубоченко, Л.А.Харитончик // В сборнике: Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования II Международная научно-практическая интернет-конференция. ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». 2017. С. 968-973.
99. Савенкова И.В. «Реанимация» травостоев козлятника восточного на основе применения Райкат старт в условиях лесостепной зоны северного Казахстана / Современные научные исследования и инновации. 2011. № 3 (3). С. 3.
100. Салтыкова О.Л. Влияние агротехнических приемов на урожайность, вынос азота из почвы, содержание азота и белка в зерне озимой пшеницы / О.Л.Салтыкова, Н.П.Бакаева // В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. 2018. С. 161-165.
101. Симатин Т.В. Урожай и качество зерна озимой пшеницы при использовании комплексных физиологически активных веществ / Т.В. Симатин //

В книге: Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной наук Материалы III Международной научной конференции. Научный редактор В.С. Паштецкий. 2018. С. 185-186.

102. Симатин В.Т. Урожай и качество зерна озимой пшеницы при использовании в технологии возделывания комплексных физиологически активных веществ / В.Т. Симатин, Ф.В. Ерошенко, И.Г. Сторчак // VII-я международная дистанционная научно-практическая конференция молодых ученых «Приоритетные направления отраслевого научного обеспечения, технологии производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар 14 августа – 14 сентября 2017 г. С. 145-150.
103. Симатин В.Т. Влияние комплексных физиологически активных веществ на урожай и качество зерна озимой пшеницы / В.Т.Симатин, Ф.В.Ерошенко, Н.В.Дуденко // Бюллетень Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства. 2016. № 8. С. 222-231.
104. Симатин Т.В. Использование комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы в условиях Ставропольского края / Т.В.Симатин // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 3-1. С. 162-166.
105. Симатин В.Т. Применение комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы / В.Т.Симатин, Ф.В.Ерошенко // Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур : тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції (29–30 вересня 2016 р., м. Київ) – Вінниця: Нілан-ЛТД, 2016. – с. 75-76. (международная конференция).
106. Симатин Т.В. Эффективность комплексных физиологически активных веществ нового поколения на посевах озимой пшеницы в условиях 2015 года / Т.В.Симатин, Ф.В.Ерошенко // Бюллетень Ставропольского науч-

но-исследовательского института сельского хозяйства. 2015. № 7. С. 220-226.

107. Симатин Т.В. Эффективность применения физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Т.В.Симатин, Л.Р.Оганян, Ф.В.Ерошенко Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. № 1. С. 36-43.
108. Симатин Т. В. Эффективность комплексных физиологически активных веществ на посевах озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения ставропольского края / Т. В.Симатин, Ф. В. Ерошенко // Аграрный вестник Урала № 9 (176), 2018 с. 38-42.
109. Скрипникова М.К. Современный уровень фотосинтетической продуктивности листьев у сортов яблони – сопряженный результат селекции на повышение урожайных показателей / М.К.Скрипникова, Е.В.Скрипникова, А.С.Попов // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т. 31. № 2. С. 244-249.
110. Смирнов А.А. Зависимость фотосинтеза пигментов и продуктивности томата от спектрального состава облучателя / А.А.Смирнов, А.С.Холманский // Научная жизнь. 2017. № 10. С. 14-19.
111. Смирнова Э.А. Взаимосвязь фотосинтетической деятельности и зерновой продуктивности у сортов овса в условиях Вологодской области / Э.А.Смирнова, Е.Ю.Бахтенко, Н.А.Зейслер // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Естественные, технические и медицинские науки. 2011. № 5. С. 232-237.
112. Сычев В.Г. Бюллетень регуляторов роста растений и агрохимикатов, прошедших регистрационные испытания в период с 2015-2017 гг. / В.Г.Сычев, О.А.Шаповал, И.П.Можарова, А.С.Пономарева, Т.М.Веревкина, А.А.Коршунов, Т.Ю.Вознесенская, И.Г.Козлов, Т.В.Кононова. Под редакцией П.А. Чекмарева. Москва, 2018. 341 с.
113. Тарабукина И.С. Синтез и цитотоксическая активность новых порфири-

- натов переходных металлов на основе производных хлорофилла *a* / И.С. Тарабукина, О. М. Старцева, Д.В. Белых., Я.И. Пылина, И.О. Велегжанинов, Д.М. Шадрин // Бутлеровские сообщения. 2015. Т. 43. № 7. С. 18-23.
114. Гарчевский И.А. Мощность развития фотосинтетического аппарата яровой пшеницы, озимой ржи и продуктивность / И.А.Тарчевский, Ю.Е.Андрианова, Л.Р.Шаридулин // Биологические основы селекции растений на продуктивность. – Талин. – 1981. – С. 122-127.
115. Таскулова А.М. Применение биопрепаратов Гумостим и Райкат старт при возделывании ярового рапса в условиях северного Казахстана / А.М. Таскулова, Р.С. Сарманова // В сборнике: Перспективы развития АПК в работах молодых учёных. Сборник материалов региональной научно-практической конференции молодых учёных. Министерство сельского хозяйства РФ ФГБОУ ВПО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья». 2014. С. 150-153.
116. Тильба В.А. Роль симбиотической азотфиксации в повышении фотосинтетической продуктивности сои / В.А. Тильба, В.Т. Синеговская // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 5. С. 16-18.
117. Токарев Б.И. Методы определения величины нитратредуктазной активности у пшеницы и ячменя. Научные труды Сибирского отделения ВАСХНИЛ. – Новосибирск. – 1977. – с. 58-65.
118. Труфанов В.А. Физиолого-биохимические основы формирования белкового комплекса клейковины пшеницы. – Автореф. дисс. докт. биол. наук. – Иркутск, 1999. – с. 42.
119. Федосеева Г.П. Фотосинтез листьев и продуктивность клубней топинамбура / Г.П. Федосеева, П.Ю. Воронин, Р.И. Багаутдинова // Физиология растений. 2015. Т. 62. № 2. С. 244.
120. Хилько Л.А. Некорневые подкормки – фактор повышения продуктивности крыжовника в маточнике // Вестник АПК Ставрополя. 2017. № 1 (25). С. 153-157.

121. Чапцев А.Н. Формирование урожая и качества зерна сортов озимой твердой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения ставропольского края. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Ставропольский государственный аграрный университет. Ставрополь, 2010.
122. Черкунов В.А. Урожай и качество винограда сорта Цитронный Магарача под влиянием обработки кустов препаратами Вымпел и Нутривант плюс / В.А. Черкунов, П.П. Радчевский, Д.В. Сидоренко, И.А. Кулько // Биологические препараты и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве: материалы шестой международной конференции, 24-25 ноября.– Краснодар, Россия. – Краснодар, 2010. – С. 43-44.
123. Чулков В.В. Опыт использования стимуляторов роста линии райкат при выращивании салата листового / В.В.Чулков, О.С.Шабунина // В сборнике: Проблемы и тенденции инновационного развития агропромышленного комплекса и аграрного образования России Материалы Международной научно-практической конференции: В 4-х томах. 2012. С. 50-52.
124. Шабунина О.С. Влияние стимулятора роста линии Райкат на продуктивность салата листового // В сборнике: Инновационные пути развития АПК: проблемы и перспективы Материалы международной научно-практической конференции. 2013. С. 177-178.
125. Шимко И.В. Сравнительный анализ показателей фотосинтеза и продуктивности у гибридов F2 озимой ржи / В.Е.Шимко, И.В.Кульминская, Л.Н.Калитухо, И.А.Гордей // Физиология растений. – т.56. – №1. –. 2009. – с. 139-146.
126. Ямалеев А.М., Багаутдинов Р.С., Ямалеева А.Л. Биологическая эффективность защитно-стимулирующих препаратов и влияние их на физиолого-биохимические свойства растений / А.М.Ямалеев, Р.С.Багаутдинов, А.Л.Ямалеева // Мат. Конференция «Химия и Биологическая технология применения регуляторов роста растений». Уфа: БГУ, 2001. С.78-88.

127. Abdou G. Nutrient release patterns of compost and its implication on crop yield under sahelian conditions of niger / G.Abdou, N.Ewusi-Mensah, E.Y.Safo, R.C.Abaidoo, F.M.Tetteh, M.Nouri // *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 2016. T. 105. № 2. P. 117-128.
128. Balážová R. Influence of irradiance on chlorophyll synthesis in picea abies calli cultures / R.Balážová, A.Bleňová, V.Demko, K.Breznenová, J.Hudák // *Biologia Plantarum*. 2011. T. 55. № 1. p. 183-186.
129. Barneix A. Physiology and biochemistry of source-regulated protein accumulation in the wheat grain / A.Barneix // *Journal of Plant Physiology*. – 2007. – №164. – p. 581-590.
130. Borisev M. Photosynthesis and water use efficiency relations to yield of ten pepper varieties (*capsicum annuum l.*) / Borisev M., Krstic B., Gvozdencovic D., Gvozdancovic-Varga J. // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2012. T. 18. № 4. C. 589-594.
131. Chikov V. The influence of ammoniates on plant photosynthesis and productivity / V.Chikov, G.Bakirova, S.Batasheva, A.Sergeeva // *Biologia Plantarum*. – 2006. - V. 44 (3). P - 749-751.
132. Dorp K.V. Remobilization of phytol from chlorophyll degradation is essential for tocopherol synthesis and growth of Arabidopsis / K.V.Dorp, G.Hölzl, P.Dörmann, C.Plohmman, M.Eisenhut, A.P.M.Weber, M.Abraham, A.D.Hanson // *Plant Cell*. 2015. T. 27. № 10. p. 2846-2859.
133. Eroshenko F.V. Evaluation of photosynthetic productivity of plants / F.V.Eroshenko, N.V.Dudenko // *Уральский научный вестник*. 2016. T. 5. № 2. C. 108-120.
134. Eroshenko F.V. Using physiologically active substances into the technology for winter wheat cultivation in the zone of unstable moistening of the Stavropol region / F.V.Eroshenko, T.V.Simatin, E.I.Godunova, V.K.Dridiger, I.G.Storchak // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. T. 9. № 5. C. 2121-2128.
135. Evans E.H. The relationship between delayed fluorescence and the H⁺ gradi-

- ent in chloroplasts / E.H.Evans, A.R.Crofts // *Biochim. Biophys. Acta.* – 1973. – vol. 292. – №1.
136. Franck F. Chlorophyll synthesis in relation to the assembly of photosystems / F.Franck, B.Schoefs // *Bulletin de la Societe Royale des Sciences de Liege.* 1996. T. 65. № 4-5. p. 269-278.
137. Gupta R. Accumulation of protein subunits and their polymers in developing grains of hexaploid wheats / R.Gupta, S.Masci, D.Lafiandra, H.Bariana, F.MacRitchie // *Journal of Experimental Botany.* – 1996. – Vol. – 47. – № 302. – p. 1377-1385.
138. Iqbal M. Exogenously applied selenium reduces oxidative stress and induces heat tolerance in spring wheat / M.Iqbal, I.Hussain, H.Liaqat, M.A.Ashraf, R.Rasheed, A.U.Rehman // *Plant Physiology and Biochemistry.* 2015. T. 94. C. 95-103.
139. Jørgensen J.R. Uniformity of wheat yield and quality using sensor assisted application of nitrogen // J.R.Jørgensen, R.N.Jørgensen // *Precision Agriculture.* 2007. T. 8. № 1-2. P. 63-73.
140. Kabanova S.N. Organisation of photosynthetic apparatus of triticale in relation to productivity / S.N.Kabanova, L.F.Kabashnikova, E.V.Serduchenko, L.N.Kalituho, M.T.Chaïka // *Photosynthetica.* 2000. T. 38. № 3. C. 455-463.
141. Lebedev E.V. Scotch pine root system absorptive activity and biological productivity in the ontogeny of the Tyumen region // *Tyumen State University Herald.* 2013. № 12. C. 75-83.
142. Long S.P. Can improvement in photosynthesis increase crop yields? / S.P.Long, X.G.Zhu, S.L.Naidu, D.R.Ort // *Plant, Cell & Environment.* 2006. T. 29. № 3. C. 315-330.
143. Makino A. Photosynthesis, grain yield, and nitrogen utilization in rice and wheat // *Plant Physiology.* 2011. T. 155. № 1. C. 125-129.
144. Maseyk K. Respiration acclimation contributes to high carbon-use efficiency in a seasonally dry pine forest / K.Maseyk, E.Rotenberg, D.Yakir, J.M.Grünzweig // *Global Change Biology.* 2008. T. 14. № 7. C. 1553-1567.

145. McMinn A. In situ net primary productivity and photosynthesis of antarctic sea ice algal, phytoplankton and benthic algal communities // A.McMinn, A.Pankowskii, C.Ashworth, R.Bhagooli, P.Ralph, K.Ryan // *Marine Biology*. 2010. T. 157. № 6. C. 1345-1356.
146. Mitra S. Effect of vineyard soil variability on chlorophyll fluorescence, yield and quality of table grape as influenced by soil moisture, grown under double cropping system in protected condition / S.Mitra, M.Irshad, B.Debnath, X.Lu, M.Li, H.M.Rizwan, Z.Qiu, D.Qiu, C.K.Dash // *PeerJ*. 2018. T. 2018. № 9. P. 5592.
147. Mulder E.G. The effect of molybdenum and nitrogen deficiencies on nitrate reductase in plant tissues // E.G.Mulder, R.Boxma, W.L.Van Veen // *Plant and soil*. – 1959. – V.10. – №4. – P. 335-355.
148. Pashkova G.I. The activity of glutamine synthetase enzyme, content of ammonia and phytometrical indexes of spring wheat planting depending on different time periods and doses of nitrogen fertilizers / G.I.Pashkova, A.N.Kuzminykh, F.I.Gryazina, M.A.Evdokimova, S.I.Novoselov, A.V.Ivanova // *Biology and Medicine*. 2016. T. 8. № 7. C. 352.
149. Pekarskas J. Effect of organic nitrogen fertilizers provita and fermentator penergetic-k winter wheat and on soil quality / J.Pekarskas, L.Vilkenyte, D.Sileikiene, L.Cesoniene, N.Makarenko // 8th International Conference on Environmental Engineering, ICEE 2011 8. 2011. P. 248-254.
150. Pikul J.L. Crop yield and soil condition under ridge and chisel-plow tillage in the northern corn belt, USA / J.L.Pikul, L.Carpenter-Boggs, M.Vigil, T.E.Schumacher, M.J.Lindstrom, W.E.Riedell // *Soil & Tillage Research*. 2001. T. 60. № 1-2. P. 21-33.
151. Richardson K. Constraining the distribution of photosynthetic parameters in the global ocean / K.Richardson, E.A.Mousing, J.Bendtsen, T.Kragh // *Frontiers in Marine Science*. 2016. T. 3. № DEC. C. 269.
152. Ruske R.E. The effects of adding picoxystrobin, azoxystrobin and nitrogen to a triazole programme on disease control, flag leaf senescence, yield and grain

- quality of winter wheat / R.E.Ruske, M.J.Gooding, S.A.Jones // *Crop Protection*. 2003. T. 22. № 7. P. 975-987.
153. Sabo M. Photosynthetic productivity of two winter wheat varieties / M.Sabo, T.Teclíc, I.Vidovic // *Rostlinná Výroba*, 2002. – №48 (2). – P. 80-86.
154. Simatin T.V. Influence of complex physiologically active substances on the peculiarities of photosynthetic productivity of winter wheat plants / T.V.Simatin, F.V.Eroshenko, I.G.Storchak // *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2019. T. 6. № 7. C. 13599-13606
155. Wang H. Predicting winter wheat grain quality using hyperspectral data based on plant nitrogen status / H.Wang, J.Wang, Q.Wang, W.Huang, M.Feng, Z.Shi // *Advanced Materials Research*. 2012. T. 524-527. P. 2132-2138.
156. Wang P. Aminolysis reaction of purpurin-18 and synthesis of chlorin derivatives related to chlorophyll / P.Wang, Z.Yang, J.Wang, J.Li, N.Yao // *Chinese Journal of Organic Chemistry*. 2012. T. 32. № 2. C. 368-375.
157. Yuan L. Intraspecific responses in crop growth and yield of 20 soybean cultivars to enhanced ultraviolet-b radiation under field conditions / L.Yuan, Z.Yanqun, C.Jianjun, C.Haiyan // *Field Crops Research*. 2002. T. 78. № 1. C. 1-8.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на содержание хлорофилла в органах растений озимой пшеницы, мг/г, 2016 г.

№ варианта	Орган растения	Весеннее кущение	Трубкование	Колошение	Налив зерна
1	листья	6,94	8,99	8,67	0,35
	стебли	-	0,96	1,14	0,78
	колосья	-	-	1,68	0,09
2	листья	7,22	10,32	8,24	0,57
	стебли	-	0,95	1,03	0,90
	колосья	-	-	1,85	0,14
3	листья	6,94	9,26	8,80	0,68
	стебли	-	0,97	1,07	1,05
	колосья	-	-	1,78	0,15
4	листья	6,94	8,99	8,67	0,49
	стебли	-	0,96	1,14	1,00
	колосья	-	-	1,68	0,17
5	листья	6,94	8,99	8,67	0,35
	стебли	-	0,96	1,14	0,78
	колосья	-	-	1,68	0,09
6	листья	7,22	9,15	9,38	0,50
	стебли	-	1,07	1,05	0,86
	колосья	-	-	1,72	0,15
7	листья	7,22	10,32	8,24	0,57
	стебли	-	0,95	1,03	0,90
	колосья	-	-	1,85	0,14
8	листья	7,22	10,32	8,24	0,57
	стебли	-	0,95	1,03	0,90
	колосья	-	-	1,85	0,14
9	листья	6,94	9,26	8,80	0,42
	стебли	-	0,97	1,07	0,76
	колосья	-	-	1,78	0,15
10	листья	6,94	9,26	8,80	0,68
	стебли	-	0,97	1,07	1,05
	колосья	-	-	1,78	0,15
11	листья	6,94	8,99	8,67	0,49
	стебли	-	0,96	1,14	1,00
	колосья	-	-	1,68	0,17
12	листья	7,22	9,15	9,38	0,41
	стебли	-	1,07	1,05	0,79
	колосья	-	-	1,72	0,19
13	листья	7,22	9,15	9,38	0,41
	стебли	-	1,07	1,05	0,79
	колосья	-	-	1,72	0,19

Приложение 2 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на содержание хлорофилла в органах растений озимой пшеницы, мг/г, 2017 г.

№ варианта	Орган растения	Весеннее кущение	Трубкавание	Колошевание	Налив зерна
1	листья	9,22	5,25	7,10	5,81
	стебли	-	0,94	1,01	1,14
	колосья	-	-	1,44	0,62
2	листья	9,34	5,81	7,49	6,27
	стебли	-	0,95	1,12	1,18
	колосья	-	-	1,59	0,59
3	листья	9,22	6,35	7,41	6,53
	стебли	-	0,97	0,99	1,18
	колосья	-	-	1,47	0,61
4	листья	9,22	5,25	7,10	6,76
	стебли	-	0,94	1,01	1,23
	колосья	-	-	1,44	0,63
5	листья	9,22	5,25	7,10	5,81
	стебли	-	0,94	1,01	1,14
	колосья	-	-	1,44	0,62
6	листья	9,34	6,75	7,62	7,04
	стебли	-	1,07	1,19	1,24
	колосья	-	-	1,59	0,64
7	листья	9,34	5,81	7,49	6,27
	стебли	-	0,95	1,12	1,18
	колосья	-	-	1,59	0,59
8	листья	9,34	5,81	7,49	6,27
	стебли	-	0,95	1,12	1,18
	колосья	-	-	1,59	0,59
9	листья	9,22	6,35	7,41	6,69
	стебли	-	0,97	0,99	1,45
	колосья	-	-	1,47	0,66
10	листья	9,22	6,35	7,41	6,53
	стебли	-	0,97	0,99	1,18
	колосья	-	-	1,47	0,61
11	листья	9,22	5,25	7,10	6,76
	стебли	-	0,94	1,01	1,23
	колосья	-	-	1,44	0,63
12	листья	9,34	6,75	7,62	7,49
	стебли	-	1,07	1,19	1,67
	колосья	-	-	1,59	0,69
13	листья	9,34	6,75	7,62	7,49
	стебли	-	1,07	1,19	1,67
	колосья	-	-	1,59	0,69

Приложение 3 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на содержание хлорофилла в органах растений озимой пшеницы, мг/г, 2018 г.

№ варианта	Орган растения	Весеннее кущение	Трубкование	Колошение	Налив зерна
1	листья	7,73	7,80	6,82	2,23
	стебли	-	1,09	1,11	1,00
	колосья	-	-	1,38	0,50
2	листья	8,42	9,03	7,87	3,32
	стебли	-	1,14	1,46	1,16
	колосья	-	-	1,94	0,58
3	листья	7,74	8,34	7,01	3,33
	стебли	-	1,19	1,36	1,19
	колосья	-	-	1,49	0,53
4	листья	7,74	7,80	6,82	4,20
	стебли	-	1,09	1,11	1,18
	колосья	-	-	1,38	0,56
5	листья	7,74	7,80	6,82	2,23
	стебли	-	1,09	1,11	1,00
	колосья	-	-	1,38	0,50
6	листья	8,42	8,60	7,37	3,45
	стебли	-	1,28	1,17	1,10
	колосья	-	-	1,76	0,56
7	листья	8,42	9,03	7,87	3,32
	стебли	-	1,14	1,46	1,16
	колосья	-	-	1,94	0,58
8	листья	8,42	9,03	7,87	3,32
	стебли	-	1,14	1,46	1,16
	колосья	-	-	1,94	0,58
9	листья	7,74	8,34	7,01	4,46
	стебли	-	1,19	1,36	1,20
	колосья	-	-	1,49	0,62
10	листья	7,74	8,34	7,01	3,33
	стебли	-	1,19	1,36	1,19
	колосья	-	-	1,49	0,53
11	листья	7,74	7,80	6,82	4,20
	стебли	-	1,09	1,11	1,18
	колосья	-	-	1,38	0,56
12	листья	8,42	8,60	7,37	4,06
	стебли	-	1,28	1,17	1,09
	колосья	-	-	1,76	0,59
13	листья	8,42	8,60	7,37	4,06
	стебли	-	1,28	1,17	1,09
	колосья	-	-	1,76	0,59

Приложение 4 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на накопление сухой биомассы растений озимой пшеницы, г/м², 2016 г.

№ варианта	Орган растения	Весеннее кущение	Трубкование	Колошение	Налив зерна
1	листья	243,5	278,8	286,1	172,0
	стебли	-	255,8	714,8	807,5
	колосья	-	-	259,8	906,8
2	листья	296,0	313,1	327,7	189,1
	стебли	-	310,4	746,8	862,3
	колосья	-	-	271,4	930,3
3	листья	243,5	298,1	306,0	187,4
	стебли	-	304,5	794,9	970,2
	колосья	-	-	312,5	1176,8
4	листья	243,5	278,8	286,1	188,9
	стебли	-	255,8	714,8	830,3
	колосья	-	-	259,8	988,5
5	листья	243,5	278,8	286,1	172,0
	стебли	-	255,8	714,8	807,5
	колосья	-	-	259,8	906,8
6	листья	296,0	288,3	299,7	188,5
	стебли	-	344,2	791,6	832,0
	колосья	-	-	282,6	1109,6
7	листья	296,0	313,1	327,7	189,1
	стебли	-	310,4	746,8	862,3
	колосья	-	-	271,4	930,3
8	листья	296,0	313,1	327,7	189,1
	стебли	-	310,4	746,8	862,3
	колосья	-	-	271,4	930,3
9	листья	243,5	298,1	306,0	192,7
	стебли	-	304,5	794,9	896,9
	колосья	-	-	312,5	962,9
10	листья	243,5	298,1	306,0	187,4
	стебли	-	304,5	794,9	970,2
	колосья	-	-	312,5	1176,8
11	листья	243,5	278,8	286,1	188,9
	стебли	-	255,8	714,8	830,3
	колосья	-	-	259,8	988,5
12	листья	296,0	288,3	299,7	170,2
	стебли	-	344,2	791,6	888,7
	колосья	-	-	282,6	923,4
13	листья	296,0	288,3	299,7	170,2
	стебли	-	344,2	791,6	888,7
	колосья	-	-	282,6	923,4

Приложение 5 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на накопление сухой биомассы растений озимой пшеницы, г/м², 2017 г.

№ варианта	Орган растения	Весеннее кущение	Трубкование	Колошение	Налив зерна
1	листья	45,7	63,7	156,0	146,7
	стебли	-	255,5	594,9	724,7
	колосья	-	-	161,5	467,7
2	листья	58,7	67,5	157,6	138,6
	стебли	-	272,9	636,8	814,6
	колосья	-	-	185,1	517,9
3	листья	45,7	66,8	157,1	150,7
	стебли	-	299,7	599,4	825,0
	колосья	-	-	171,7	570,5
4	листья	45,7	63,7	156,0	149,1
	стебли	-	255,5	594,9	739,6
	колосья	-	-	161,5	511,4
5	листья	45,7	63,7	156,0	146,7
	стебли	-	255,5	594,9	724,7
	колосья	-	-	161,5	467,7
6	листья	58,7	65,1	169,2	157,7
	стебли	-	265,8	601,4	803,9
	колосья	-	-	165,2	569,0
7	листья	58,7	67,5	157,6	138,6
	стебли	-	272,9	636,8	814,6
	колосья	-	-	185,1	517,9
8	листья	58,7	67,5	157,6	138,6
	стебли	-	272,9	636,8	814,6
	колосья	-	-	185,1	517,9
9	листья	45,7	66,8	157,1	153,3
	стебли	-	299,7	599,4	858,7
	колосья	-	-	171,7	563,3
10	листья	45,7	66,8	157,1	150,7
	стебли	-	299,7	599,4	825,0
	колосья	-	-	171,7	570,5
11	листья	45,7	63,7	156,0	149,1
	стебли	-	255,5	594,9	739,6
	колосья	-	-	161,5	511,4
12	листья	58,7	65,1	169,2	156,0
	стебли	-	265,8	601,4	857,7
	колосья	-	-	165,2	564,8
13	листья	58,7	65,1	169,2	156,0
	стебли	-	265,8	601,4	857,7
	колосья	-	-	165,2	564,8

Приложение 6 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на накопление сухой биомассы растений озимой пшеницы, г/м², 2018 г.

№ варианта	Орган растения	Весеннее кущение	Трубкование	Колошение	Налив зерна
1	листья	97,8	162,2	175,4	90,9
	стебли	-	157,4	535,4	562,5
	колосья	-	-	218,4	606,6
2	листья	108,5	173,1	181,7	98,7
	стебли	-	185,8	573,9	615,2
	колосья	-	-	249,3	614,4
3	листья	97,8	194,2	187,4	95,8
	стебли	-	160,9	587,8	575,0
	колосья	-	-	248,1	669,7
4	листья	97,8	162,2	175,4	95,4
	стебли	-	157,4	535,4	619,9
	колосья	-	-	218,4	705,5
5	листья	97,8	162,2	175,4	90,9
	стебли	-	157,4	535,4	562,5
	колосья	-	-	218,4	606,6
6	листья	108,5	212,9	181,3	98,4
	стебли	-	170,0	608,5	605,6
	колосья	-	-	239,4	673,6
7	листья	108,5	173,1	181,7	98,7
	стебли	-	185,8	573,9	615,2
	колосья	-	-	249,3	614,4
8	листья	108,5	173,1	181,7	98,7
	стебли	-	185,8	573,9	615,2
	колосья	-	-	249,3	614,4
9	листья	97,8	194,2	187,4	91,3
	стебли	-	160,9	587,8	629,0
	колосья	-	-	248,1	648,2
10	листья	97,8	194,2	187,4	95,8
	стебли	-	160,9	587,8	575,0
	колосья	-	-	248,1	669,7
11	листья	97,8	162,2	175,4	95,4
	стебли	-	157,4	535,4	619,9
	колосья	-	-	218,4	705,5
12	листья	108,5	212,9	181,3	145,5
	стебли	-	170,0	608,5	669,7
	колосья	-	-	239,4	702,8
13	листья	108,5	212,9	181,3	145,5
	стебли	-	170,0	608,5	669,7
	колосья	-	-	239,4	702,8

Приложение 7 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на содержание азота в органах растений озимой пшеницы, %, 2016 г.

№ варианта	Орган растения	Весеннее кущение	Трубкование	Колошение	Налив зерна
1	листья	3,40	2,22	2,70	0,69
	стебли	-	0,86	0,57	0,28
	колосья	-	-	1,35	0,92
2	листья	3,59	3,54	2,88	0,85
	стебли	-	1,14	0,61	0,38
	колосья	-	-	1,48	0,92
3	листья	3,40	3,25	2,89	0,97
	стебли	-	0,96	0,57	0,39
	колосья	-	-	1,42	0,90
4	листья	3,40	2,22	2,70	0,92
	стебли	-	0,86	0,57	0,39
	колосья	-	-	1,35	0,97
5	листья	3,40	2,22	2,70	0,69
	стебли	-	0,86	0,57	0,28
	колосья	-	-	1,35	0,92
6	листья	3,59	2,93	2,76	0,73
	стебли	-	0,85	0,39	0,39
	колосья	-	-	1,35	1,09
7	листья	3,59	3,54	2,88	0,85
	стебли	-	1,14	0,61	0,38
	колосья	-	-	1,48	0,92
8	листья	3,59	3,54	2,88	0,85
	стебли	-	1,14	0,61	0,38
	колосья	-	-	1,48	0,92
9	листья	3,40	3,25	2,89	0,92
	стебли	-	0,96	0,57	0,28
	колосья	-	-	1,42	1,16
10	листья	3,40	3,25	2,89	0,97
	стебли	-	0,96	0,57	0,39
	колосья	-	-	1,42	0,90
11	листья	3,40	2,22	2,70	0,92
	стебли	-	0,86	0,57	0,39
	колосья	-	-	1,35	0,97
12	листья	3,59	2,93	2,76	0,58
	стебли	-	0,85	0,39	0,34
	колосья	-	-	1,35	1,16
13	листья	3,59	2,93	2,76	0,58
	стебли	-	0,85	0,39	0,34
	колосья	-	-	1,35	1,16

Приложение 8 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на содержание азота в органах растений озимой пшеницы, %, 2017 г.

№ варианта	Орган растения	Весеннее кущение	Трубкование	Колошение	Налив зерна
1	листья	4,97	2,41	2,70	2,43
	стебли	-	0,98	0,69	0,39
	колосья	-	-	1,36	1,27
2	листья	5,03	2,47	3,06	2,81
	стебли	-	1,12	0,91	0,48
	колосья	-	-	1,27	0,78
3	листья	4,97	2,80	3,20	2,77
	стебли	-	0,82	0,92	0,39
	колосья	-	-	1,49	1,04
4	листья	4,97	2,41	2,70	2,46
	стебли	-	0,98	0,69	0,34
	колосья	-	-	1,36	1,03
5	листья	4,97	2,41	2,70	2,43
	стебли	-	0,98	0,69	0,39
	колосья	-	-	1,36	1,27
6	листья	5,03	3,07	3,36	2,76
	стебли	-	0,87	1,14	0,48
	колосья	-	-	1,81	1,15
7	листья	5,03	2,47	3,06	2,81
	стебли	-	1,12	0,91	0,48
	колосья	-	-	1,27	0,78
8	листья	5,03	2,47	3,06	2,81
	стебли	-	1,12	0,91	0,48
	колосья	-	-	1,27	0,78
9	листья	4,97	2,80	3,20	2,54
	стебли	-	0,82	0,92	0,48
	колосья	-	-	1,49	1,16
10	листья	4,97	2,80	3,20	2,77
	стебли	-	0,82	0,92	0,39
	колосья	-	-	1,49	1,04
11	листья	3,40	2,41	2,70	2,46
	стебли	-	0,98	0,69	0,34
	колосья	-	-	1,36	1,03
12	листья	5,03	3,07	3,36	3,07
	стебли	-	0,87	1,14	0,69
	колосья	-	-	1,81	1,27
13	листья	5,03	3,07	3,36	3,07
	стебли	-	0,87	1,14	0,69
	колосья	-	-	1,81	1,27

Приложение 9 – Влияние комплексных физиологически активных веществ на содержание азота в органах растений озимой пшеницы, %, 2018 г.

№ варианта	Орган растения	Весеннее кущение	Трубкование	Колошение	Налив зерна
1	листья	5,19	3,32	2,31	1,37
	стебли	-	1,72	0,39	0,19
	колосья	-	-	1,15	0,93
2	листья	5,82	3,60	2,42	1,43
	стебли	-	1,65	0,40	0,23
	колосья	-	-	1,04	0,83
3	листья	5,19	3,40	2,71	1,66
	стебли	-	1,43	0,44	0,23
	колосья	-	-	0,78	1,03
4	листья	5,19	3,32	2,31	1,77
	стебли	-	1,72	0,39	0,19
	колосья	-	-	1,15	0,85
5	листья	5,19	3,32	2,31	1,37
	стебли	-	1,72	0,39	0,19
	колосья	-	-	1,15	0,93
6	листья	5,82	3,64	2,35	1,67
	стебли	-	1,60	0,30	0,20
	колосья	-	-	1,26	0,95
7	листья	5,82	3,60	2,42	1,43
	стебли	-	1,65	0,40	0,23
	колосья	-	-	1,04	0,83
8	листья	5,82	3,60	2,42	1,43
	стебли	-	1,65	0,40	0,23
	колосья	--	-	1,04	0,83
9	листья	5,19	3,40	2,71	1,88
	стебли	-	1,43	0,44	0,23
	колосья	-	-	0,78	1,16
10	листья	5,19	3,40	2,71	1,66
	стебли	-	1,43	0,44	0,23
	колосья	-	-	0,78	1,03
11	листья	5,19	3,32	2,31	1,77
	стебли	-	1,72	0,39	0,19
	колосья	-	-	1,15	0,85
12	листья	5,82	3,64	2,35	1,82
	стебли	-	1,60	0,30	0,20
	колосья	-	-	1,26	0,86
13	листья	5,82	3,64	2,76	1,82
	стебли	-	1,60	0,39	0,20
	колосья	-	-	1,35	0,86

Приложение 10 – Влияние комплексных физиологически активных веществ
на урожайность зерна озимой пшеницы

№ варианта	Урожайность, т/га		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	5,11	6,00	4,93
2	5,33	6,62	5,28
3	5,60	6,62	5,41
4	5,69	6,85	5,42
5	5,89	6,48	5,44
6	5,56	6,64	5,42
7	6,02	6,48	5,31
8	6,09	6,77	5,40
9	6,31	6,70	5,57
10	6,29	6,62	5,58
11	5,80	6,68	5,58
12	5,83	6,83	5,81
13	6,34	7,00	5,94
НСР ₀₅	0,31	0,26	0,27

Примечание – варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, **IV**, **VIII** и **X** – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Приложение 11 – Влияние комплексных физиологически активных веществ
на качество зерна озимой пшеницы, 2016 г.

№ варианта	Количество		ИДК	Стекловидность, %	Группа качества
	белка, %	сырой клейковины, %			
1	14,2	19,4	55,0	62,8	I
2	14,6	24,2	69,0	60,0	I
3	15,1	22,6	68,0	70,9	I
4	14,5	22,6	71,0	59,0	I
5	14,7	22,4	65,0	64,8	I
6	14,6	24,4	73,0	60,0	I
7	14,7	24,0	73,0	61,8	I
8	14,5	22,8	74,0	59,0	I
9	14,5	23,8	75,0	66,6	I
10	14,7	21,8	75,0	61,2	I
11	14,8	22,2	67,0	74,2	I
12	15,0	23,4	72,0	68,4	I
13	14,6	23,2	71,0	60,0	I

Примечание – варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, **IV**, **VIII** и **X** – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Приложение 12 – Влияние комплексных физиологически активных веществ
на качество зерна озимой пшеницы, 2017 г.

№ варианта	Количество		ИДК	Стекловидность, %	Группа качества
	белка, %	сырой клей- ковины, %			
1	11,6	22,0	64,0	68,4	I
2	12,8	24,4	67,0	87,7	I
3	10,9	20,8	59,0	65,7	I
4	11,6	22,0	68,0	71,7	I
5	11,7	22,2	60,0	60,0	I
6	10,9	20,8	61,0	57,0	I
7	12,6	24,0	69,0	67,5	I
8	11,8	22,4	60,0	66,6	I
9	11,7	22,2	63,0	71,7	I
10	12,0	22,8	69,0	60,9	I
11	10,8	20,6	55,0	75,8	I
12	12,1	23,0	62,0	84,1	I
13	11,9	22,6	59,0	67,5	I

Примечание – варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, **IV**, **VIII** и **X** – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Приложение 13 – Влияние комплексных физиологически активных веществ
на качество зерна озимой пшеницы, 2018 г.

№ варианта	Количество		ИДК	Стекловидность, %	Группа качества
	белка, %	сырой клей- ковины, %			
1	11,0	20,9	64,5	71,8	I
2	12,1	22,9	67,5	77,2	I
3	11,3	21,4	62,3	72,4	I
4	11,0	21,7	68,5	75,2	I
5	11,1	22,3	67,2	62,9	I
6	11,9	22,4	61,5	69,3	I
7	12,0	22,8	69,5	70,8	I
8	11,2	21,8	60,5	69,9	I
9	11,1	22,1	63,5	75,2	I
10	11,4	22,6	69,5	67,2	I
11	11,7	21,9	60,3	79,5	I
12	11,5	22,1	62,5	88,2	I
13	11,3	23,4	64,0	70,8	I

Примечание – варианты:

1 – Контроль (без обработок)

2 – Райкат Старт (с)

3 – Аминокат 10% (IV)

4 – Атланте Плюс (VIII)

5 – Нутривант Зерновой (XI)

6 – Райкат Старт (с) + Аминокат 10% (IV)

7 – Райкат Старт (с) + Атланте Плюс (VIII)

8 – Райкат Старт (с) + Нутривант Зерновой (XI)

9 – Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

10 – Аминокат 10% (IV) + Нутривант Зерновой (XI)

11 – Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

12 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII)

13 – Райкат (с) + Аминокат 10% (IV) + Атланте Плюс (VIII) + Нутривант Зерновой (XI)

с – обработка семян, **IV**, **VIII** и **X** – этапы органогенеза, когда проводили некорневые подкормки посевов

Приложение 14 – Результаты математической обработки данных

**Хлорофилл,
мг/г**

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	0,505394	12	0,042116	3,867544601	0,001884778	2,147926228
Внутри групп	0,283131	26	0,01089			
Итого	0,788525	38				

**ХФСП,
г/м²·сутки**

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	4859,015	12	404,9179	4,958649	0,000312503	2,147926228
Внутри групп	2123,132	26	81,65892			
Итого	6982,147	38				

**ЧПФ,
г/г в сутки**

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	13,09485	12	1,091237	4,112129	0,001236426	2,147926228
Внутри групп	6,899629	26	0,26537			
Итого	19,99447	38				

**Содержание
азота, %**

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	0,481108	12	0,040092	2,234073974	0,041958743	2,147926228
Внутри групп	0,466592	26	0,017946			
Итого	0,947699	38				

**Активность нитратредуктазы,
мкМ/г·ч**

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	19,68499	12	1,640416	5,086225	0,000257	2,147926
Внутри групп	8,385555	26	0,322521			
Итого	28,07055	38				

**Вынос азота,
г/м²**

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	469,7492	12	39,14577	2,4380986	0,027786813	2,147926228
Внутри групп	417,4524	26	16,05586			
Итого	887,2016	38				

**Высота расте-
ний, см**

<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	162,5677	12	13,54731	2,362476	0,032353802	2,14792623
Внутри групп	149,0936	26	5,734367			
Итого	311,6612	38				

Приложение 15 – Дисперсионный анализ урожайных данных

Программное обеспечение – AgStat, СНИИСХ

2016 год

Результаты анализа						
Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
1	3	5,11000013	0,01385133	0,11769168	0,06794932	1,3297323
2	3	5,32999992	0,05636564	0,23741448	0,13707131	2,57169437
3	3	5,59999999	0,03684976	0,1919629	0,11082983	1,97910416
4	3	5,69000006	0,04854261	0,22032388	0,12720405	2,23557186
5	3	5,88999987	0,01773672	0,13317928	0,07689109	1,30545151
6	3	5,55999994	0,00992053	0,09960188	0,05750517	1,03426564
7	3	6,01999998	0,01546423	0,12435525	0,07179654	1,19263351
8	3	6,09000015	0,03184446	0,17845015	0,10302825	1,69176102
9	3	6,30999994	0,00017174	0,01310514	0,00756626	0,11990899
10	3	6,28999996	0,00852515	0,09233172	0,05330775	0,84749991
11	3	5,80000019	0,01958284	0,1399387	0,08079364	1,39299381
12	3	5,82999992	0,11804469	0,34357631	0,19836387	3,40246773
13	3	6,34000015	0,03630192	0,19053063	0,11000291	1,73506165
По опыту	39	5,83538485	0,15782717	0,39727467	0,06361486	1,09015703
Источ.вариант						
Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %	
Общее	5,99758911	38			100	
Повторений	0,00250001	2			0,04168363	
Вариантов	5,17116928	12	0,43093076	12,5526056	2,20000005	86,2208023
Случайное	0,82391965	24	0,03432998			13,7375145
	Ош.ср.=	0,10697349	Точ.опыта%	1,83318675	Ош. разност	0,15083262
	Кр.Стьюдент	2,09999999	НСР=	0,3047485		
В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!						
AgStat СНИИСХ						

2017 год

Результаты анализа						
Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
1	3	6	0,00223785	0,04730593	0,02731209	0,45520148
2	3	6,61999989	0,01072437	0,10355851	0,05978953	0,90316522
3	3	6,61999989	0,00398001	0,06308734	0,03642349	0,5502038
4	3	6,8499999	0,06008526	0,24512295	0,1415218	2,06601167
5	3	6,48000002	0,07781497	0,27895334	0,16105379	2,48539805
6	3	6,63999987	0,01621476	0,1273372	0,07351816	1,10720134
7	3	6,48000002	0,0053214	0,07294796	0,04211652	0,64994633
8	3	6,76999998	0,00246578	0,04965664	0,02866927	0,42347524
9	3	6,69999981	0,06639091	0,25766432	0,14876257	2,22033691
10	3	6,61999989	0,0165762	0,12874858	0,07433303	1,12285542
11	3	6,67999983	0,00337057	0,05805663	0,03351901	0,50178164
12	3	6,82999992	0,01471783	0,12131706	0,07004244	1,0255115
13	3	7	0,04401301	0,20979278	0,12112392	1,73034167
По опыту	39	6,63769197	0,0718291	0,26800951	0,04291587	0,64654809
Источ.вариант	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	2,72927284	38				100
Повторений	0,02211254	2				0,81019896
Вариантов	2,08149195	12	0,17345767	6,65365887	2,20000005	76,2654419
Случайное	0,62566841	24	0,02606952			22,9243622
	Ош.ср.=	0,0932193	Точ.опыта%	1,4043932	Ош. разност	0,13143922
	Кр.Стьюдент	2,0999999	НСР=	0,26022345		
В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!						
AgStat СНИИСХ						

2018 год

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
1	3	4,92999983	0,00346402	0,05885595	0,0339805	0,68925959
2	3	5,28000021	0,00336317	0,05799282	0,03348217	0,63413197
3	3	5,40999985	0,03075763	0,17537852	0,10125484	1,87162364
4	3	5,42000008	0,09943597	0,31533471	0,18205857	3,35901427
5	3	5,44000006	0,00490925	0,07006606	0,04045266	0,74361509
6	3	5,42000008	0,0076136	0,08725593	0,05037723	0,92946929
7	3	5,30999994	0,01010765	0,1005368	0,05804495	1,09312522
8	3	5,4000001	0,02051491	0,14323029	0,08269405	1,53137124
9	3	5,57000017	0,00179178	0,04232943	0,02443891	0,43875957
10	3	5,57999992	0,02962363	0,17211516	0,09937073	1,78083754
11	3	5,57999992	0,0781308	0,27951887	0,16138029	2,89211988
12	3	5,80999994	0,05185036	0,22770673	0,13146654	2,26276326
13	3	5,94000006	0,01735436	0,13173597	0,07605779	1,28043425
По опыту	39	5,46846151	0,07718085	0,27781442	0,04448591	0,81349957
Источ.вариант	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	2,9329474	38				100
Повторений	0,08923208	2				3,04240298
Вариантов	2,21510816	12	0,18459235	7,04766941	2,20000005	75,5249863
Случайное	0,62860727	24	0,02619197			21,4326134
	Ош.ср.=	0,09343798	Точ.опыта%	1,70867038	Ош. разност	0,13174756
	Кр.Стьюдент	2,0999999	НСР=	0,27666986		
В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!						
AgStat СНИИСХ						



ООО «Ставропольская лаборатория №1»
356240, Ставропольский край,
г. Михайловск, пер. Кленовый, 1/3
тел./факс (8652) 52-11-22
www.agro-analiz.com,
lab.agroplus-sk@mail.ru

**Результаты производственных испытаний
компании ООО «Ставропольская лаборатория №1»
СПК «Мелиоратор», Труновский район,
Ставропольский край**

Культура - озимая пшеница
Сорт – Сила
Поле - № 21 (180,62га)
Предшественник – кукуруза
Дата уборки - 13.07.2018г.

Контроль: без обработок

Опыт 1: листовая обработка совместно с гербицидом

Аминокат 10 %, 0,3 л/га + Нутривант 19 19 19 – 1,5 кг/га

Опыт 2: листовая обработка совместно с гербицидом

Аминокат 10 %, 0,3 л/га + Нутривант 19 19 19 – 1,5 кг/га

листовая обработка в фазу молочно-восковой спелости зерна

Аминокат 10 %, 0,3 л/га + Нутривант Плюс Зерновой, 2 кг/га

Вариант	Урожайность, ц/га	± к контролю	
		ц/га	%
Контроль	51,0	-	-
Опыт 1	56,2	5,2	12,6
Опыт 2	59,1	8,1	15,8

Руководитель
СПК «Мелиоратор»



/ Жолобов В.И /
Расшифровка подписи

Гл. агроном
ООО «Мелиоратор»

/ Куликов А.А /
Расшифровка подписи

Сонскатель



Симатин Т.В.

Директор
ООО «Ставропольская лаборатория»

Руденко А.С.

Приложение 17



ООО «Ставропольская лаборатория №1»
356240, Ставропольский край,
г. Михайловск, пер. Кленовый, 1/3
тел./факс (8652) 52-11-22
www.agro-analiz.com,
lab.agroplus-sk@mail.ru

**Результаты производственных испытаний
компании ООО «Ставропольская лаборатория №1»
ООО «Агросоюз Красногвардейский», Красногвардейский район,
Ставропольский край**

S поля - 80 га
Культура – **озимая пшеница**
Сорт - Лебедь
Предшественник – лен
Дата уборки - 16.07.2017 г.

Контроль: без стимуляторов роста

Опыт 1: обработка семян **Райкат Старт - 0,5 л/т**

Листовая обработка совместно с гербицидом **Аминокат 10% - 0,3 л/га**

Опыт 2: обработка семян **Райкат Старт, 0,5 л/т**

Листовая обработка совместно с гербицидом **Аминокат 10% - 0,3 л/га + Нутривант 19 19 19 – 2кг/га**

Вариант	Площадь, га	Урожайность, ц/га	± к контролю	
			ц/га	%
Контроль	1	55,4	-	-
Опыт 1	1	59,1	3,7	6,7
Опыт 2	1	61,7	6,3	11,4

Руководитель
ООО «Агросоюз Красногвардейский»

/ Светличный М.Ю /

Гл. агроном
ООО «Агросоюз Красногвардейский»

/ Завалишин М.С /

Соискатель

Симатин Т.В.

Директор
ООО «Ставропольская лаборатория»

Мишина Е.А.



Приложение 18



ОО «Ставропольская лаборатория №1»
356240, Ставропольский край,
г. Михайловск, пер. Кленовый, 1/3
тел./факс (8652) 52-11-22
www.agro-analiz.com,
lab.agroplus-sk@mail.ru

Результаты производственных испытаний
компании ООО «Ставропольская лаборатория №1»
Колхоз «Родина», Новоселицкий район,
Ставропольский край

Культура – озимая пшеница

Сорт – Батько

Поле № 1 (71 га)

Предшественник - пар

Дата уборки - 5.07.2017 г.

Контроль: без обработки

Опыт 1: листовая обработка совместно с гербицидной Аминокат 10%, 0,3 л/га

листовая обработка в фазу колошения Атланте Плюс, 0,5 л/га

Опыт 2: листовая обработка совместно с гербицидной Аминокат 10%, 0,3 л/га

листовая обработка в фазу молочно-восковой спелости Нутривант Плюс Зерновой, 2 кг/га

Таблица 1. Показатели урожайности

Вариант	Площадь, га	Урожайность, ц/га	± к контролю	
			ц/га	%
Контроль	0,84	56,2	-	-
Опыт 1	0,84	59,1	2,9	5,1
Опыт 2	0,84	62,0	5,8	10,3

Руководитель
Колхоз «Родина»

Гл. агроном
Колхоз «Родина»

Соискатель

Директор
ООО «Ставропольская лаборатория»



[Handwritten signature]

В.Н. Крашенин

Расшифровка подписи

Кочетков С.С.

Расшифровка подписи



Симатин Т.В.

Мишина Е.А.