МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н.Прянишникова
(ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»)

На правах рукописи

УДК 631.81.095.337

Вознесенская
Татьяна Юрьевна

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ФОРМ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА МИКРОЭЛЕМЕНТОВ С АМИНОКИСЛОТАМИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Специальность 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук
Шаповал Ольга Александровна

Москва 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……... 4

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ……..... 10

1.1. Озимая пшеница: особенности биологии вида……. 10

1.2. Значение макро- и микроэлементов в жизни растений пшеницы озимой……... 15

1.2.1. Влияние азота на рост и развитие растений пшеницы озимой……..... 15

1.2.2. Влияние фосфора на рост и развитие растений пшеницы озимой…… 16

1.2.3. Влияние калия на рост и развитие растений пшеницы озимой ……. 17

1.2.4. Влияние микроэлементов на рост и развитие растений пшеницы озимой …….…….……. 19

1.3. Значение аминокислот в жизни растений пшеницы озимой…….. 26

2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ…… 32

2.1. Почвенно-климатические условия…… 32

2.2. Объект, схема опытов и методика проведения……..……. 41

2.2.1. Характеристика объекта исследования …… 42

2.2.2. Характеристика исследуемых агрохимикатов …… 43

2.2.3. Схема опыта и методика исследований 46

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ …….……..... 51

3.1. Влияние обработки семян Комплексом аминокислот с микроэлементами на посевные качества озимой пшеницы ……..... 51

3.2. Влияние Комплексов на основе аминокислот и микроэлементов на рост растений озимой пшеницы …….. 56

3.3. Влияние Комплексов на основе аминокислот и микроэлементов на нарастание листового аппарата и его фотосинтетическую деятельность …. 64

3.4. Влияние Комплексов на основе аминокислот и микроэлементов на формирование структурных элементов урожайности озимой пшеницы …… 73

3.5. Влияние Комплексов на основе аминокислот и микроэлементов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы…….. 81

3.6. Влияние Комплексов на основе аминокислот и микроэлементов на вынос и баланс элементов минерального питания в технологии возделывания озимой пшеницы..... 93

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ АМИНОКИСЛОТ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ…….. 98

ВЫВОДЫ…… 104

РЕКОМЕНДАЦИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ……..... 107

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ …… 108

ПРИЛОЖЕНИЕ…… 128

ВВЕДЕНИЕ

Повышение благосостояния населения страны во многом зависит от успешного развития сельскохозяйственного производства, его интенсификации. Важнейшей отраслью сельскохозяйственного комплекса России считается зерновое производство, доля которого оценивается в 10 % валового продукта страны. Ведущей продовольственной культурой является озимая пшеница, она занимает главенствующее место по посевным площадям. Основные регионы возделывания озимой пшеницы в России: Северный Кавказ, Центрально - Черноземная зона, Поволжье и частично Нечерноземье (Болотов, Тарасенко, 2018).

В 2020-2021 гг. посевная площадь пшеницы озимой по России составила около 18,7 млн. га, валовой сбор — 6,3 млн.т. В зерновом балансе Краснодарского края посевные площади озимой пшеницы занимают 1,8 млн. га, или около 43% всех посевных площадей Краснодарского края. В среднем, урожайность озимой пшеницы составляла около 48,7 ц/га (Стат. сб. / Краснодарстат – Краснодар, 2021).

Актуальность работы. Производство зерна и его переработанная продукция – важная составляющая часть налоговых поступлений при формировании бюджета. Развивающееся зерновое хозяйство во многом зависит и от других отраслей сельского хозяйства, а также промышленности в целом. От уровня развития зернового хозяйства и его качества, зависит степень обеспечения населения продуктами питания и его жизненный уровень.

После продолжительного периода рыночных преобразований, в зерновом хозяйстве страны произошли глубокие качественные изменения. В России ухудшение качественных характеристик зерна, снижение уровней интенсивности и эффективности производства стало типичной чертой зернового хозяйства. Из-за этого ухудшились экономические показатели сельскохозяйственного сектора страны (Романенко, 2004). Именно поэтому дальнейшее повышение урожайности и качества зерна является важной задачей растениеводства.

Район западной части Краснодарского края, где проводились исследования, является крупным поставщиком зерна. Дальнейший рост производства зерна здесь может быть достигнут только за счет повышения урожая. Решающим условием

повышения урожайности в данном крае, как и в целом по России, является возрастающее и наиболее эффективное применение удобрений.

Развитие химической отрасли побуждает сельскохозяйственную науку и практику неуклонно совершенствовать состав удобрений, а также приемы и способы их использования с учетом конкретных природных и экономических условий.

На сегодняшний день «в мировой сельскохозяйственной практике в последние годы все чаще используют удобрения на основе комплекса микроэлементов и аминокислот, которые являются корректорами минерального питания и опосредованно воздействуют на иммунитет растений, ускоряют процесс метаболизма и активации синтеза белков и углеводов» (Вознесенская, Коршунов, 2019).

Активными центрами коферментов являются микроэлементы, улучшающие обмен веществ в растительных организмах. Поэтому проблема снабжения растений микроэлементами имеет общебиологическое значение. Определение сроков, способа внесения, оптимальной дозы для обработки семян и растений удобрениями позволяет регулировать рост и развитие растений, а также повышать устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, и, как следствие, увеличивать урожайность и качество сельскохозяйственных культур.

Минеральные соли (неорганические соединения) и оксиды микроэлементов представляют традиционные формы микроудобрений. Эти соединения не в полной мере используются растениями, попадая в почву. Установлено, что на щелочных почвах неэффективно применять минеральные соли железа и цинка, а на кислых – молибдена; медь быстро сорбируется в почве, переходя в недоступную для растений форму. С целью повышения подвижности и усвоения микроэлементов из микроудобрений начали поиск веществ (соединений), которые отличаются высокой устойчивостью к большому спектру внешних условий. Природные и синтетические хелаты - одни из таких форм. Поэтому разработка приемов наиболее эффективного использования новых комплексов удобрений под озимую пшеницу с учетом местных условий и была основной задачей наших исследований.

Цель исследований. Установить эффективность и оптимальные дозы использования Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на фоне азотных, фосфорных, калийных удобрений в технологии возделывания озимой пшеницы сорта Вершина в Краснодарском крае, с целью повышения урожайности и качества зерна.

Задачи исследований:

- установить оптимальные дозы использования Комплекса аминокислот с микроэлементами на пшенице озимой в первичном (лабораторном) опыте;
- оценить влияние оптимальных доз Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на ростовые, формообразовательные процессы растений озимой пшеницы;
- исследовать влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на биометрические показатели роста и фотосинтетическую деятельность растений озимой пшеницы на фоне внесения минеральных удобрений;
- выявить влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на формирование структуры урожая, урожайность и качество зерна озимой пшеницы на фоне внесения минеральных удобрений;
- определить вынос и баланс основных элементов питания растениями в технологии возделывания озимой пшеницы;
- определить экономическую эффективность применения Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов в технологии возделывания озимой пшеницы.

Научная новизна. Впервые в условиях Краснодарского края на черноземе выщелоченном проведена агрономическая оценка Комплексов микроэлементов и аминокислот в посеве озимой пшеницы. Оценено воздействие Комплексов на биометрические показатели роста и фотосинтетическую деятельность листового аппарата, продуктивность растений и качество зерна озимой пшеницы. Изучаемые Комплексы при обработке семян перед посевом и двукратной обработке растений в фазах: 1-я - в начале выхода трубку, 2-я - в начале колошения; увеличивают массу надземных органов (сырую с 20,05 до 23,39 г/растение и сухую с 5,25 до 6,21

г/растение); наилучший результат получен в варианте с применением Комплекса аминокислот с микроэлементами.

Комплексы удобрений повышают нарастание листового аппарата и содержание в листьях пигментов: число и площадь листьев с 5,2 до 5,8 шт./раст. и с 83,2 до 94,8 см²/раст. соответственно, содержание хлорофилла а+б и каротиноидов на 19,8-27,1% и 16,4-28,0% соответственно. Данные Комплексы влияют на структуру урожая и густоту стояния озимой пшеницы, лучший эффект достигнут в варианте с применением Комплекса аминокислот с микроэлементами во 2-й дозе (1,5 л/т семян+1,5 л/га).

Изучаемые Комплексы повышают урожай зерна с 61,0 до 63,6…68,1 ц/га. Максимальная прибавка (11,8 и 7,8 ц/га) получена при применении Комплекса аминокислот с микроэлементами во 2-й дозе (1,5 л/т семян+1,5 л/га), который по эффективности превосходит Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей, Комплекс хелатов микроэлементов, Комплекс аминокислот. В результате применения Комплексов в зерне возрастает содержание белка с 13,5 до 15,1%, лучший эффект был достигнут от применения Комплекса аминокислот с микроэлементами.

Практическая значимость работы. Практическая значимость данной работы состоит в том, что на основе исследований была выявлена зависимость урожая и качества зерна озимой пшеницы от обработки семян и некорневых подкормок Комплексами удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на фоне основных элементов питания, даны практические предложения по их использованию (дозам и срокам), способствующие повышению урожайности и качества продукции.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Активизация ростовых, формообразующих процессов в семенах озимой пшеницы при установлении оптимальных доз удобрений на основе Комплекса микроэлементов и аминокислот.

2. Изменения биометрических показателей, фотосинтетической деятельности растений от использования Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов.

3. Эффективность применения исследуемых Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов, их влияние на формирование структуры урожая, а также на урожайность и качество озимой пшеницы.

4. Экономическая эффективность применения исследуемых Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов в технологии возделывания пшеницы озимой.

Место проведения работы. Диссертационная работа выполнена в соответствии научно-исследовательской деятельности в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д. Н. Прянишникова». На базе ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», на опытном поле КубГАУ (учхоз «Кубань», отделение 1) были проведены полевые испытания.

Апробация работы. Основные результаты исследований представлялись на научных, научно-практических конференциях всероссийского и международного уровня: 51-я Международная научная конференция молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, приуроченная к "Году экологии в Российской Федерации", "Агроэкологические и экономические аспекты применения средств химизации в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства" (Москва, ФГБНУ ВНИИ агрохимии, 2017 г.), 53-я Международная научная конференция молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, посвященная 115-летию со дня рождения профессора Александра Васильевича Петербургского (Москва, ФГБНУ ВНИИ агрохимии, 2019 г.), 54-я Всероссийская с международным участием школа-конференция молодых ученых специалистов-агрохимиков и экологов «Проблемы и перспективы развития современной агрохимии» (Москва, ФГБНУ ВНИИ агрохимии, 2020 г.), 55-я Всероссийская с международным участием конференция молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов «Основные направления и современные подходы в агрохимической науке» (Москва, ФГБНУ ВНИИ агрохимии, 2021 г.); на Всероссийских конференциях «Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур» (г. Анапа, 2016, 2018 гг.); 11-я научно-практическая конференция «Анапа-2021» «Перспективы

использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений» (г. Анапа, 2021 г.).

Личный вклад соискателя. Автором выбрана и определена тема исследования, были поставлены цели и задачи работы, а также разработана структура исследовательской деятельности. Соискатель непосредственно принимал участие в постановке опытов, проводил все учеты, наблюдения и анализы, обрабатывал полученные данные с помощью математического анализа. Автор принимал участие в подготовке диссертации и автореферата, написании статей, монографии, бюллетеней, выступлений с сообщениями на различных конференциях регионального и международного уровней.

Публикации. По теме исследования было опубликовано 15 работ, из них 8 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Также соискатель является соавтором рекомендаций и технологий, монографии и бюллетеней.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из: введения, обзора литературы, условий и методик проведения исследований, результатов исследования, экономической эффективности Комплексов удобрений, а также выводов и рекомендации к производству, списка использованной литературы и приложения. Данная работа составляет 143 страницы компьютерного текста и включает в себя: 17 таблиц, 9 рисунков, 15 таблиц приложения. Список литературы состоит из 201 источников, в том числе 50 иностранных.

Благодарности. Автор выражает благодарность научному руководителю, д.с.-х.н., гл. науч. сотр. лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов ФГБНУ ВНИИ агрохимии Шаповал О.А.; кандидату с.-х.н., вед. науч. сотр. Можаровой И.П.; а также сотрудникам кафедры физиологии и биохимии растений Кубанского аграрного университета проф., к. с.-х.н. Барчуковой А. Я. и доц. к. с.-х.н. Тосунову Я.К.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Озимая пшеница: особенности биологии вида

Несмотря на то, что озимая пшеница имеет широкое мировое распространение и важное продовольственное значение, а ее история насчитывает более 8 тысяч лет, пристальное детальное ее изучение началось немногим более 150 лет назад (Ковтун, 2002).

Масштаб распространения пшеницы объясняется пищевой ценностью зерна (Мосолов, 1979; Ковтун, 2006; Подгорный, Самофалов, 2013; Григорьев и др, 2016). Главным продуктом питания в 430 государствах мира является пшеница, на которые приходится 35% населения мира (Кудашкин, Ляблин, Ляблин, 2002).

Современная ботаническая номенклатура пшениц (род Triticum L, семейство Мятликовых, Poaceae.) включает 202 вида, различающихся хозяйственными, биологическими, морфологическими признакам (Губанов и др., 1988), которые принято делить на два основные типа: пшеница мягкая (Triticuma aestivum L.) и пшеница твердая (Triticum durum Desf.).

В Российской Федерации пшеница озимая представлена в основном пшеницей мягкой (Triticum aestivum L.). По общепринятым данным, в зерне озимой пшеницы в среднем содержится: белков 13,9 %, углеводов от 79,9 %, золы 2,0 %, клетчатки 2,3 % (Вавилов, 1986).

Озимая пшеница – одна из-за самых требовательных культур к факторам внешней среды. Основная роль в формировании высокой урожайности, морозостойкости и зимостойкости озимых культур принадлежит температуре, освещенности, наличию сбалансированного минерального питания и влажности почвы. Ряд исследователей отмечает, что часто наблюдается гибель урожая, это происходит при серьезном нарушении агротехники, где технологические приемы применяются без учета требований культуры пшеницы к факторам внешней среды, особенностям почвы и погодным условиям (Губанов, 1988, Гулянов, 2007).

Требования вида к условиям произрастания (возделывания). Условия внешней среды являются определяющими факторами высокой урожайности пшениц: требования к температуре, освещенности, наличию сбалансированного минерального питания и влажности почвы носят лимитирующий характер, особенно при формировании морозостойкости и зимостойкости посевов, при серьезных технологических нарушениях наблюдается серьезный недобор или даже гибель урожая (Гулянов, 2007).

Влагообеспеченность. Пшеница озимая очень влаголюбивая и поистине влагоемкая культура, потребляет гораздо больше воды, чем яровая пшеница: более всего она использует осенние и зимние осадки.

Слишком ранние сроки посева создают условия, когда набухшие и прорастающие семена долгое время находятся при низкой влажности почвы и высокой температуре августовского периода, и тогда семена чрезмерно расходуют питательные вещества на процесс дыхания, в итоге истощаясь, плесневея, поражаясь различными почвенными патогенами и снижая полевую всхожесть. При позднем посеве растения не успевают хорошо развиться, накопить достаточное количество питательных веществ, что приводит к плохому закаливанию из-за ограниченности вегетационного периода осенью. Отмечена обратная зависимость между степенью первичного прорастания семян и их выживаемостью после увлажнения: высокая выживаемость после вторичного увлажнения наблюдается при низкой степени прорастания (Банькин, 2007).

При слаборазвитой листовой поверхности в начале вегетации интенсивное испарение влаги почвой снижает ее потребление растениями. Наиболее интенсивно пшеница потребляет влагу в фазе выхода в трубку — это критический период по влагообеспеченности, длящийся примерно 20 дней.

Низкая относительная влажность, повышенная температура и ветреная погода могут снижать запасы продуктивной влаги на 8 - 10 мл за сутки. Общий расход влаги при подобных условиях в фазе выхода в трубку может составлять от 100 до 150 мл/га (Минееев, 2004, Зайцева, 2011).

Недобор урожая при повышенной температуре при воздействии почвенной засухи может составлять около 30% и более, так как резко ухудшаются условия налива зерна, оно выходит щуплым и легким, что зачастую наблюдается в условиях Краснодарского края. Почвенный температурный режим так же зависит от летних осадков (дождь, град), но основную роль при формировании продуктивности озимой пшеницы играют осадки весенне-летнего вегетационного периода. Они не только восполняют запасы продуктивной влаги в почве, но и увлажняют верхние слои почвы, где находится основная масса корневой системы растений, а также сосредоточена наибольшая часть доступной для растения формы питательных веществ (Третьяков и др., 2004).

Требование к освещенности. Одним из важнейших факторов жизнедеятельности растений - свет. Он является одним из главнейших источников энергии, который необходим для всех, без исключения, фотосинтезирующих растений. Данная культура характеризуется как культура длинного светового дня. Продолжительность светового периода, общая интенсивность и частота света влияют не только на продолжительность фотосинтеза и накопление органического вещества, но и на образование растений и структурирование отдельных органов растения. Осенью, в начале вегетации озимой пшеницы, дефицит солнечного света влияет на темпы роста и развития культуры, прежде всего, на развитие и образование новых листьев, а главное на узлы кущения и закладку их на значительной глубине. В ненастную дождливую погоду, в совокупности с низкой температурой, узел закладывается ниже от поверхности почвы, что увеличивает риск того, что растения озимой пшеницы погибнут в неблагоприятных условиях зимовки. И напротив, в солнечную погоду, в фазы прорастания и полных всходов озимой пшеницы, а главное в фазы второго и третьего листа, благоприятные температуры, водный и питательный режимы, способствуют образованию наиболее крупных зеленых листьев и закладке укореняющего узла на значительную глубину (Носатовский, 1950).

Требование к теплу. Определенный температурный режим, характерный для всех видов пшеницы и различающий в зависимости от фазы развития культуры, сказывается на накоплении веществ и продуктивности. Для организации рациональной технологии возделывания необходимо знание соотношения тепла и света для озимой пшеницы.

Определяющим фактором являются осенние климатические условия, гарантирующие накопление большого количества пластических веществ в листьях и в узле кущения в фазе кущения. При солнечной погоде и скачках температуры от плюсовой днем до слабой минусовой ночью создаются наилучшие условия для закаливания озимой пшеницы перед зимой, что повышает ее морозостойкость. Если растения зимуют при низких температурах, сильных перепадах температур, чрезмерной влажности, то они могут погибнуть. Способность растений к длительному воздействию холода зимой называется морозостойкостью (Сарычев, 2007).

Сроки посева представляют один из ключевых факторов возделывания сельскохозяйственных культур. Например, данные исследований по влиянию периода посева на развитие растений, выживаемость, урожайность озимой пшеницы сорта Безенчукская 380 в Еланском семенном хозяйстве Пензенской области показали, что оптимальными сроками посева являются те, когда растения формируют 3-5 побегов к окончанию вегетации осенью (Петрова, Ерошенко, 2007).

Требования к почве. Другой, немаловажный фактор развития и получения высококачественного урожая озимой пшеницы - почва. Она должна быть в достаточной степени структурированной, плодородной, оснащена макроэлементами (N, P, K), а также микроэлементами. К этим критериям для произрастания данной культуры подходят черноземы. Черноземы имеют высокую степень потенциального и эффективного плодородия, они высокоструктурированные, не уплотняются (их плотность составляет около 1,2 г/см). Это оптимальный диапазон для роста и развития корневых систем всех видов растений. Корневая система озимой пшеницы на таких почвах может проникать в глубь на 100-150 мм. Корни озимой пшеницы могут использовать влагу и полезные вещества из глубоких горизонтов корнеобитаемого слоя (Ремесло, 1981). Лучше всего озимая пшеница растет и

развивается, а также дает высокий и качественный урожай на богатых гумусом почвах, так как она имеет толстый пахотный горизонт, с хорошей способностью противостоять изменениям реакции почвенного раствора, а также такие почвы хорошо и быстро поддаются обработке. Этим условиям соответствуют черноземные почвы (Шеуджен, 2007). Озимая пшеница реагирует на кислотность почвы, в большинстве случаев показатели кислотности почвы имеют нейтральную или близкую к нейтральной реакцию. Этот показатель не препятствует растениям усваивать питательные вещества из почвы. Подходящей реакцией почвенного раствора для озимой пшеницы считается pH 6,5-7,0 (Никляев, 2000).

Рациональное питание является одним из основных регулируемых факторов, который используется для целенаправленного управления развитием растений и роста данной культуры с главной целью - получение высокого урожая хорошего качества (Шапошникова, 2004).

На бедных почвах можно создать наиболее благоприятный рацион питательных элементов с помощью подкормок и оптимальных доз необходимых удобрений. Озимая пшеница имеет высокую потребность к содержанию в почве макроэлементов (N, P, K). В среднем пшеница использует из почвы 4 кг азота, 1,3 кг фосфора и 2,5 кг калия для образования 1 ц зерна высокого качественного с соответствующим количеством соломы (Баннов, 2007).

Корневая система пшеницы озимой, хотя прекрасно разветвляется и глубоко просачивается в почву, имеет низкую ассимиляционную способность, плохо усваивает питательные вещества из почвы. Озимая пшеница чувствительна к внесению минеральных и органических удобрений. Сорта растений интенсивного типа имеют высокую потребность в минеральном питании (Авдонин, 1982).

Для повышения плодородия черноземов Краснодарского края нельзя довольствоваться только условиями возделывания культуры. В сочетании с другими агрономическими приемами важны правильная обработка почвы и использование удобрений.

1.2. Значение макро- и микроэлементов в жизни растений пшеницы озимой

Озимая пшеница обеспечивает наибольшую прибавку зерна при оптимальной обеспеченности минеральными удобрениями на всех типах почв (Губанов, Иванов, 1988; Исайчев и др., 2012). Растения нуждаются в макроэлементах - азоте, фосфоре и калии; в гораздо меньших количествах культуре необходимы жизненно важные микроэлементы для полноценного роста и функционирования растений (Zn, B, Cu, Mn, Mo и др.) (Володько, 1983; Кабата-Пендиас, 1989). Количество питательных элементов, которые входят в состав семян и растительных клеток, изменяется с учетом вида растений, уровня плодородия почвы и типа почвы (Franzena, 2002).

1.2.1. Влияние азота на рост и развитие растений пшеницы озимой

Центральным элементом для роста и развития растений является азот (N). В состав аминокислот, белков, нуклеиновых кислот входит азот, который является передатчиком генетических свойств живых организмов и играет немаловажную роль в обмене веществ. Также он входит в состав хлорофилла, липоидных компонентов плазмалеммы, витаминов, фотосинтетических пигментов, всевозможных коферментов (коэнзимов) без которых не работают механизмы фотосинтеза и формирования органических веществ и др. (Madhava Rao и др., 2006; Muurinen и др., 2007; Pallardy, 2008).

Содержание азота зависит от ряда факторов. К ним относятся: вид растения, его возраст, почвенные и климатические условия, агротехника и др. В вегетативных частях молодых растений наблюдается наибольшее количество азота, которое потом, по степени старения, переходят в появившиеся листья и побеги. При этом, в первой части вегетационного периода, в органах происходит процесс синтеза высокомолекулярных органических веществ, в состав которых входит азот, образуются новые белковые вещества, необходимые для роста растений. Во второй части вегетационного периода, а точнее после цветения, осуществляется активный процесс разложения вышеперечисленных синтезируемых

веществ. Идет передвижение к репродуктивным органам продуктов разложения, которые используются для образования белков зерна (Коржавина, 2017).

Озимая пшеница, как и все злаковые сельскохозяйственные культуры, чувствительна к недостатку азота, поэтому хорошо реагирует на внесение азотных удобрений. Культура усваивает азот в течение всего вегетационного периода, с момента образования и начала функционирования корешков до полного вызревания. В то же время, пшеница, выращенная при полноценном обеспечении азотом, отличается стремительным ростом и типичной темно-зеленой окраской. Азот активизирует развитие листков и стеблей. Дефицит элемента вызывает нарушение полноценного роста и деления клеток (снижение кущения, несвоевременное старение листьев и разложение хлорофилла), возможны также обесцвечивание, понижение интенсивности синтеза белка (Емельянова, Резниченко, 1970; Woodman, Engledow, 1974; Третьяков, 2004; Roberts, Johnston, 2007).

1.2.2. Влияние фосфора на рост и развитие растений пшеницы озимой

Один из необходимых для растительного организма элементов – фосфор (P). Он служит составной частью комплексов нуклеиновых кислот с белками, сахарофосфатов, фосфатидов и других органических соединений. Фосфор является участником метаболизма и белкового синтеза, влияет на рост растений и определяет энергию клетки. Биохимические процессы жизни растения контролируются соединениями, в состав которых входит фосфор. Для создания высококачественного урожая всех сельскохозяйственных культур необходимо вовремя обеспечить клетки фосфором (Галиченко, 2011; Саленко, 2015).

По данным Н.С. Авдонина (1982), фосфор играет главную роль в переносе энергии, дыхании и фотосинтезе. Оптимальное его количество обеспечивает быстрый рост, раннеспелость растений, повышает зимостойкость. Фосфор может находится во всевозможных формах: органической и неорганической, подвижной и неподвижной. По количеству подвижного фосфора можно судить о плодородии почвы.

Главная часть неорганических форм фосфора может быть представлена апатитами, группой минералов класса фосфатов. Минеральные соединения фосфора находятся в почве в виде ортофосфатов; а в поглощённом состоянии – в виде фосфат-иона, который входит в компонент апатитовых руд (Вальков, 2002).

В почвах с кислой реакцией доминируют фосфаты, которые связаны с силикатами, pH в таких почвах варьирует с 5,5 до 6,5. В слабощелочных (pH 7,5) и щелочных почвах доминируют фосфаты кальция (Зайцева, 2011; Афанасьев, Мерзлая, 2013).

Внешним симптомом фосфорного голодания является синевато-зеленая окраска листьев нередко с пурпурным или фиолетовым оттенком (свидетельство задержки синтеза белка и накопления сахаров). Листья становятся мелкими и более узкими. Приостанавливается рост растений, задерживается созревание урожая (Кондратьев и др., 2007). При дефиците фосфора снижается скорость поглощения кислорода, изменяется активность ферментов, участвующих в дыхательном метаболизме, начинают активнее работать некоторые немитохондриальные системы окисления (оксидаза гликолевой кислоты, аскорбатоксидаза). В условиях фосфорного голодания активируются процессы распада фосфорорганических соединений и полисахаридов, тормозится синтез белков и свободных нуклеотидов (Беликов, Дмитриева, 1992; Кондратьев и др., 2007).

1.2.3. Влияние калия на рост и развитие растений пшеницы озимой

Одним из главным, наравне с азотом и фосфором, элементом питания, потребляемым сельскохозяйственными культурами в большом количестве, является калий (К). Несмотря на достаточно большое количество калия в почве, его содержание в легкодоступной форме для растений в большинстве почв недостаточно, поэтому потребность в калийных удобрениях значительна (Савич и др., 2006; Саленко, 2015).

Значение калия для роста и в развития пшеницы показано в трудах Н.С. Авдонина (1982), Н. Ибрагимова (2006), Х.Н. Атабаевой (2008) и других ученых. Он улучшает фотосинтез, углеводный и белковый обмен, участвует во всех обменных

процессах. С фазы всходов наступает поступление калия в растение, которое длится до цветения. Максимальное потребление калия наблюдается в фазы выход в трубку - колошение - цветение. Под влиянием питательных веществ увеличиваются крупность зерна, количество зерен в колосе, а главное их масса.

При калийном голодании края листьев буреют и появляются ржавые пятна. При недостатке его в растительном организме усиливается распад белков, что способствует развитию патогенных грибов и бактерий. При дефиците в почве калия снижаются урожайность, зимостойкость, стабильность к возбудителям заболеваний на этапах органогенеза (Савич, Платонов, Духанин и др., 2006).

Потребление растениями калия более высокое, нежели остальных элементов, за исключением азота. На содержание калия в свободной форме в растительном организме влияет на 70 – 85% возраст растений, и на 15 – 30% адсорбируются на поверхности белковых молекул цитоплазмы, которые создают с ними непрочные соединения (Саленко, 2015).

Калий, который содержится в минералах почв, растениям практически недоступен. Однако, после их разрушения в ионной форме (K^+) калий высвобождается и становится легкодоступным, может легко использоваться растениями. В зависимости от климатических условий и гранулометрического состава почв, ежегодно из минералов высвобождается около 15–30 кг/га калия (Аристархов, 2000).

Наибольшая часть калия находится в составе первоначальных минералов, например, полевые шпаты, слюды. Калий также находиться и во вторичных глинистых минералах - смектитах, иллитах и др. Максимальное количество калия, около 2-4 %, содержится в глинистых и суглинистых типах почвах, намного меньше калия (0,5-1,0%) в супесчаных и песчаных почвах (Зялалов и др, 2010).

Легкодоступные и доступные формы калия, как минеральное питание растений, имеют первостепенное значение, они входят в состав почвенного раствора. С учетом почвы, её гранулометрического состава, содержания в почве обменного калия, коэффициенты его использования могут колебаться от 5 до 30% в зависимости от сельскохозяйственной культуры.

Озимой пшенице требуется больше удобрений, чем другим зерновым культурам, из-за ее меньшей способности к корнеобразованию и поглощению веществ. Поскольку почва содержит мало растворимых питательных веществ, когда рост возобновляется ранней весной, растения необходимо обеспечить питательными веществами (Морару, 1987; Кудашкин, Гайсин, 2010; Кузнецова, 2010).

Зная потребность в питательных веществах, можно правильно рассчитать дозы удобрений на планируемый урожай.

1.2.4. Влияние микроэлементов на рост и развитие растений пшеницы озимой

Искусство земледелия определяется во многом и питанием растений. Недостаток макро- и микроэлементов приводит к резкому снижению урожайности. Под воздействием микроэлементов повышается устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды и патогенам (Аристархов, 2000).

Данные многих ученых показали, что микроэлементы играют главным образом физиологическую, а также агрономическую роль в питании растений. В растениеводстве применение микроэлементов играет важную роль в агротехнологии культур и гарантии получения высокого урожая хорошего качества (Власюк, Жидков, Ивченко, 1976; Володько, 1983).

Микроэлементы принимают участие в сложных биологических и физиологических процессах, в активации деятельности ферментов, гормонов и других биологически активных вещества (БАВ), которые связаны с процессом синтеза органических веществ, и как следствие, могут повышать урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур. Ферменты являются биологическими катализаторами всех процессов, которые проходят в растительных организмах. В первую очередь ферменты активируются в растении минеральными элементами корневого и некорневого питания растений, из которых большинство относятся к микроэлементам. К таким микроэлементам относятся: Zn, Mn, Cu, Mo, Fe, Co и др. (Минеев, 2004; Байкурова, 2011; Олейников, 2012).

Среди минеральных питательных веществ, которые необходимы для нормального произрастания и развития озимой пшеницы, как любой другой культуры, микроэлементы играют важнейшую роль (Корякина, 1974; Зайцев, Подколзин, 2010).

В первую очередь, микроэлементы изменяют биохимическое направление метаболизма растений в отношении активности ферментов. Знание адаптивных особенностей реакций позволяет дифференцированно использовать микроэлементы для лучшего регулирования процессов роста растений с целью получения устойчивого увеличения урожая (Панасин, 2000).

Рост и развитие растений озимой пшеницы зависят от обеспеченности их микроэлементами. В результате их недостатка растения плохо вегетируют: листья становятся мелкими, светло-зеленого цвета с коричневыми пятнами, преждевременно желтеют; стебли становятся крошечными и слабо растут. Нехватка микроэлементов может задержать формирование репродуктивных органов и даже привести к гибели урожая (Агафонов, 1992; Bloom, 2009; Галиченко, 2009; Олейников, 2012).

Сбалансированное минеральное питание важно для успешного выращивания озимой пшеницы. Недостаток или избыток любого элемента питания может привести к нарушениям поступления других элементов, вызывая задержки в процессе роста и снижая урожая зерна. Поэтому некоторые макроудобрения, внесенные в высоких дозах, могут повлиять на использование и доступность растения микроэлементов: азота - меди и молибдена, избыток фосфора - цинка и меди, калия - бора и магния. В это же время недостаток микроэлементов в почве снижает эффективность макроэлементных удобрений (Посыпанов, 2006; Сагдеев, 2010).

Чаще всего, микроэлементы впитываются через корневую систему и реже через листья. Такие микроэлементы, как медь, цинк и марганец в виде катионов; а бор и молибден в виде анионов (Власюк, Жидков, Ивченко, 1976).

Бор (B) - единственный неметалл в третьей группе Периодической системы Д. И. Менделеева. В земной коре его распределение неравномерное. Содержание бора в магматических породах увеличивается с повышением кислотности пород. В

осадочных породах этот элемент связан с глинистой фракцией (Олейников, 2012). Данный элемент встречается прежде всего в глинистых морских отложениях, его можно использовать в качестве индикатора (Каталымов, 1985; Подколзин, 2000; Шеуджен, 2003).

Бор, способствует нормальному прорастанию пыльцевых зерен и росту вегетативной клетки пыльцевого зерна, повышает количество цветков и плодов на растении. В процессе оплодотворения борные удобрения играют важнейшую роль.

Высокий уровень содержания бора в почве, а также высокие дозы борных удобрений могут вызвать токсичность растений. Избыток этого элемента может привести к ожогам на нижних листьях, краевому некрозу, а также к пожелтению листьев, их гибели и отмиранию. Наличие в почве более 30 мг/кг подвижного бора может вызвать заболевания у растений (Попов, 1987).

Борное голодание влияет на нарушение белкового и углеводного обмена, что приводит к накоплению сахара и аммиачного азота в тканях. Он проявляется в увядании верхушечных почек и корнеплодов, осыпании завязей, обесцвечивании листьев до красного или бронзового цвета (Безуглова, 2003; Спицына и др., 2004; Харитонова и др., 2009; Черкасов и др., 2012).

Различные сельскохозяйственные культуры по-разному реагируют на повышенное содержание ионов бора в почве: продовольственные культуры страдают от избытка подвижного бора при концентрации 0,7-8,8 мг/кг почвы (Олейников, 2012), сахарная свекла и люцерна легко выдерживают концентрацию бора выше 30 мг/кг для потребления растениями. Для оптимального фосфорного и кальциевого питания, увеличивают обеспечение культуры бором (Гармашов, 1993; Гуреев, 2009).

Медь (Cu) входит в состав огромных количеств минералов, среди которых наиболее распространены простые первичные и сложные сульфиды (CuS). Они легко растворяются и выделяют ионы меди при выветривании. Медь считается одним из самых подвижных тяжелых металлов в гипергенном процессе (Подколзин, 1997).

Содержание меди (Cu) в почвообразующих породах зависит от гранулометрического состава почвы. Тяжелосуглинистые почвы, глины могут содержать в 1,5-2,8 раза больше меди, чем покровные суглинки - 9-26 мг/кг породы и в 5,0-7,8 раз больше, чем пески (3,2-80 мг/кг) (Олейников, 2012).

Наибольшую потребность растений в меди можно отметить в ранние фазы роста, а вот к фазе начала цветения усвоение её почти завершается (Сычев, 2009).

Медь играет в жизни растений важную роль и не может быть заменена никаким другим элементом питания. Она участвует в фотосинтезе, влияя на образование хлорофилла и предотвращая его разрушение. Под влиянием этого элемента повышается активность пероксидаз, усиливается синтез белков, жиров и углеводов. Так же медь повышает интенсивность дыхания. В растительных клетках эти реакции происходят при участии ферментов, в том числе меди, и входят в состав некоторых важнейших оксидаз - лактазы, дегидрогеназы, аскорбатоксидазы и др. Все вышеперечисленные ферменты осуществляют реакции окисления путем переноса электронов от субстрата к молекулярному кислороду, который выступает в качестве акцептора электронов. В связи с этой функцией, медь меняет свою валентность в окислительно-восстановительных реакциях (Коржавина, 2017) (из двухвалентного состояния в моновалентное и наоборот) (Жизневская, 1968, Franzena, 2008).

Устойчивость растений к грибным и бактериальным заболеваниям показывает достаточный уровень меди в почве и растении. Оптимальный уровень данного элемента в растении усиливает его устойчивость к засухе и заморозкам. Недостаток в растениях меди снижает активность синтетических процессов и ведет к накоплению продуктов распада сложных органических веществ: углеводов, аминокислот и др. (Каталымов, 1960; Анспок, 1990; Ненько и др., 2006; Коржавина, 2017).

Марганец (Mn) - один из популярных элементов, содержащих в земной коре. Он содержится как в горных породах, так и в виде соединений (оксидов), главным образом виде минерала $Mn0_2$-H_20. Марганец, особенно содержится в

почвообразующих породах: глинах, покровных породах, которые содержат 600-800 мг/кг породы; песках, легких лессовых отложениях - 70-200 мг/кг породы (Шеуджен, 2003; Медведев, 2006; Олейников, 2012).

Марганец в почве существует в трех окисленных состояниях - Mn^{2+}, Mn^{3+} и Mn^{4+} - и поглощается растениями в основном в виде Mn^{2+}. Содержание и подвижность марганца в почве сильно зависит от pH. Если кислая реакция почвенной среды (pH ниже 5,5), то марганец присутствует в виде Mn^{4+}, а при pH выше 8 - в виде Mn^{2+}, при этом Mn^{2+} типичен для почв юга России (Прунцов, 1971; Екаулко, Гречишкина, Олейников, 2011).

Восстановление соединений Mn в почве происходит при пониженном pH и в отсутствие кислорода под воздействием различных микроорганизмов. Подобные ситуации могут возникать при постоянном затоплением земель, неправильной технологии орошения, что может привести к затоплению пахотных земель, лиманов, пастбищ и пастбищных угодий в районах вдоль луговых рек.

Марганец активирует многие ферменты, особенно в расщеплении фосфатов. Поскольку марганец активирует ферменты в растениях, его недостаток влияет на многие метаболические процессы, особенно на синтез углеводов и белков (Ягодин, 1981).

Марганец участвует и в фотосинтезе, а также в синтезе витамина С. При дефиците марганца снижается синтез органических веществ, уменьшается содержание хлорофилла в растении, растение заболевает и развивается хлороз. Физиологическая роль марганца в растениях связана в основном с его участием в окислительно-восстановительных процессах в живых клетках (Корсунова, 2004), где он является частью ряда ферментных систем, участвующих в фотосинтезе, дыхании, углеводном и белковом обмене и т.д. (Уколов, 1998).

Признаки дефицита марганца у двудольных растений: зеленые прожилки обычно менее заметны на пожелтевших тканях. Кроме того, быстро появляются коричневые некротические пятна. Листья отмирают еще быстрее, чем при дефиците железа. Низкие температуры и высокая влажность могут усугубить дефицит

марганца в растениях. Очевидно, что в связи с этим, озимые культуры наиболее чувствительны к его недостатку ранней весной.

Молибден (Mo) - микроэлемент, содержащийся в почве в крайне малом количестве, но необходимый растениям для поглощения и усвоения других макро- и микроэлементов. Хотя потребность в молибдене у сельскохозяйственных культур относительно невелика (содержание молибдена в растениях 0,0005 – 0,002 %), он играет важную роль в процессах их роста и развития.

На подвижность Mo несомненно влияет реакция почвенной среды, а также, и на доступность его растениям. Соответственно, при понижении pH почвенной среды, содержание водорастворимой формы молибдена возрастает. При pH 7,5-8,0 почвенного раствора, содержание подвижного Mo начинает снижаться, вследствие повышения содержания молибдата кальция, так как он не растворим.

Молибден оказывает заметное влияние на поглощение макроэлементов: при отсутствии молибдена и избытке кобальта и марганца происходит наибольшее снижение поглощения $N\text{-}NH_4^+$, ухудшение поглощения молиблена двухвалентного и в целом снижается всасывание азота нитратного.

Под влиянием Mo повышается азотное питание растений, что в свою очередь помогает культуре усваивать больше фосфора и калия из почвы и удобрений. Оптимальное усвоение растениями молибдена приводит к более полному включению полученного растением азота в состав белка (Олеников, 2012), ограничивая риск накопления нитратов в продуктах выше предельно допустимой концентрации, которая является токсичной для человека и животных (Буркин, 1988; Агафонов, 1992).

Молибден влияет на процесс синтеза аминокислот, биологические и химические процессы, является участником фиксации азота. Он принимает участие в метаболизме углеводов, белков, фосфора и кальция, а также в синтезе хлорофилла и витаминов. Молибден помогает растительному организму справиться с ночными колебаниями температур, засухой, повышенными температурами (Коржавина, 2017).

Дефицит молибдена приводит к необратимым нарушениям в обмене веществ растений, понижению белка, и как правило, к накоплению нитрат-ионов (Буркин, 1968, 1988).

Цинк (Zn), как и другие микроэлементы, играет важную роль в метаболизме белков, липидов, углеводов и фосфора, в биосинтезе витаминов и коферментов, а также повышает жаро- и морозоустойчивость растений при резких перепадах температур.

Однако цинк легко адсорбируется минеральными и органическими компонентами, поэтому накопление его в поверхностном слое можно наблюдать в большинстве типов почв (Булгаков, 2007, Митрофанов, 2009).

Как и другие микроэлементы (Mn, Mo), скорость поглощения цинка зависит от реакции почвенного раствора: в щелочных и нейтральных почвах, с pH 6,5 и выше усвоение цинка замедляется. В таких почвах, а также при применении высокофосфатных удобрений, цинк прочно связан с верхними слоями почвы и малодоступен растительному организму, что может повлечь за собой цинковое голодание, в частности у культур, которые глубоко укореняются, куда Zn не попадает. Уменьшение при этом количества усвояемого цинка в почве объясняется образованием труднорастворимых фосфатов этого элемента (Ермаков и др., 2012; Саленко, 2015).

Многие ферменты, например, дыхательные, в состав которых входит цинк, усиливают активность каталаз, липаз, пероксидаз, протеаз и др. (Новиков, 2013).

Недостаток цинка приводит к нарушению обмена веществ и распаду белков под действием рибонуклеазы, которая может быть подавлена при наличии достаточного количества цинка в почве. Дефицит цинка в растениях задерживает образование сахарозы, крахмала и коферментов, нарушает образование белка, способствует накоплению небелковых азотных соединений и ухудшает фотосинтез. Это приводит к ингибированию деления клеток, вызывая морфологические изменения в листьях: плохо развитые листья и стебли, деформированные и сокращенные междоузлия и т.д. (Корякина, 1974; Бровкин, Соколенко, 2010).

1.3. Значение аминокислот в жизни растений пшеницы озимой

Современное сельское хозяйство ищет новые биотехнологические решения, которые позволят сократить использование химических веществ без ущерба для урожайности (Havlin и др., 2005). Агрономы проявляют особый интерес к биологическим удобрениям, которые улучшают плодородие почвы и способствуют росту посевов, повышают их устойчивость к вредителям и болезням (Verkleij, 1992). С ростом популярности органического сельского хозяйства из-за неблагоприятного воздействия химических веществ популярность биостимуляторов быстро растет во всем мире. Так, аминокислоты, обладают свойством естественного стимулятора роста растений и позволяют растениям выдерживать повышенные и пониженные температуры, повышают иммунитет растений (Sakamoto, 2002).

Аминокислоты — это первичные азотистые вещества растений, которые синтезируются с использованием минерального азота, поступающего главным образом из почвы (Новиков, 2013).

В природе существует два оптических изомера аминокислот: L- и D-ряда. К L-изомерам относятся все аминокислоты, которые входят в состав растительных и животных белков. Синтетические аминокислоты представляют собой смесь L- и D-изомеров. Основная трудность заключается в том, что L-форма аминокислот поглощается растениями хорошо, и тем самым, достаточно легко присоединяется к различным метаболическим процессам. D-форма изомеров аминокислот не усваивается растениями, а иногда ингибирует метаболические процессы. Это происходит потому, что ферментная система организма специально адаптирована к L-аминокислотам (Brett, 2009; Новиков, 2012).

Аминокислоты необходимы для нормального метаболизма растений, поскольку они являются "строительными блоками" для построения белков. Помимо резервных белков, определяющих качество урожая, более важную роль играют белки-ферменты, которые участвуют в регулировании всех процессов, происходящих внутри растительной клетки.

В удобрениях, содержащих микроэлементы, аминокислоты действуют как хелатирующие агенты. Таким образом, микроэлементы присутствуют в удобрении в том же состоянии, в котором они естественным образом присутствуют в растении. Поэтому, растение быстро поглощает питательные вещества без потерь. При этом не образуются токсичные вещества по сравнению с удобрениями, в которых используются синтетические хелатирующие агенты.

Комплексные удобрения, в состав которых входят аминокислоты, являются одновременно удобрениями и стимуляторами, обеспечивая максимальный результат. Удобрения могут содержать полисахариды, флавоноиды, витамины и другие биологически активные вещества. Аминокислоты стимулируют обмен веществ растений, а также принимают непосредственное участие в процессе синтеза белков и ферментов, как следствие, поддерживают водный баланс клеток и стимулируют фотосинтез.

Мембранная проницаемость клеток облегчает поглощение и транспортировку микронутриентов внутри системы растений в сочетании с хелатирующим действием аминокислот. Аминокислоты являются природными хелаторами для микроэлементов, применяемых в виде неорганических солей цинка, железа, марганца, бора и меди. Благодаря таким комплексам катионы металлов избегают нежелательные реакции (например, осаждения). Кроме того, аминокислоты известны своими защитными свойствами от токсичности аммиака (функция, связанная с образованием амида) и патогенов (Abdel, Aziz. и др. 2010., Ibrahim, и др, 2010).

Аминокислотные удобрения лучше всего подходят для некорневого опрыскивания, но также могут успешно использоваться для обработки семян и внесения удобрений в почву (Barker, Rijbeam, 2007). В результате, растение лучше переносит стрессовые условия или восстанавливается после них. Использование аминокислотных комплексов способствует лучшему усвоению растениями питательных веществ (Шатохин, Шаповал, 2017), включая основные питательные вещества почвы.

Ранее проведенные исследования показали, что растения нуждаются в существенных количествах аминокислот для увеличения урожайности

сельскохозяйственных культур и улучшения качества получаемой продукции. Поглощение аминокислот происходит через растительные устьица пропорционально температуре окружающей среды, которая определяется агентом, регулирующим механизм их открытия. Растения способны поглощать и ассимилировать аминокислоты как из почвы, используя корни, так и непосредственно листьями. Предпочтительный путь зависит от характеристики вида, способа применения, условий окружающей среды, а также суточного ритма (Sharma, 1989., Vesela and Friedrich, 2009, Shafeek, 2014).

Транспирация самая высокая в фотосинтетически активных листьях, поэтому довольно много аминокислот, полученных из корней, переносится в мезофильные клетки листьев. Впоследствии происходит управление аминокислотами, возможным результатом которого является дальнейшее использование или временное сохранение их в качестве вегетативных белков хранения и в свободной форме внутри вакуолей (Tegeder, Rentach, 2010).

В исследованиях биостимуляторных свойств аминокислот распространенной практикой является применение этих компонентов в сочетании с другими веществами. Удобрения, содержащие аминокислоты и макроэлементы, а также микроэлементы, дали наилучшие результаты роста и развития сельскохозяйственных культур, по сравнению с каждым из этих компонентов отдельно (Köksal, 1999, Yousefetal, 2011).

В Болгарии изучали влияние аминокислотных удобрений на урожайность и качество растений табака. Были сделаны следующие выводы: в исследуемых удобрениях полностью сохранены все 20 аминокислот, входящих в состав белка в тех же пропорциях, и прочие биологически активные вещества (полисахариды, пептиды, белки, витамины и пр.), что делает продукты более экологичными и эффективными. Лучшие показатели получены при совместном применении макро- и микроудобрений (Ahmed, Aminuddin, Husni, 2006).

В Чехии проводились исследования с аминокислотными удобрениями. Был отмечен положительный эффект от нового удобрения на зерновых и технических

культурах. Получены достоверные данные по активизации азотного обмена в растениях, улучшению процесса кущения, развитию корневой системы. Растения в полной мере обеспечивались необходимыми питательными элементами, улучшались качественные и количественные показатели урожая, повышались устойчивость растений к неблагоприятным внешним условиям и болезням, снижались гербицидные стрессы. Дополнительный эффект достигался за счет снижения фитотоксичности гербицидов на культурное растение (Nardia, Pizzeghelloa, Muscolob, Vianelloc, 2002).

В ряде работ отмечается, что современные технологии, такие как обработка почвы, предпосевная обработка семян, корневые и некорневые обработки растений удобрениями способны контролировать продуктивность культур даже в неблагоприятных условиях. Испытания, которые проводились в Германии на 6000 га сельскохозяйственных площадей, показали что хелатированные аминокислотами удобрения по сравнению с необработанным контролем были на 8,5% более эффективнее обычных солей. На 20% повысилась концентрация азотфиксирующих и фосфоромобилизирующих почвенных бактерий.

Особое место использование удобрений на основе аминокислот в США занимает при производстве винограда для вина, особенно в Калифорнии. Это особый раздел по управлению фитосанитарным состоянием почвы для дальнейшей сертификации органических продуктов (White, 2010, Lanini, McGourty, Thrupp, 2011).

В Азии исследования с аминокислотами проводятся во всех экономически развитых странах.

В Китае большое внимание уделяется получению аминокислот из различных источников и определению эффективности и безопасности этих удобрений (Lui и др, 2009, Liu и др, 2010, Liu, Hanlon E, 2013).

В 2005 году на 4-м Интернациональном симпозиуме в Токио отмечалось, что производство аминокислот в мире достигло 2,4 млн тонн. Их использование в качестве хелатирующей составляющей при производстве удобрений и самостоятельное использование в качестве удобрения позволит возвратить органическую

составляющую продуктов переработки на поля, снизить выброс CO_2, сохранить окружающую среду (Kunita, 2005).

В последнее десятилетие на территории Российской Федерации в различных почвенно-климатических зонах проводились испытания новых форм органоминеральных удобрений на основе аминокислот с микроэлементами. Сельскохозяйственным производителям предлагаются новые формы удобрений на основе экстрактов морских водорослей, в состав которых наряду с макроэлементами входят микроэлементы, различные вещества органического происхождения (полисахариды, аминокислоты и т.д.), гормоны (цитокинины, ауксины). Следует отметить, что данные удобрения можно рассматривать скорее, как корректоры минерального питания.

Обработка семян яровой пшеницы перед посевом агрохимикатом Фертигрейн Старт способствовала повышению энергии прорастания и всхожести семян. Его использование увеличивало продуктивную кустистость растений, массу зерна с одного колоса, число семян в колосе, а также массу 1000 семян. Урожайность яровой пшеницы при использовании удобрения повысилась на 17% (ЦОС ВНИИА им.Д.Н. Прянишникова, 2007 г.).

В Краснодарском крае подкормка озимой пшеницы органоминеральным удобрением Сиамино (на основе экстракта морских водорослей с аминокислотами, макро- и микроэлементами) способствовала усилению процесса кущения и, что особенно важно, возрастанию числа продуктивных побегов. Увеличились длина колосьев, их озерненность, что привело к увеличению массы зерна с растения на 28,0-37,6% и, как следствие, к повышению урожайности на 7,5-8,5%. Наряду с этим улучшилось качество зерна. При применении этого удобрения на культуре томата формировалось большее число плодов, более крупных по размеру и массе, улучшилось качество плодов: повысилось содержание витамина С, сахаров и сухого вещества. Урожайность плодов томата возросла на 16,7-24,7%.

Некорневые подкормки посевов пшеницы озимой сорта Немчиновская 17 в условиях Московской области агрохимикатом Фертигрейн марки Зерновой (удобрение на основе комплекса аминокислот с макро- и микроэлементами)

способствовали активизации ростовых процессов: общее количество стеблей увеличилось на 19-46%, количество продуктивных стеблей – на 31-54%, масса зерна с главного колоса – на 2-15%, масса 1000 зерен – на 4-5%. Прибавка урожая зерна под воздействием агрохимиката составила 0,13-0,40 т/га, или 2,9-9,0% при урожайности на контроле 4,45 т/га. Содержание клейковины в зерне повысилось на 0,7-1,3%, белка – на 0,62-1,24%.

Как показал приведенный обзор литературы в системе мер по повышению продуктивности и качества сельскохозяйственных культур, в том числе и пшеницы, большую роль играют органоминеральные удобрения, содержащие макро- (NPK), мезо- (Fe, Mg, S), микроэлементы (Mn, Zn, Cu, B, Mo), аминокислоты, обладающие высокой избирательностью и широким спектром действия. В связи с этим изучение эффективности применения таких удобрений является весьма актуальным.

2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Почвенно-климатические условия

Почвы. Краснодарский край расположен в юго-восточной части Северо-Кавказского региона и имеет площадь 83 500 км^2. Южная часть региона горная, а северная - равнинная. Низменности, составляющие две трети территории - Кубано-Азовская низменность и Кубанская наклонная равнина - являются наиболее важными с точки зрения сельского хозяйства. Значительная часть Азово-Кубанской низменности покрыта черноземом и занимает площадь 230 700 га. Это район интенсивного сельского хозяйства с благоприятными климатическими условиями для выращивания многих сельскохозяйственных культур (Мухина, 2017).

Агрохимические показатели выщелоченных черноземов следующие: содержание гумуса в обрабатываемом слое колеблется от 2,5 до 3,1% и редко превышает 3,5%. Его количество постепенно уменьшается по профилю и он проникает на значительную глубину. На глубине 1,5 м его количество превышает 1,0%, что свидетельствует о высоком общем запасе гумуса в гумусовом горизонте (Мухина, 2017). Тип гумуса в пахотном слое выщелоченного чернозема - гуминовый или богатый гумусом, причем количество гуминовой кислоты превышает количество гумуса в 1,5-5 раз, что характерно для черноземной формации. В почвенном слое содержание азота составляет 0,16-0,18%, редко достигая 2,5% и постепенно снижаясь до 0,1-0,07% с глубиной. В сухом состоянии выщелоченный чернозем имеет крупную комковато-глыбистую структуру. Во влажном состоянии комья быстро распадаются на пылевидные образования, а при высыхании образуют корку, которая препятствует аэрации. Поэтому структура выщелоченных черноземов неудовлетворительна. По всему профилю гранулометрический состав этих почв слегка глинистый.

Выщелоченный чернозем богат калием: его общее содержание достигает 2,5-2,8%. Общий фосфор в верхнем горизонте составляет в среднем 0,18%, но может достигать 0,25-0,28%. Содержание подвижного фосфора колеблется от 172 до

357 мг/кг почвы, а калия - от 102 до 370 мг/кг почвы. Выщелоченный чернозем обладает высокой поглотительной способностью: сумма поглощенных оснований достигает 33,1-34,7 мг-экв/100 г почвы. На долю кальция приходится 74,9-75,8% поглощенной щелочи. Реакция почвенного раствора в гумусовом горизонте близка к нейтральной - pH 6,9-7,2, в горизонте С она щелочная и pH увеличивается до 8,4. Основные физические свойства малоувлажненных черноземов однородны по профилю. Объемный вес на глубине 150 см не превышает 1,26-1,30 г/см^3, который уменьшается в почвообрабатывающем слое. Общее содержание влаги в верхнем слое почвы достигает 57%, а в остальной части почвы колеблется от 51 до 52 %. Выщелоченные черноземы могут накапливать на 1 гектаре 632 мм воды, что может быть выше в зимний период. Влажность при увядании достигает 15-32%. Поэтому такие почвы могут удерживать большое количество воды в ризосфере, большая часть которой недоступна для растений.

Черноземы подходят для выращивания озимой пшеницы, так как они богаты питательными веществами и имеют благоприятную реакцию и структуру почвы. Осенью рекомендуется вносить 60-80 кг/га фосфорно-калийных удобрений под культуры со средним содержанием P_2O_5 и 80-100 кг/га под культуры с низким содержанием P_2O_5. Азотные удобрения в дозе 20-30 кг/га вносят осенью, в случае необходимости, поскольку все они являются легкорастворимыми. Наиболее востребованы азотные удобрения в ранневесенних подкормках, а также в фазах наибольшей потребности их для роста и развития растений в дозе 80 - 100 кг/га. Черноземы выщелоченные имеют хорошие гидрофизические свойства и химический состав, пригодны для выращивания всех сельскохозяйственных культур. Различия в общих запасах гумуса обусловлены разным содержанием гумуса, гранулометрическим составом и эрозией (Редкин, Райкова, 1994).

Агрохимический анализ почвы показал (табл.1), что выщелоченный чернозем содержит P_2O_5 -126-140 мг/кг почвы, K_2O - 229-248 мг/кг почвы; гидролитическая кислотность варьировала от 2,9 до 3,6 ммоль/100 г; сумма поглощенных оснований – 20,8-28,3 мг-экв на 100 г почвы.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика чернозёма выщелоченного опытного участка (2014-2017 гг., полевой опыт)

Год	Агрохимические показатели						
	Гумус, %	P_2O_5*, мг/кг	K_2O*, мг/кг	pH (солев.)	pH (водн.)	Гидролитическая кислотность, ммоль/100 г	Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г
2014	2,69	126,0	236,0	6,8	6,8	2,9	28,3
2015	2,59	116,0	229,0	6,9	6,9	3,0	21,1
2016	2,54	140,0	248,0	7,3	8,5	3,6	20,8

* *Обеспеченность почвы подвижным фосфором и обменный калием по Чирикову*

Содержание гумуса в пахотном слое уменьшается с глубиной. Различие в запасах гумуса обусловлены гранулометрическим составом, эродированностью и разной степенью гумусированности. Содержание подвижного фосфора – повышенное, обменного калия – очень высокое.

Почвенные образцы отобраны до применения некорневых подкормок и обработки семян озимой пшеницы. Согласно градациям по обеспеченности почв микроэлементами и требовательности растений к микроэлементам (табл.3), почва опытного участка характеризуется высоким содержанием таких микроэлементов как цинк, медь и марганец и средним содержанием бора и молибдена (табл. 2).

Таблица 2

Содержание подвижных форм микроэлементов в почве опытного участка (до закладки опыта)

Образец	Содержание микроэлементов, мг/кг почвы				
	Mn	Cu	Zn	Mo	B
Почва - чернозем выщелоченный	9,8	0,24	2,7	<0,13	<0,28

Таблица 3

Группировка почв по обеспеченности растений микроэлементами

Обеспеченность	Содержание микроэлементов, мг/кг почвы				
	Mn	Cu	Zn	Mo	B
Низкая	<5	<0,1	<1	<0,05	<0,1
Средняя	5-10	0,1-0,2	1-2	0,05-0,15	0,1-0,3
Высокая	>10	>0,2	>2	>0,15	>0,3

Главным фактором**,** влияющим на качество зерна озимой пшеницы является климат. Химический состав, содержание сырой клейковины и витаминов в зерне зависят от географических и климатических факторов.

Климат экспериментального участка умеренно влажный, как и в большинстве регионов выращивания озимой пшеницы Краснодарского края, коэффициент увлажнения 0,3-0,4. Годовое количество осадков достигает 600-700 мм. Зима умеренно мягкая, средняя температура января составляет минус 3,5-1,5ºС, минимальная температура может достигать минус 30-36 ºС. Снег на 60-90% неустойчив. Весной температура повышается до плюс 5ºС во второй половине марта - начале апреля. Безморозный период на большей части территории жаркий, со средней температурой 22-24 ºС в июле, поднимающейся до максимума 38-40 ºС. Осадки кратковременные, в основном ливни, с количеством осадков 250-400 мм в периоды активной вегетации. Накопление воды в почве происходит в основном за счет осадков в холодные периоды. Осадки в теплые периоды расходуются в основном на испарение. Летом сухие ветры держатся до 70-85 дней. Преобладающими ветрами являются восточные и северо-восточные, которые могут заморозить урожай зимой при низких температурах и вызвать пыльные бури при высоких скоростях. Отличительной особенностью региона весной является быстрое повышение температуры. Характерной особенностью осени является большое колебание дневных температур - от плюс 1-2 ºС ночью до плюс 25-26 ºС днем (Агроклиматические ресурсы Краснодарского края, 2015).

Погодные условия 2014-2015 гг.

По данным бюллетеня метеостанции Кубанского аграрного университета, агрометеорологические условия для посева озимых культур в 2014 году складывались мало благоприятно. Обуславливается это тем, что в августе - начале сентября стояла засуха, наблюдались повышенные температуры воздуха, что привело к значительному иссушению почвы, затрудняя проведение сельскохозяйственных работ.

Слабые осадки, в виде дождей, в начале сентября были незначительны, в связи с этим запасы влаги в пахотном слое на опытном участке были неудовлетворительными (менее 10 мм). В конце сентября прошли обильные дожди, которые пропитали почву влагой, гарантируя прорастание семян и появление всходов.

Рост озимой пшеницы закончился в первой декаде ноября, что раньше средних многолетних сроков. Посевы озимой пшеницы замедлялись в росте в начале периода из-за отсутствия влаги, в связи с этим большая часть посевов ушла в зиму в фазе всходов (85%).

Зима стояла теплая, зимний покой растений был неустойчивым. В подавляющем большинстве дней озимая пшеница вегетировала в неполную силу, а в отдельные периоды роста - более активно, что способствовало развитию посевов и улучшению их состояния.

Перезимовка озимых прошла успешно. Весенняя влагообеспеченность хорошая, содержание продуктивной влаги составляло 150-190 мм в метровом слое почвы.

Весенняя вегетация озимой пшеницы возобновилась очень рано, в первой половине марта, что на 6-13 дней раньше среднего срока. Умеренные температуры и влага в почве создали хорошие условия для образования колоса. Развитие сельскохозяйственных культур близко к среднему многолетнему уровню.

Сильные морозы в апреле (-1…-5°) не нанесли ущерба озимой пшенице.

Налив зерна наступил в последней декаде мая. Метеоусловия для этого были хорошими, так как запасы влаги в почве составляли 90-110 мм.

Дожди, в совокупности с пониженными температурами во второй половине июня, задержали зрелость зерна озимой пшеницы. Восковая спелость зерна озимой пшеницы была зафиксирована в конце июня - начале июля, что близко к средним многолетним показателям.

Из-за неблагоприятной погоды произошла задержка уборочных работ озимой пшеницы. В последней декаде июня и начале июля на большей территории районов региона часто шли проливные дожди и почвы были переувлажнены, что вызвало задержку уборки озимых культур. Необходимые условия для уборки данной культуры наблюдались лишь со второй пятидневки июля (с прекращением дождей) и сохранялись благоприятными до конца уборки (Бюллетень агромереорологических данных по г. Краснодар, 2014, 2015).

Погодные условия 2015-2016 гг.

По данным бюллетеня метеостанции Кубанского аграрного университета, агрометеорологические условия для посева озимых культур в 2015 году складывалась по аналогии с 2014 годом.

Осадки, во второй половине октября, в большей степени пополнили запасы влаги. Содержание влаги в пахотном слое было - 21- 35 мм. К концу октября показались дружные всходы.

Температура в период осенней вегетации была удовлетворительная: теплая погода сохранялась до начала декабря, что способствовало развитию посевов и улучшению состояния озимой пшеницы.

Развитие озимой пшеницы закончилось в середине декабря 2015 г. Из-за дефицита влаги, большая часть посевов (70 %) ушла в зиму в фазе третьего листа.

Агроклиматические условия для перезимовки озимой пшеницы складывалась благоприятно. Снегопады, выпавшие в первой половине января, защитили почву от охлаждения. Минимальная температура почвы на глубине узла кущения озимой пшеницы снижалась до -1…-6^0 С.

Необычно теплая погода февраля благоприятствовала раннему возобновлению вегетации озимой пшеницы, которое наступило в конце февраля, на 20-30 дней раньше, чем за многие годы. Перезимовка озимых прошла успешно.

У озимой пшеницы налив зерна наблюдался во 2-й половине мая. Условие влагообеспеченности и тепла для процесса формирования зерна и накопления органических веществ было благоприятным. Запас почвенной влаги для жизнедеятельности культуры в метровом слое почвы был в пределе 120-170 мм.

Неблагоприятные погодные условия - шквалистые дожди, град, сильные ветры отразились на озимой пшенице в виде повреждения посевов и полегания культуры. Восковая спелость зерна озимой пшеницы отмечалась во второй - начале третьей декады июня. Зерно достигло полной спелости через 1,5-2 недели после фазы восковой спелости **(**Бюллетень агрометеорологических данных по г. Краснодар, 2015, 2016**).**

Погодные условия 2016-2017 гг.

По данным бюллетеня метеостанции Кубанского аграрного университета, агрометеорологические условия для посева озимых культур в 2016 году складывались по аналогии с 2014 и 2015 гг. Жара, нехватка влаги создавали неблагоприятные условия для проведение агрохимических работ.

Посев озимой пшеницы провели в слабо увлажненную почву.

После выпадения продуктивных дождей в третьей декаде сентября запасы влаги в пахотном слое почвы повысились, что оказалось благоприятно на начальном развитии культуры.

Агроклиматические условия осенью складывались необычно. В первой декаде октября стояла теплая погода с достаточным количеством влаги, что благоприятно сказывалось на развитии растений озимой пшеницы. Во второй половине октября - первой половине ноября озимая пшеница продолжала расти и развиваться, однако, не хватало тепла.

Рост и развитие растений озимой пшеницы осенью 2016 г. прекратились в

третьей декаде ноября. Кустистость их была небольшой (1,2-1,5, иногда 1,8-2,2 стебля на одно растение).

Зима была длительная, в меру холодной. Большую часть зимнего периода озимые культуры находились в состоянии покоя. В период зимы большая часть посевов находилась под снегом, минимальная температура почвы на глубине узла кущения составляла минус 4-7° С. Во второй половине февраля растения продолжили свой рост в результате оттепелей преимущественно в дневные часы.

В начале весны культура была обеспечена влагой: 170-190 мм на 1 м почвы.

Условия ранней весны благоприятствовали укоренению, кущению и улучшению состояния озимой культуры. Умеренные температуры и достаточное количество влаги создали оптимальные условия для быстрого и дружного роста растений и закладки колосьев. Развитие посевов происходило в сроки, близкие к средним многолетним значениям.

Колошение озимой пшеницы отмечалось во второй декаде мая. Высота растений при колошении составляла 70-90 см, колосков в колосе сформировалось около 19-21.

В конце мая начался налив зерна. Частые дожди и низкие температуры в июне задержали созревание озимой культуры. Восковая спелость семян озимой пшеницы была зафиксирована на большинстве полей в конце июня.

Осадки также задержали начало сбора урожая. Условия для уборки изменились к лучшему во второй декаде июля, с установлением жаркой сухой погоды. К концу июля уборка была завершена (Бюллетень агрометеорологических данных по г. Краснодар, 2016, 2017).

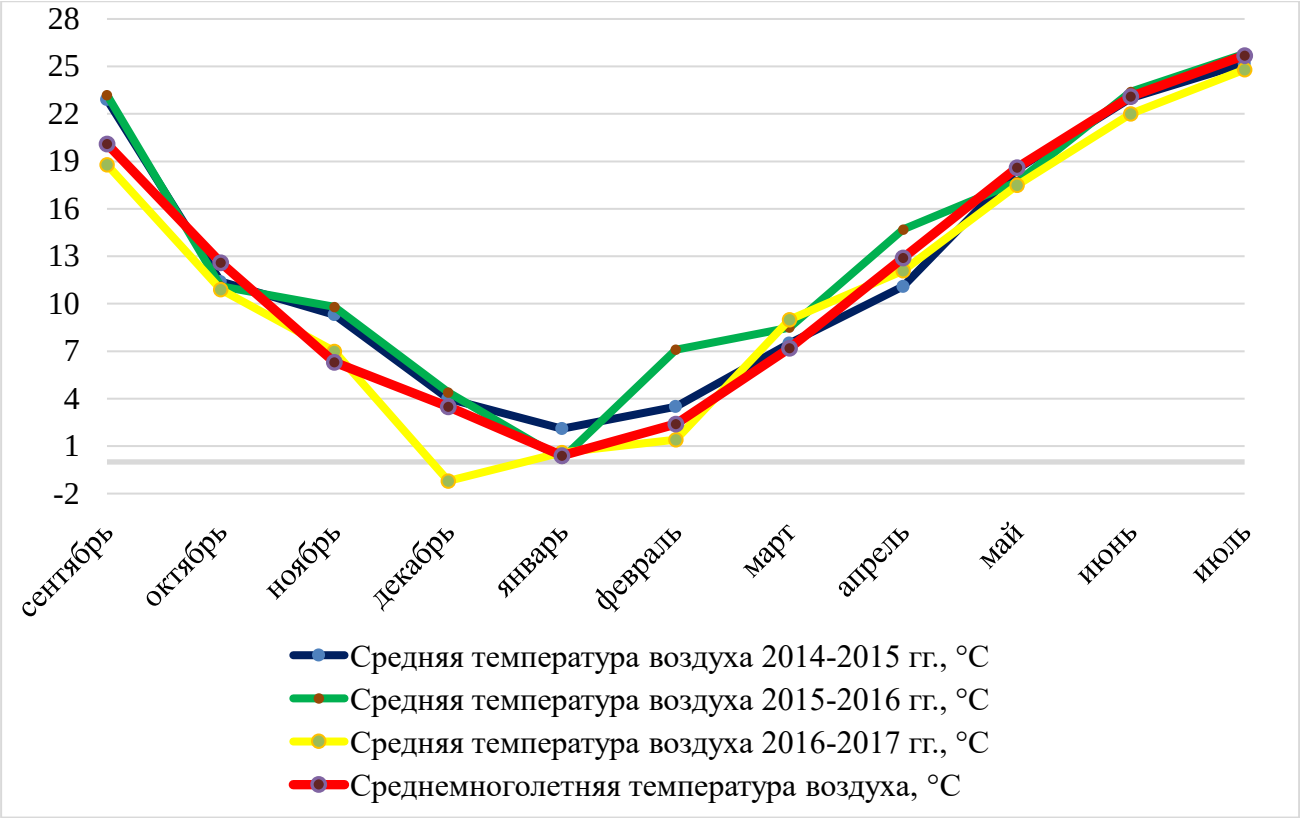

Рис. 1. Средняя температура воздуха за годы проведения исследований (2014-2017 гг.), °С

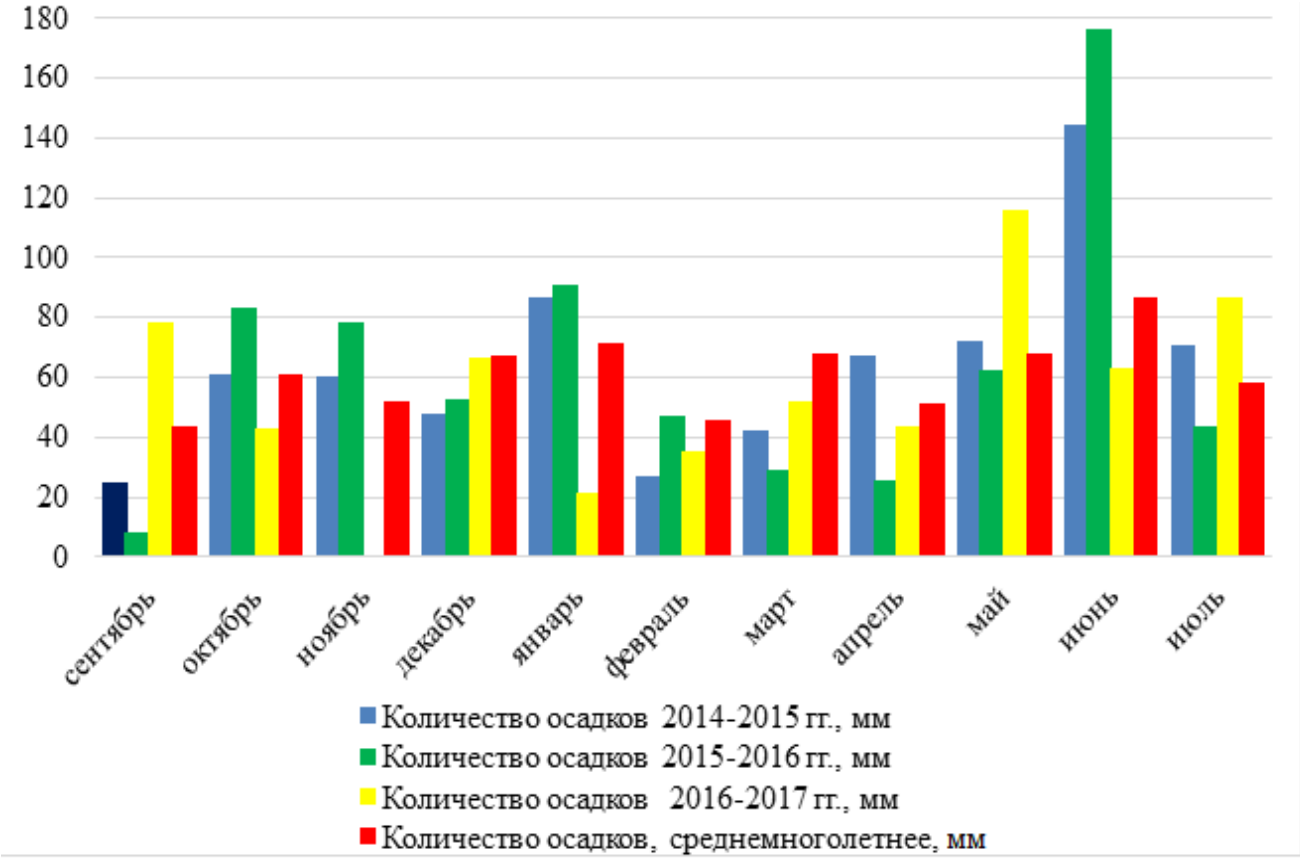

Рис. 2. Распределение осадков в период вегетации пшеницы озимой за годы проведения исследований (2014-2017 гг.), мм

Таблица 4

Относительная влажность воздуха за годы проведения исследований (2014-2017 гг.)

Месяц	Относительная влажность воздуха, %				
	средняя многолетняя	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Сентябрь	63	57	57	57	-
Октябрь	72	67	68	70	-
Ноябрь	81	69	68	71	-
Декабрь	82	76	76	81	-
Январь	81	-	77	77	75
Февраль	74	-	70	68	67
Март	72	-	67	65	65
Апрель	69	-	59	55	64
Май	67	-	57	66	71
Июнь	65	-	64	62	69
Июль	64	-	56	52	59

2.2. Объект, схема опытов и методика проведения

Исследования, направленные на определение оптимальной дозировки Комплекса аминокислот с микроэлементами для предпосевной обработки семян, а также изучение их влияния на всхожесть семян и энергию прорастания, проводились в лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и регуляторов роста растений ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» в 2014 году. Влияние исследуемых Комплексов на рост, формирование и физиолого-биохимические процессы, урожайность и качество семян озимой пшеницы изучалось в полевых опытах с 2014-2017 гг. на опытном поле Кубанского аграрного университета.

Объект исследования – озимая пшеница сорта Вершина.

Испытуемые Комплексы: Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей, Комплекс хелатов микроэлементов, Комплекс аминокислот с микроэлементами, Комплекс аминокислот.

2.2.1. Характеристика объекта исследования

Сорт Вершина - это среднерослый сорт озимой пшеницы. Растения высотой 79-105 см, устойчивы к полеганию. Сорт Вершина является среднеспелым сортом и выколашивается на 1-2 дня позже, чем стандартный сорт Память и на 2-5 дней раньше, чем Половчанка.

Апробационные признаки. Пшеница имеет полупрямую или промежуточную форму. Восковой налет на колосьях очень слабый, на верхушечных междоузлиях слабый до среднего и на флаговидных влагалищах листьев средний. Разновидность lutescens. Колосья цилиндрические, средней плотности, белые, средней длины. На конце колоса остевидные отростки очень короткие.

Опушение выпуклой верхушечной части колоска отсутствует или очень слабое. Плечи прямые, умеренно широкие или широкие. Зубец прямой, очень короткий. Внутренняя сторона нижних колосков очень слабо опушена. Зерно овальное, светло-красное, стекловидное, масса 1000 зёрен 38-42 г, натура 770-787 г/л.

Потенциальная урожайность 100 ц зерна с 1 га.

Мукомольные и хлебопекарные качества. По технологическим и хлебопекарным качествам относится к ценным пшеницам, включен в Госреестр ценных пшениц.

Устойчивость к болезням и климатическим условиям. Высокоустойчив к вирусным заболеваниям. На фоне искусственного заражения устойчив к бурой и жёлтой ржавчине. Средневосприимчив к септориозу, мучнистой росе и фузариозу колоса. Восприимчив к стеблевой ржавчине. По степени поражения твёрдой головнёй относится к высоковосприимчивым формам. Засухоустойчивость и жаростойкость высокие, морозостойкость средняя.

Зона возделывания. Допущен к использованию в Северо-Кавказском регионе. Рекомендуется высевать на среднем и низком агрофоне по пропашным и колосовым предшественникам. Допускается размещать сорт после кукурузы на зерно.

2.2.2. Характеристика исследуемых агрохимикатов

а). *Комплекс микроэлементов в виде неорганический солей (смесь, состоящая из неорганических солей и борной кислоты). Борная кислота (В) – 17,5%, цинк сернокислый (Zn) – 25,0 %, медь сернокислая (Cu) - 25,0%, марганец сернокислый (Mn) – 32,5%, молибдат аммония – 52,0% (далее по тексту ***КМЭ$_{нс}$***).

Расход питательных элементов, входящих в состав Комплекса, при использовании:

1-я доза - борная кислота – 2,9 г, цинк сернокислый– 15,0 г, медь сернокислая –2,0 г, марганец сернокислый – 7,7 г, молибдат аммония – 0,2 г;

2-я доза - борная кислота – 8,7 г, цинк сернокислый– 45,0 г, медь сернокислая –6,0 г, марганец сернокислый –23,1 г, молибдат аммония – 0,6 г;

3-я доза - борная кислота – 8,7 г, цинк сернокислый– 90,0 г, медь сернокислая –2,0 г, марганец сернокислый – 46,2 г, молибдат аммония – 1,2 г.

б). ***Комплекс *хелатов микроэлементов (смесь, состоящая из хелатов микроэлементов, борэтаноламина и молибдата аммония).* Борэтаноламин (В)** – 17,0%, ***Cu ЭДТА*** – 15,0%, ***Mn ЭДТА*** – 13,0%, ***Zn ЭДТА*** – 15,0%, молибдат аммония (Mo) -52,0% (далее по тексту ***КМЭ$_{х}$***).

Расход питательных элементов, входящих в состав Комплекса, при использовании:

1-я доза - борэтаноламин (В) – 3,0 г, Cu ЭДТА – 6,7 г, Mn ЭДТА – 19,3 г, Zn ЭДТА – 25,0 г, молибдат аммония – 0,2 г;

2-я доза – борэтаноламин (В) – 9,0 г, Cu ЭДТА – 10,2 г, Mn ЭДТА – 57,9 г, Zn ЭДТА – 75,0 г, молибдат аммония – 0,6 г;

3-я доза - борэтаноламин (В) – 18,0 г, Cu ЭДТА – 20,4 г, Mn ЭДТА – 115,8 г, Zn ЭДТА – 150,0 г, молибдат аммония – 1,2 г.

в). *Комплекс аминокислот с микроэлементами - органоминеральное удобрение на основе растительного экстракта с добавлением микроэлементов (далее по тексту ***КА+МЭ).***

Содержит: органическое вещество – 40%, аминокислоты – 10,0%, в т.ч. свободные аминокислоты– 8,0%, цинк водорастворимый (Zn) – 0,75%, марганец

водорастворимый (Mn) – 0,5%, бор водорастворимый (B) – 0,1%, медь водорастворимая (Cu) – 0,1%, молибден водорастворимый (Mo) – 0,02%, кобальт водорастворимый (Co) – 0,01%, pH 6,5.

г). ****Комплекс аминокислот*** – удобрение на основе экстрактов из сырья растительного происхождения (далее по тексту ***КА)***.

Содержит: органическое вещество - 60,0%, азот (N) – 7,0%, аминокислоты – 14,4%, в т.ч. свободные аминокислоты – 12,0%, pH – 6,6.

****В состав подобранных Комплексов входит одинаковый набор с единым соотношением микроэлементов (табл. 5).***

***** Состав и количество аминокислот соответствует Комплексу аминокислот с микроэлементами.***

Таблица 5

Содержание микроэлементов в подобранных Комплексах

Наименование элемента	***Комплекс аминокислот с микроэлементами*** (аминохелат бора (B – 0,1%), аминохелат цинка (Zn– 0,75%), аминохелат меди (Cu– 0,1%), аминохелат марганца (Mn – 0,5%), аминохелат молибдена (Mo – 0,02%)			***Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей (*** борная кислота (B -17,5%), цинк сернокислый (Zn-25,0%), медь сернокислая (Cu-25,0%), марганец сернокислый (Mn-32,5%), молибдат аммония (Mo-52,0%)			***Комплекс хелатов микроэлементов*** **(** борэтаноламин B-17,0%), цинк ЭДТА(Zn 15,0%), медь ЭДТА (Cu-15,0%), марганец ЭДТА(Mn-13,0%), молибдат аммония (Mo-52,0%)		
	1-я доза: 0,5 л/т/га	***2-я доза:*** 1,5 л/т/га	***3-я доза:*** 3,0 л/т/га	***1-я доза:*** борная кислота (2,9 г) + цинк сернокислый (15 г) + медь сернокислая (2 г) + марганец сернокислый (7,7 г) + молибдат аммония (0,2 г)/т/га	***2-я доза:*** борная кислота (8,6 г) + цинк сернокислый (45 г) + медь сернокислая (6 г) + марганец сернокислый (23,1 г) + молибдат аммония (0,6 г)/т/га	***3-я доза:*** борная кислота (17,1 г) + цинк сернокислый (90 г) + медь сернокислая (12 г) + марганец сернокислый (46,2 г) + молибдат аммония (1,2 г)/т/га	***1-я доза:*** борэтаноламин (2,9 г) + цинк ЭДТА (25 г) + медь ЭДТА (3,3 г) + марганец ЭДТА (19,2 г) + молибдат аммония (0,2 г)/т/га	***2-я доза:*** борэтаноламин (8,8 г) + цинк ЭДТА (75 г) + медь ЭДТА (10 г) + марганец ЭДТА (57,7 г) + молибдат аммония (0,6 г)/т/га	***3-я доза:*** борэтаноламин (17,6 г) + цинк ЭДТА (150 г) + медь ЭДТА (20 г) + марганец ЭДТА (115,4 г) + молибдат аммония (1,2 г)/т/га
B	0,5 г	1,5 г	3 г	0,5 г	1,5 г	3 г	0,5 г	1,5 г	3 г
Zn	3,75 г	11,25 г	22,5 г	3,75 г	11,25 г	22,5 г	3,75 г	11,25 г	22,5 г
Cu	0,5 г	1,5 г	3 г	0,5 г	1,5 г	3 г	0,5 г	1,5 г	3 г
Mn	2,5 г	7,5 г	15 г	2,5 г	7,5 г	15 г	2,5 г	7,5 г	15 г
Mo	0,1 г	0,3 г	0,6 г	0,1 г	0,3 г	0,6 г	0,1 г	0,3 г	0,6 г

2.2.3. Схема опыта и методика исследований.

Лабораторный опыт.

Далее представлена схема лабораторного опыта:

1. Контроль – семена замачивали в дистиллированной воде;

2. Экспериментальные варианты – семена озимой пшеницы сорта Вершина замачивали в растворе Комплекса аминокислот с микроэлементами (КА+МЭ) в дозах: – 0,5 л/т семян, 1,0 л/т семян, 1,5 л/т семян, 2,0 л/т семян, 2,5 л/т семян, 3,0 л/т семян, 3,5 л/т семян.

Время экспозиции - 1 час.

Семена пшеницы озимой проращивали в термостате в чашках Петри на фильтровальной бумаге при температуре воздуха 20 °С. В каждую чашку выкладывали по 50 семян, обработанных дистиллированной водой (контрольный вариант) и растворами Комплекса аминокислот и микроэлементов (КА+МЭ) (опытные варианты). Повторность опыта - 4-кратная.

Учет прорастания семян проводили в два этапа: при первом учете (на 3-и сутки) определяли энергию прорастания и на 7-е сутки (второй учет) определяли всхожесть семян. К числу всхожих семян относят те, которые дают росток и нормально развитый корешок. При этом главный корешок по длине должен быть не меньше длины семени, а росток – не меньше половины длины семени.

Кроме того, определяли интенсивность прорастания семян по показателям длины корешков и ростков, их массы (сырой и сухой). Установленные, на основании лабораторного опыта, оптимальные дозы растворов Комплекса аминокислот с микроэлементами послужили основой для постановки полевых мелкоделяночных опытов: 0,5 л/т семян, 1,5 л/т семян, 3,0 л/т семян.

На основе этих данных были рассчитаны остальные дозы всех Комплексов, в пересчете на содержание микроэлементов в других смесевых удобрениях.

Полевой опыт.

Схема опыта:

1. Контроль – $N_0P_0K_0$, без обработки семян и растений.

2. Фон - $N_{100}P_{100}K_{100}$, без обработки семян и растений.

3. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + **Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей -** предпосевная обработка семян + 2-кратная обработка растений: 1-я - в фазе кущения - выхода в трубку, 2-я – в фазе цветения - начала колошения. Норма расхода агрохимиката – ***1-я доза (г/т/га) (КМЭ$_{нс}$ 1-я доза).***

4. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + **Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей -** предпосевная обработка семян + 2-кратная обработка растений: 1-я - в фазе кущения - выхода в трубку, 2-я – в фазе цветения - начала колошения. Норма расхода агрохимиката – ***2-я доза (г/т/га) (КМЭ$_{нс}$ 2-я доза).***

5. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + **Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей -** предпосевная обработка семян + 2-кратная обработка растений: 1-я - в фазе кущения - выхода в трубку, 2-я – в фазе цветения - начала колошения. Норма расхода агрохимиката – ***3-я доза (г/т/га) (КМЭ$_{нс}$ 3-я доза).***

6. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + **Комплекс хелатов микроэлементов -** предпосевная обработка семян + 2-кратная обработка растений: 1-я - в фазе кущения - выхода в трубку, 2-я – в фазе цветения - начала колошения. Норма расхода агрохимиката – ***1-я доза (г/т/га) (КМЭ$_{х}$ 1-я доза).***

7. Фон$N_{100}P_{100}K_{100}$ + **Комплекс хелатов микроэлементов -** предпосевная обработка семян + 2-кратная обработка растений: 1-я - в фазе кущения - выхода в трубку, 2-я – в фазе цветения - начала колошения. Норма расхода агрохимиката – ***2-я доза (г/т/га) (КМЭ$_{х}$ 2-я доза).***

8. Фон$N_{100}P_{100}K_{100}$ + **Комплекс хелатов микроэлементов -** предпосевная обработка семян + 2-кратная обработка растений: 1-я - в фазе кущения - выхода в трубку, 2-я – в фазе цветения - начала колошения. Норма расхода агрохимиката – ***3-я доза (г/т/га) (КМЭ$_{х}$ 3-я доза).***

9. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + **Комплекс аминокислот с микроэлементами -** предпосевная обработка семян + 2-кратная обработка растений: 1-я - в фазе кущения - выхода в трубку, 2-я – в фазе цветения - начала колошения. Норма расхода агрохимиката – ***1-я доза (0,5 л/т/га) (КА + МЭ 1-я доза).***

10. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ **+ Комплекс аминокислот с микроэлементами -** предпосевная обработка семян + 2-кратная обработка растений: 1-я - в фазе кущения - выхода в трубку, 2-я – в фазе цветения - начала колошения. Норма расхода агрохимиката – ***2-я доза (1,5 л/т/га) (КА + МЭ 2-я доза).***

11. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ **+ Комплекс аминокислот с микроэлементами -** предпосевная обработка семян + 2-кратная обработка растений: 1-я - в фазе кущения - выхода в трубку, 2-я – в фазе цветения - начала колошения. Норма расхода агрохимиката – ***3-я доза (3,0 л/т/га) (КА + МЭ 3-я доза).***

12. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ **+ Комплекс аминокислот -** предпосевная обработка семян + 2-кратная обработка растений: 1-я - в фазе кущения - выхода в трубку, 2-я – в фазе цветения - начала колошения. Норма расхода агрохимиката – ***1-я доза (1,0 л/т/га) (КА 1-я доза).***

13. Фон$N_{100}P_{100}K_{100}$ **+ Комплекс аминокислот -** предпосевная обработка семян + 2-кратная обработка растений: 1-я - в фазе кущения - выхода в трубку, 2-я – в фазе цветения - начала колошения. Норма расхода агрохимиката – ***2-я доза (2,0 л/т/га) (КА 2-я доза).***

14. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ **+ Комплекс аминокислот -** предпосевная обработка семян + 2-кратная обработка растений: 1-я - в фазе кущения - выхода в трубку, 2-я – в фазе цветения - начала колошения. Норма расхода агрохимиката – ***3-я доза (3,0 л/т/га) (КА 3-я доза).***

Предшествующая культура - озимая пшеница. Учетная площадь делянки - 25 $м^2$, повторность 4-кратная.

Для посева использовались семена, отвечающие требованиям 1-го класса посевного стандарта с нормой высева 5 млн. всхожих семян на 1 га. Глубина заделки семян – 5 см. Предпосевную обработку семян проводили влажно-сухим способом согласно схеме опыта, расход рабочего раствора 10 л/т семян. Обработку растений Комплексами проводили в фазе начала – выхода в трубку и в начале колошения, ранцевым опрыскивателем согласно схемы опыта, расход рабочего раствора - 300 л/га. В контрольных вариантах $N_0P_0K_0$ и Фон - $N_{100}P_{100}K_{100}$ обработку семян и растений не проводили.

Отбор растительных проб проводили через 1 неделю после 2-й обработки растений. Определяли показатели: высоту растений, число и площадь листьев (портативным фотопланиметром Li—3000A (LI-COR, США), биомассу и сухую массу надземных органов, содержание в листьях пигментов, продуктивность работы листьев.

Содержание пигментов (хлорофилла a и b, каратиноидов) в листьях озимой пшеницы определяли на спектрофотометре «Spectrumlab SS2107» после экстрагирования их этанолом. Использовали следующие формулы:

Схл a = [(13,95E665-6,88E649)•V]:m (мг/г сырого вещества),

Схл b = [(24,96E649-7,32E665)•V]:m (мг/г сырого вещества),

С кар = [(100E470•V:m-2,05• Схл a-114,8• Схл b)]:245 (мг/г сырого в-ва),

где E665, E649 и E470 – оптическая плотность спиртового экстракта пигментов при длинах волн соответственно 665, 649 и 470 (нм) .

V – объём спиртовой вытяжки, мл;

m – масса взятой навески, мг.

Перед уборкой отбирали модельные снопы (по 20 типичных растений с варианта) для проведения структурного анализа урожая – для определения: общей и продуктивной кустистости, длины колоса, озерненности, массы зерна и соломы с растения, их соотношения – уборочного индекса.

Уборку проводили в фазе полной спелости, урожайность определяли по общему валу зерна, убранного с учетной площади.

Анализы проводили в воздушно-сухом состоянии по соответствующим ГОСТам в аккредитованных испытательных лабораториях. Содержание в почве подвижных соединений: P_2O_5 и K_2O определяли по методу Чирикова (ГОСТ 26204-91), меди и марганца определяли по методу Пейве и Ринькиса (ГОСТ Р 50684-94, ГОСТ Р 50682-94), цинка по методу Крупского и Александровой (ГОСТ Р 50686-94), бора определяли по методу Бергера и Труога (ГОСТ Р 50688-94), молибдена определяли по методу Григга (ГОСТ Р 50689-94). Содержание общего азота в растении определяли по методу Къельдаля (ГОСТ 13496.4-93), содержание в зерне

белка - умножая содержание общего азота на коэффициент 5,7, содержание сырой клейковины определяли по ГОСТ Р 54478-2011; массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 10842-89; натуру зерна определяли по ГОСТ Р 54895-2012.

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985), с помощью компьютерной программы Microsoft Statistica 6.

Экономическую эффективность рассчитывали в соответствии с рекомендациями Кубанского аграрного университета (Методические рекомендации…, 1986). Проведён расчёт баланса питательных веществ и вынос макроэлементов (азота, фосфора и калия) с урожаем семян озимой пшеницы (Методические указания, 2005).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Влияние обработки семян Комплексом аминокислот с микроэлементами на посевные качества озимой пшеницы

Темпы появления всходов, рост и развитие растений, и наконец, урожайность в значительной степени зависят от качества посевного материала. Именно качество семян определяет генетическую гомогенность, физические свойства, жизнедеятельность и полевую продуктивность растений (Лобанов, 1968, Вознесенская, Шаповал, 2020).

Открытие физиологически активных веществ важно для понимания жизнедеятельности семени, которая регулируется стимуляторами и ингибиторами в семени. Во время прорастания семян синтезируются гиалуроновая кислота и ауксин, которые стимулируют этот процесс, в то время как ингибиторы уменьшаются. На начальных стадиях прорастания семян преобладают гиббереллины и ауксин, а на более поздних стадиях – цитокины (Нечипоренко, 1952; Овчаров, 1969, 1970). Недостаток стимуляторов и слишком большое количество ингибиторов приводят к одному и тому же эффекту: торможению прорастания семян. Недостаток доступных стимулирующих фитогормонов (ауксинов, гиббереллинов, цитокининов) можно компенсировать введением в семена их синтетических аналогов, которые оказывают положительное влияние на прорастание семян. Ещё в 1953 году Г. И. Семененко установил, что стимулирование прорастания и роста проростков пшеницы поможет слабая концентрация гетероауксина.

Многими исследователями были разработаны приемы предпосевного обогащения семян сельскохозяйственных культур, стимуляторами роста, микроэлементами, витаминами и другими биологически активными соединениями (Шеуджен, Рымарь, Гольфанд, 1986; Косулина и др, 2002; Барчукова и др, 2016; Кайгокодова и др., 2017).

Погружая семена в растворы микроэлементов и регуляторов роста, можно вывести семена из состояния покоя, стимулировать их прорастание, добиться

однородности морфологических и физиологических модификаций растений (Зединг, 1955; Gibbons, 1983; Деева, Шеленг, 1985; Sytil, 1985).

Во время прорастания семян единственным источником образования новых растений служит белок, который является не только запасающим веществом, но и катализатором, влияющим на скорость ферментативных процессов во время метаболизма. Основными структурными единицами белковых веществ являются аминокислоты, которые играют важную роль в метаболических процессах растения: они регулируют водный баланс растения и улучшают транспирацию, регулируя осмотические процессы (Бах, Опарин, Венер, 1950).

Во время прорастания эндосперм и семенная оболочка служат источником белкового питания для прорастания, т.е. распада гидролизованных и окисленных белков, образования аминокислот и амидов, а также сырьем для синтеза белков протопластов для прорастания. Хотя в большинстве случаев основным источником азота для растений являются нитраты, они быстро восстанавливаются до аммиака в тканях растений в виде органических соединений и являются основным путем для синтеза аминокислот (Кретович, 1972, 1980).

Механизм действия компонентов, входящих в состав Комплекса аминокислот с микроэлементами, несомненно, влияет на процесс прорастания семян. Таким образом, цинк и железо участвуют в метаболизме стимуляторов и ингибиторов роста - тех звеньев, которые определяют реакцию роста (Кефели, 1974; Рудакова, 1976). Марганец, бор, медь и молибден положительно влияют на азотный обмен (Имоно, Кинагиси, 1968; Жизневская, 1968); а кобальт стимулирует симбиотическую и несимбиотическую фиксацию азота.

Исследования регуляторной активности Комплекса аминокислот с микроэлементами в лабораторных условиях позволяют определить оптимальную концентрацию и эффективность их влияния на посевные качества.

Понятие «посевные качества семян» включает в себя всхожесть, энергию прорастания, интенсивность прорастания (силу роста). И если энергия прорастания и всхожесть характеризуют жизненность семян на первом этапе прорастания, то

сила роста определяет возможность семян сформировать росток и пробиться на поверхность почвы.

Данные таблицы 6 показывают, что обработка семян раствором аминокислотного Комплекса, содержащим микроэлементы, существенно влияет на энергию и скорость прорастания. Следует отметить, что абсолютные значения рассматриваемых показателей в значительной степени зависели от дозы раствора. Самые высокие значения всхожести (85% по сравнению с 67% для контроля) и всхожести (89% по сравнению с 71% для контроля) были достигнуты при обработке семян раствором Комплекса в дозе 1,5 л/т. Уменьшение и увеличение дозы Комплекса привели к незначительному снижению абсолютных значений рассматриваемых показателей, хотя они были выше, чем в контрольном варианте.

Таблица 6

Влияние обработки семян Комплексом аминокислот с микроэлементами на энергию прорастания и всхожесть

Вариант	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Контроль, без обработки	67	71
КА+ МЭ, расход – 0,5 л/т семян	79	81
КА+ МЭ, расход – 1,0 л/т семян	78	82
КА+ МЭ, расход – 1,5 л/т семян	85	89
КА+ МЭ, расход – 2,0 л/т семян	81	84
КА+ МЭ, расход – 2,5 л/т семян	76	83
КА+ МЭ, расход – 3,0 л/т семян	83	85
КА+ МЭ, расход – 3,5 л/т семян	71	75

Энергия прорастания семян во всех опытных вариантах была выше по сравнению с контролем. При этом, наиболее высокие значения энергии прорастания отмечены в вариантах с обработкой семян раствором Комплекса аминокислот с

микроэлементами с нормами расхода – 0,5, 1,5, 3,0 л/т, что, соответственно, на 12,0, 18,0, 16,0% выше контрольного варианта.

Что касается всхожести семян, а также энергии прорастания, следует отметить, что прирост при применении Комплекса аминокислот с микроэлементами значительно превышает контрольный вариант (на 10,0 – 18,0%).

Обработка семян Комплексом аминокислот с микроэлементами усилила также интенсивность прорастания семян озимой пшеницы, приведя тем самым к возрастанию абсолютных значений показателей, характеризующих этот процесс (табл. 7).

Таблица 7

Влияние обработки семян Комплексом аминокислот и микроэлементов на интенсивность прорастания

Вариант	Длина, см		Масса, г/100 проростков			
	корешка	ростка	корешков		ростков	
			сырая	сухая	сырая	сухая
Контроль, без обработки	9,3	6,0	1,74	0,32	2,68	0,39
КА+ МЭ, расход – 0,5 л/т семян	10,6	6,7	2,16	0,37	3,07	0,47
КА+ МЭ, расход – 1,0 л/т семян	10,7	6,4	2,18	0,40	2,84	0,42
КА+ МЭ, расход – 1,5 л/т семян	11,5	7,7	2,39	0,45	3,22	0,51
КА+ МЭ, расход – 2,0 л/т семян	11,2	7,1	2,24	0,41	3,11	0,48
КА+ МЭ, расход – 2,5 л/т семян	11,0	6,8	2,10	0,38	3,02	0,47
КА+ МЭ, расход – 3,0 л/т семян	11,3	7,3	2,31	0,43	3,17	0,49
КА+ МЭ, расход – 3,5 л/т семян	10,5	6,3	1,88	0,34	2,74	0,40
$НСР_{05}$	0,4	0,3	0,08	0,02	0,12	0,02

Анализ данных таблицы 7 показывает, что обработка семян озимой пшеницы Комплексом аминокислот с микроэлементами, увеличивает силу роста проростков. По биометрическим показателям в опытных вариантах формировались более мощные проростки (длина корешка - 10,5 - 11,5 см, на контроле - 9,3 см). Длина ростка - 6,3 - 7,7 см, на контроле - 6,0 см и масса корешков (сырых 1,88 - 2,39 г, на контроле - 1,74 г; сухих 0,34 - 0,45, на контроле - 0,32 г/100 проростков) и ростков (сырая 2,74 - 3,22 г, на контроле - 2,68 г; сухих 0,40 - 0,51, на контроле - 0,39 г/100 ростков). Максимальные абсолютные значения показателей, рассмотренных в таблице 7, наблюдались в вариантах с использованием исследуемого Комплекса в дозе 1,5 л/т семян.

При использовании Комплекса аминокислот с микроэлементами в дозах 0,5 и 3,0 л/т семян также наблюдалось значительное увеличение биометрических показателей по сравнению с другими дозами, но все еще ниже варианта 1,5 л/т семян. При применении Комплекса аминокислот с микроэлементами в дозах 0,5 и 3,0 л/т семян длина ростка и корешка составила, соответственно, 6,7; 10,6 и 7,3; 11,3 см, что на 0,3-0,4; 0,2-0,6 и 0,2–1,0; 0,1–1,2 см больше остальных вариантов (1,0, 2,0, 2,5, 3,5 л/т семян). Аналогичная закономерность просматривается при анализе данных биомассы проростков. Это свидетельствует о том, что указанные дозы Комплекса аминокислот с микроэлементами наиболее оптимальны для обработки семян озимой пшеницы. При применении Комплекса аминокислот с микроэлементами в дозах 0,5; 1,5, 3,0 л/т семян соответственно возросли длина корешка на 13,9, 23,7, 21,5 %, длина ростка – на 11,7, 28,4, 21,7 %, биомасса проростков – на 18,3, 26,9, 24,0 %, сухая масса проростков – на 18,3, 35,2, 29,6 %, в сравнении с контрольным вариантом.

Оптимальные нормы расхода Комплекса аминокислот с микроэлементами - 0,5; 1,5; 3,0 л/т семян - определяли путем установления максимальных абсолютных значений показателей качества посева семян озимой пшеницы сорта Вершина (всхожесть, прорастание, длина корней и побегов, их масса - сырая и сухая на 100 проростков). Эти дозы затем были использованы в полевых испытаниях.

3.2. Влияние Комплексов на основе аминокислот и микроэлементов на рост растений озимой пшеницы

В последние годы возрос интерес к применению удобрений на основе Комплекса аминокислот и микроэлементов, которые корректируют минеральное питание и опосредованно воздействуют на иммунитет растений, ускоряют процесс метаболизма и усиливают синтез белков и углеводов. Составной частью белков являются аминокислоты и благодаря наличию в них аминной группы они реагируют с азотистой кислотой, образуя соответствующую оксикислоту и газообразный азот. Перемещаясь по растению эти вещества стимулируют синтез белка и регулируют выработку растением собственных гормонов. Аминокислоты играют большую роль в обмене веществ у растений (Кретович, 1980).

Использование аминокислот воздействует на растительные организмы. Так, метионин способствует снижению полегаемости злаков, влияет на длину колоса и количество формирующихся в нем зерен, обеспечивает иммунитет растений к патогенным бактериям (Котляров, 2017). Выявлены ростостимулирующие свойства пролина, антиоксидантные – аргинина, гистидина, цистеина.

Дефицит лизина неблагоприятно сказывается на синтезе белка, что приводит к замедлению роста и снижению массы растений. Аланин способен усиливать репродуктивные функции растений (Рябчинская, Бобешова, Харченко, Саранцева, 2012).

Ряд аминокислот, таких как тирозин, аргинин, аланин, лизин, пролин, серин, теонин, валин и глютамин стимулирует рост растений, обеспечивая готовым энергетическим резервом биологические процессы в стрессовых ситуациях (заморозки, высокие и низкие температуры, химический ожог, осмотический стресс и т.д.). По мнению А.Б. Хорошкина (2017), аргинин, аланин, тирозин и валин восстанавливают основные метаболические функции растений после стресса; глутамат восстанавливает функции растительных клеток в стрессовых условиях; глицин и глутаминовая кислота непосредственно влияют на клеточные мембраны и активируют белки-переносчики, связанные с внутриклеточным транспортом

питательных веществ, триптофан является предшественником ауксина и способствует росту и укреплению молодых корней.

Свободные аминокислоты принимают участие во многих метаболических процессах: регулируют водный баланс растений, улучшают транспирацию за счет регулирования осмотических процессов и, как следствие, стимулируют ростовые процессы (Вознесенская, Шаповал, 2020). Аминокислоты, совместно с другими активными веществами растений, увеличивают выносливость растений к стрессовым условиям: скачки температурного режима, осадки и другие факторы, что положительно влияет на рост растений.

Лучшие показатели были получены при совместном применении макро- и микроэлементов с аминокислотами. Биологические удобрения последнего поколения (микроэлементы хелатированные аминокислотами) широко применяются практически во всех странах Европы, Латинской Америки и Азии. Исследованиями, проведенными в Восточно-Европейских странах, показано, что при применении таких удобрений значительно возрастает усвояемость растениями элементов питания и синтез ими необходимых веществ для получения высоких и качественных урожаев.

При совмещении обработки семян с листовыми подкормками расширяются границы эффективности применяемых удобрений, повышается способность усвоения элементов питания. Последнее связано с тем, что некорневая подкормка - это способ быстро и качественно воздействовать на растение, так как она быстро усваивается (около 8 раз быстрее, чем через корни). Можно проследить ключевую роль элементов питания в некорневых подкормках. Например, для белкового синтеза главнейшую роль играет азот, среди мезоэлементов это место занимает сера, а цинк и медь среди микроэлементов. Однако, любые стрессовые ситуации приводят к остановке роста и развития растений и листовая подкормка растений озимой пшеницы выше приведенной доминирующей цепочки элементов становится малоэффективной. Для получения эффекта от листовых подкормок питательными элементами, необходимо добавлять в рабочий раствор специальные агрохимикаты, стимулирующие физиологическую активность растения (Шаповал, 2004).

Входящие в состав исследуемых Комплексов макро- и микроэлементы выполняют свойственные им функции и проявляют соответствующие каждому из них свойства. Азот регулирует рост, определяет кустистость; калий способствует образованию прочной соломины, повышает устойчивость озимой пшеницы к неблагоприятным условиям перезимовки, засухе и полеганию (Мосолов, 1979); бор способствует усвоению растением калия, активизирует образование и развитие генеративных органов; марганец усиливает процессы дыхания растений и фотосинтез; молибден улучшает азотное питание растений; медь повышает жаростойкость; цинк препятствует деструкции белков и повышает водоудерживающую способность клеток, стимулирует синтез ауксина (Буркин, 1968; Кибаленко, 1973; Школьник, 1974; Рудакова, Каракис, 1976; Володько, 1983).

Исходя из вышесказанного, нет сомнения в том, что обработка семян перед посевом озимой пшеницы и двукратная обработка растений (1-я - в начале выхода в трубку, 2-я - в начале колошения) исследуемыми Комплексами окажет неоднозначное влияние на активность ростовых процессов озимой пшеницы в зависимости от исследуемых Комплексов и их нормы расхода.

Исследуемые Комплексы показали положительное действие на рост растений озимой пшеницы сорта Вершина.

Таблица 8

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на рост растений озимой пшеницы на почвах чернозема выщелоченного (средние данные за 2014 – 2017 гг.)

Вариант	Высота растения, см	± к контролю, см	± к фону, см	Масса надземных органов, г/растение	
				сырая	сухая
Контроль 1. Без обработки - $N_0P_0K_0$	71,2	-	-	17,15	4,60
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *Фон*	77,7	6,5	-	19,89	5,25
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	78,4	7,2	0,7	20,05	5,33
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	80,8	9,6	3,1	20,92	5,53
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	82,0	10,8	4,3	21,60	5,69
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	80,2	9,0	2,5	20,36	5,39
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	83,9	12,7	6,2	22,04	5,78
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	82,3	11,1	4,6	21,59	5,67
Фон + КА+ МЭ 1-я доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	83,8	12,6	6,1	20,94	5,53
Фон + КА+ МЭ 2-я доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	88,1	16,9	10,4	23,39	6,21
Фон + КА+ МЭ 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	86,1	14,9	8,4	22,29	5,87
Фон + КА 1-я доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	82,6	11,4	4,9	20,67	5,44
Фон + КА 2-я доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	85,3	14,1	7,6	21,81	5,71
Фон + КА 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	87,2	16,0	9,5	23,02	6,03
$НСР_{05}$ (I)	3,7	-	-	0,93	0,23
$НСР_{05}$ (II)	3,6	-	-	0,95	0,26

Из представленных в таблице 8 данных можно видеть, что предпосевная обработка семян перед посевом и двукратная обработка растений (1-я – в начале выхода в трубку, 2-я – в начале колошения) Комплексами в значительной степени усилили рост растений в высоту. При этом следует отметить, что абсолютные значения рассматриваемых в таблице 8 показателей существенно изменяются как от вида Комплекса, так и от дозы их применения.

Исследуемые удобрения представляют собой 4 Комплекса: 1 - Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей, 2 - Комплекс микроэлементов в виде хелатов, 3 - Комплекс аминокислот с микроэлементами, 4 - Комплекс аминокислот.

Нами было отмечено, что при равных условиях проведения опыта (подготовка почвы, предшественник, сорт, фон минерального питания) сформировались более крупные растения с применением на семенах и растениях Комплекса микроэлементов в виде неорганических солей с нормой расхода агрохимиката 3-я доза, высота растений составляла 82,0 см, при этом в вариантах без обработки ($N_0P_0K_0$) - 71,2 см, а с $N_{100}P_{100}K_{100}$ - 77,7 см, что ниже данного варианта на 15,2 и 5,5 %; с применением Комплекса хелатов микроэлементов 2-й дозы, высота растения достигла 83,9 см, что на 12,7 и 6,2 см выше контрольных вариантов. КА+МЭ (1,5 л/т семян+1,5 л/га), здесь высота растений – 88,1 см, что выше контрольных значений на 23,8 и 13,4 % соответственно; с применением Комплекса аминокислот 3-й дозы (3,0 л/т/га), высота растений составляет 87,2 см, что выше контрольных значений на 16,0 и 9,5 см соответственно.

Исходя из приведенных выше значений видно, что наиболее высокорослые растения среди четырех Комплексов формировались в варианте с предпосевной обработкой семян КА+МЭ в норме 1,5 л/т семян +1,5 л/га (2-й дозы), что повысило высоту растений при применении $КМЭ_{нс}$ - на 6,1 см, $КМЭ_{х}$ - на 4,2 см и КА на 0,9 см, или на 7,5, 5,0, 1,1% соответственно.

В фоновом варианте, при применении минерального удобрения в дозе $N_{100}P_{100}K_{100}$, также имеются различия с контрольным вариантом ($N_0P_0K_0$, без

обработки). Высота озимой пшеницы в данном варианте составила 77,7 см, что выше контрольного варианта на 9,1%.

При этом несомненный интерес представляют данные двух Комплексов - Комплекса микроэлементов в виде неорганических солей (3-я доза) и хелатов микроэлементов (2-я доза). Более высокие значения показателей роста (табл. 8) отмечены при применении Комплекса хелатов в меньшей дозе, что указывает на их более высокую активность. Отмеченное согласуется с работами других ученых, доказывающих тот факт, что в питательных Комплексах эффективность микроэлементов (Zn, Mn, Fe, Cu) многократно повышается при применении их в виде хелатов, а не неорганических солей. Причём, неорганические соли распадаются на незаряженные частицы (ионы) в водном растворе, которые не дают другим элементам хорошо усвоиться. Кроме того, минеральные соли микроэлементов (Zn, Cu, Fe, Mn) негативно действуют на органические структуры пестицидов, поэтому совмещать данные обработки невозможно. Что касается хелатов микроэлементов, то в них ионы металлов окружены органической оболочкой, поэтому в растворах не создается антагонизм и не нарушается пептидная структура, тем самым делается возможным совмещение подкормок с пестицидными обработками (Чернавина, 1970; Школьник, 1974; Битюцкий, 2005; Хорошкин, 2010).

На создание органического вещества большое влияние оказывает потребление элементов питания из почвы и удобрений. В свою очередь, усвоение питательных веществ зависит от характера их взаимодействия: синергизм проявляется в усилении, антагонизм – в торможении влияния одного из элементов при внесении их в комплексе. Примером синергизма является положительное действие возрастающих доз и усвоения азота, вследствие чего повышается метаболическая активность растений и усиливаются ростовые процессы. Примером антагонистических отношений является ослабление поглощения натрия, магния и кальция в результате избыточного поступления калия или менее активное усвоение серы и фосфора при избытке хлора (Благовещенская, 1984).

Нашими исследованиями установлено, что обработка семян озимой пшеницы перед посевом и двукратная некорневая подкормка растений озимой пшеницы (в начале выхода в трубку и в начале колошения) оказала положительное влияние на процесс нарастания биомассы надземных органов (Вознесенская, Коршунов, 2017).

По данным наших исследований, можно отметить тот факт, что прирост биомассы был максимальным в опытных вариантах с применением высоких доз Комплексов на фоне $N_{100}P_{100}K_{100}$.

Так, при применении 4 Комплексов (Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей и Комплекса аминокислот – 3-и дозы, а также Комплекса хелатных микроэлементов и Комплекса аминокислот с микроэлементами 2-е дозы), повышение биомассы по отношению к контрольному варианты составило: 25,9; 28,6; 36,4 и 34,2 % соответственно. Приросты биомассы надземных органов при применении в указанных дозах Комплексов были выше также варианта с фоновым внесением ($N_{100}P_{100}K_{100}$) на 1,71; 2,15, 3,5 и 3,13 г/растение, или на 8,6; 10,8; 17,6; 15,8 % соответственно.

Исходя из вышесказанного и полученных результатов исследований нами доказано, что предпосевная обработка семян и двукратная некорневая подкормка растений озимой пшеницы сорта Вершина (в начале выхода в трубку и в начале колошения) исследуемыми Комплексами на высоком агрофоне ($N_{100}P_{100}K_{100}$) в большей мере стимулировали рост растений в высоту и нарастание биомассы надземными органами. Более того, выявлен эффективный вариант, в котором созданы наиболее подходящие условия для произрастания растений озимой пшеницы в результате проявления синергизма входящих в комплекс элементов - это вариант, в котором применяли на семенах и в некорневую подкормку в фазах начала выхода в трубку и начала колошения (КА+МЭ во второй дозе - 1,5 л/га, расход рабочего раствора- 10 л/т семян и 300 л/га на растение) на высоком фоне минерального питания $N_{100}P_{100}K_{100}$.

Известно, что урожайность - это результат выработки и распределения ассимилятов, накапливающихся в период развития растения. Поэтому, прирост сухого

вещества надземными органами для формирования репродуктивных органов должен быть максимальным (Ничипорович, 1956; Мединец, 1963).

По накоплению сухой массы вегетативными органами растений озимой пшеницы также наблюдаем тенденцию к увеличению применения исследуемых Комплексов (рис.3).

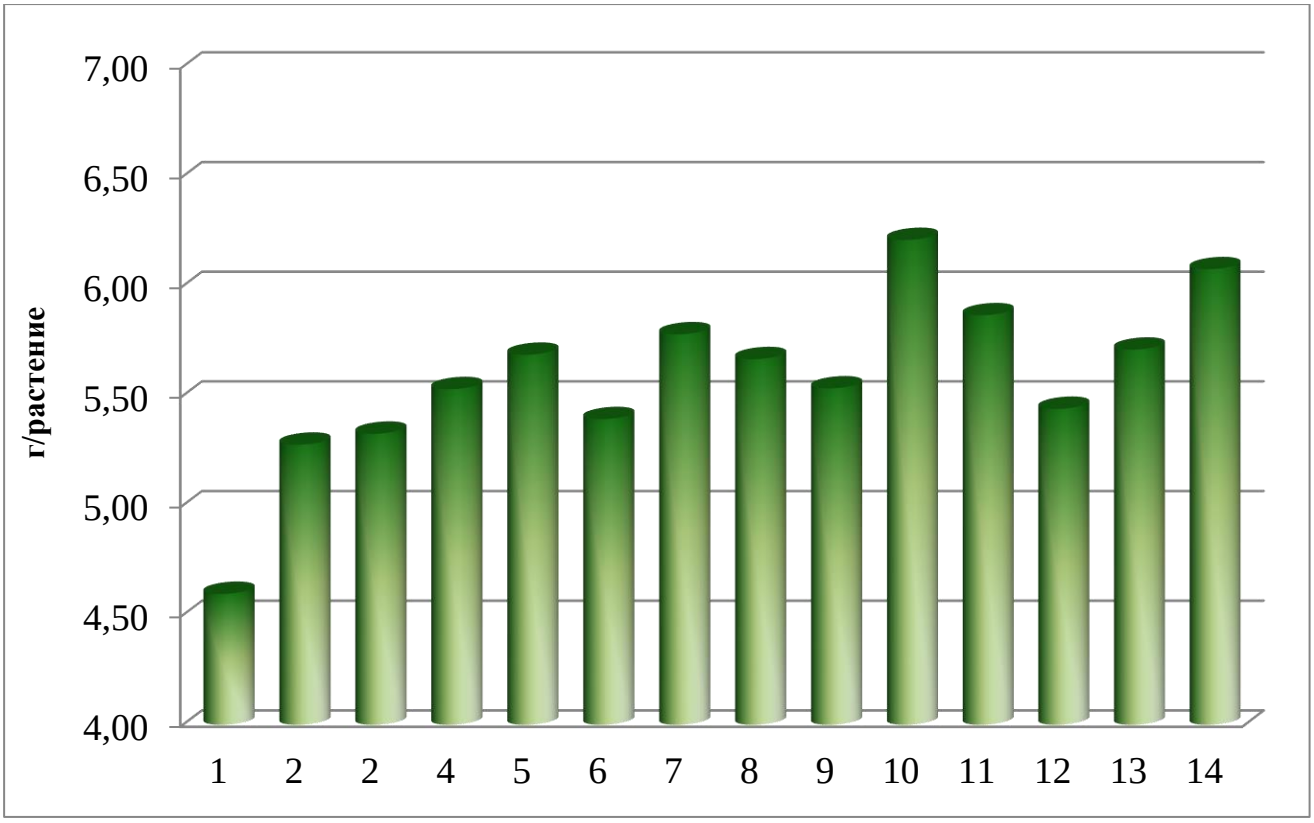

Рис. 3. Содержание сухого массы надземных органов растений озимой пшеницы (средние данные за 2014-2017 гг.), г/растение

Условные обозначения:

1. Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$; *2.Контроль 2.* $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон); 3.Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 1-я доза; 4. Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 2-я доза; 5. Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 3-я доза; 6. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 1-я доза; 7. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 2-я доза; 8. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 3-я доза; 9. Фон + Комплекс аминокислот с микроэлементами (0,5 л/т+0,5 л/га); 10. Фон + Комплекс аминокислот с микроэлементами (1,5 л/т+1,5 л/га); 11. Фон +Комплекс аминокислот с микроэлементами (3,0 л/т+3,0 л/га); 12. Фон + Комплекс аминокислот (1,0 л/т+1,0 л/га); 13. Фон + Комплекс аминокислот (2,0 л/т+2,0 л/га), 14. Фон + Комплекс аминокислот (3,0 л/т+3,0 л/га)*

Анализ данных прироста сухого вещества надземными органами в разрезе Комплексов (табл. 8) показал: при предпосевной обработке семян и двукратно растений озимой пшеницы Комплексом микроэлементов в виде неорганических солей (норма расхода КМЭ$_{нс}$ - 3 дозы) прирост сухой массы составил 5,69 г/растение, в то время как на контроле ($N_0P_0K_0$, без обработки) - 4,6 г/растение, в фоновом варианте ($N_{100}P_{100}K_{100}$, без обработки) - 5,25 г/растение, что на 23,7 и 8,4 % ниже рассматриваемого опытного варианта. В вариантах Комплекса хелатов микроэлементов максимальный прирост сухого вещества отмечен при применении его с нормой расхода – 2-й дозы и составила 5,78 г/растение, превысив контрольный и фоновый варианты, соответственно, на 1,18 и 0,53 г/растение. При применении на семенах и растениях 2-й дозы (1,5 л/т/га) Комплекса аминокислот с микроэлементами и третьей дозы (3,0 л/т/га) Комплекса аминокислот накопление сухой массы составило 6,21 и 6,03 г/растение соответственно, что превзошло контрольные варианты ($N_0P_0K_0$, $N_{100}P_{100}K_{100}$) на 35,0 и 18,3 %, 31,1 и 14,9% соответственно. Отмеченная разница в приросте сухого вещества надземными органами в зависимости от исследуемого фактора прослеживается на рисунке 3.

Стоит отметить, что нарастание биомассы и сухой массы надземных органов происходит за счет как роста растений озимой пшеницы, так и нарастания листового аппарата.

Все выводы, приведенные раннее доказывают, что наиболее интенсивнее процессы роста, а также ассимиляции и накопления сухого вещества в надземных органах происходили на высоком агрофоне $N_{100}P_{100}K_{100}$ в варианте с применением КА+МЭ в технологии возделывания озимой пшеницы, обработкой семян и двукратно растений: 1-я – в начале выхода в трубку, 2-я - в начале начала колошения, расход Комплекса - 2-я доза (1,5 л/га).

3.3. Влияние Комплексов на основе аминокислот и микроэлементов на нарастание листового аппарата и его фотосинтетическую деятельность

Исследованиями многих ученых (Ничипорович, Строгонова, Чмора, Власова, Устенко) установлено, что величина урожая определяется двумя факторами –

размерами листовой поверхности и продуктивностью работы листьев. И для получения высоких урожаев листовая поверхность по размеру и работоспособности должна быть максимальной и могла осуществлять фотосинтез высокой интенсивности.

При этом необходимо помнить, что размер и активность нарастания листовой поверхности находятся под воздействием многочисленных агротехнических, климатических и биологических факторов: сортовых особенностей, характера кущения, высоты растений и др. (Zichova, 1964; Petr, 1971; Paty, 1974; Beranek, 1975).

Согласно исследованиям V.Stoy (1973), колосья (включая ости) создают до 45% запасных веществ, верхнее междоузлие, пластинка и влагалище флагового листа – 45%, пластинка и влагалище второго листа – 8%, а нижняя часть растения – лишь 2% общего количества ассимилятов, отложенных в зерновке (Кудряшов, 2006). Поэтому необходимо создавать благоприятные условия и разрабатывать приемы, приводящие к улучшению развития площади листьев и сохранению в жизнеспособном состоянии на период созревания 3-4 верхних листьев.

Такой фактор, как повышенная температура, дает толчок к быстрому старению листьев, а также пожелтению зеленых органов после цветения. Без сомнения, удобрения оказывают действие на величину листовой поверхности и продолжительность её активности. Входящие в состав исследуемых Комплексов комплексы микроэлементов (B, Mn, Mo, Cu, Zn) положительно влияют на процесс листообразования и фотосинтез (Островская, 1961; Буркин, 1968; Кибаленк, 1976; Рудакова, Каракис, 1976) и способствуют повышению засухоустойчивости (Володько, 1983; Минеев, 1984).

Таблица 9

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на нарастание листового аппарата растений озимой пшеницы (средние данные за 2014-2017 гг.)

Вариант	Число листьев на 1 растении, шт.	Площадь листьев		
		см^2/растение	± см^2/раст.	%
Контроль 1. Без обработки - $N_0P_0K_0$	4,3	67,2	-	-
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *Фон*	4,9	78,8	11,6	17,3
Фон + КМЭ$_{нс}$ 1-я доза	5,2	83,2	16,0	23,8
Фон + КМЭ$_{нс}$ 2-я доза	5,3	89,0	21,8	32,4
Фон + КМЭ$_{нс}$ 3-я доза	5,4	90,8	23,6	35,1
Фон + КМЭ$_{х}$ 1-я доза	5,5	84,6	17,4	25,9
Фон + КМЭ$_{х}$ 2-я доза	5,6	92,4	25,2	37,5
Фон + КМЭ$_{х}$ 3-я доза	5,5	91,2	24,0	35,7
Фон + КА+ МЭ 1-я доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	5,4	86,0	18,8	28,0
Фон + КА+ МЭ 2-я доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	5,8	94,8	27,6	41,1
Фон + КА+ МЭ 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	5,6	92,5	25,3	37,6
Фон + КА 1-я доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	5,3	84,2	17,0	25,3
Фон + КА 2-я доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	5,5	90,2	23,0	34,2
Фон + КА 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	5,6	92,0	24,8	36,9
НСР$_{05}$ (I)	0,2	3,8		
НСР$_{05}$ (II)	0,2	4,1		

Представленные в таблице 9 значения подтверждают, что применение изучаемых Комплексов в технологии возделывания озимой пшеницы (на семенах и растениях) увеличивает рост листового аппарата, повышает работоспособность, а также увеличивает срок жизни листьев.

На это указывают абсолютные значения показателей числа и площади листьев в опытных вариантах, существенно превысивших таковые контрольного варианта.

На растениях в варианте ($N_0P_0K_0$, без обработки) контроль, число листьев - 4,3 шт., а их площадь – 67,2 см^2/растение. На фоне минеральных удобрений ($N_{100}P_{100}K_{100}$), можно наблюдать увеличение числа и площади листьев, эти показатели составили, соответственно, 4,9 и 78,8 см^2/раст. Сила воздействие исследуемых Комплексов на количество листьев озимой пшеницы и нарастание листовой поверхности в значительной степени зависела от вида экспериментальных Комплексов и дозы применения. Более интенсивное листообразование наблюдалось при применении изучаемых Комплексов во второй и третьей дозах.

Например, число и площадь листьев у растений в данных вариантах варьировали с 5,3 до 5,8 и с 89,0 до 94,8 см^2/растение соответственно. Влияние Комплексов во второй и третьей дозах на растения было неоднозначным: интенсивность нарастания листовой поверхности достигала максимальных значений в варианте с применением Комплекса аминокислот с микроэлементами 2-й дозе (1,5 л/т/га), что больше контрольных значений (контроль, фон) на 34,9 и 18,4% и составляла 5,8 шт. и 94,8 см^2 /раст. Третья доза этого Комплекса (3,0 л/т семян +3,0 л/га) казалась менее эффективной - 5,6 шт. и 92,5 см^2/растение (рис.4).

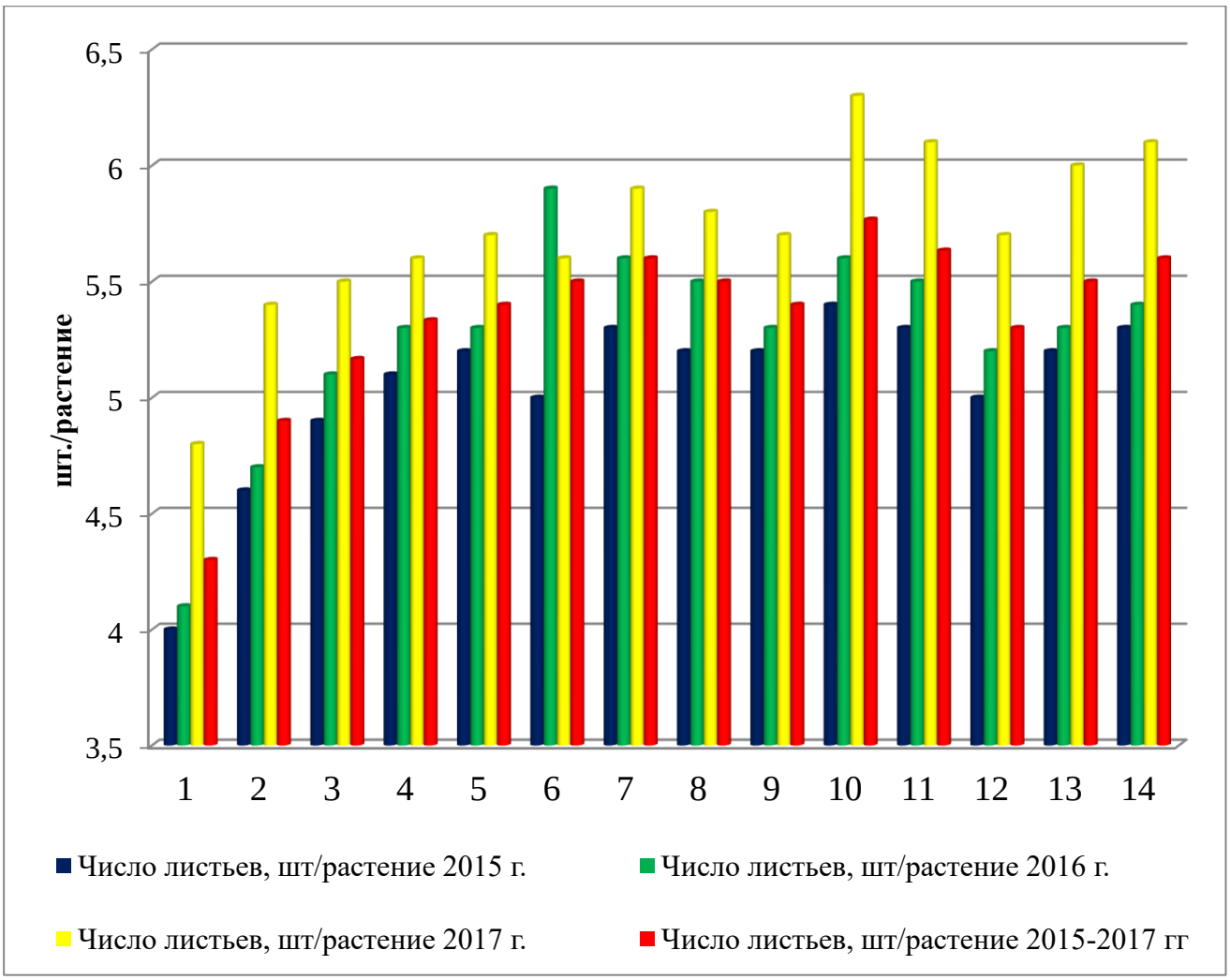

Рис. 4. Число листьев озимой пшеницы (средние данные за 2014-2017 гг.), шт./растение

Условные обозначения:

1. Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$; *2.Контроль 2.* $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон); 3.Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 1-я доза; 4. Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 2-я доза; 5. Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 3-я доза; 6. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 1-я доза; 7. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 2-я доза; 8. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 3-я доза; 9. Фон + Комплекс аминокислот с микроэлементами (0,5 л/т+0,5 л/га); 10. Фон + Комплекс аминокислот с микроэлементами (1,5 л/т+1,5 л/га); 11. Фон +Комплекс аминокислот с микроэлементами (3,0 л/т+3,0 л/га); 12. Фон + Комплекс аминокислот (1,0 л/т+1,0 л/га); 13. Фон + Комплекс аминокислот (2,0 л/т+2,0 л/га), 14. Фон + Комплекс аминокислот (3,0 л/т+3,0 л/га)*

В вариантах с предпосевной обработкой семян и растений Комплексом микроэлементов в виде неорганических солей и Комплексом аминокислот (норма расхода Комплекса 3-я доза), а также Комплекса хелатов микроэлементов (норма

расхода агрохимиката - 2 доза) формировался значительно меньший по количеству листьев и площади листовой аппарат, чем при применении Комплекса аминокислот с микроэлементами (норма расхода агрохимиката - 2 доза - 1,5 л/т/га): число листьев - 5,4; 5,6; 5,6 на 1 растении, площадь листьев 90,8; 92,4 и 92,0 см^2/раст соответственно (рис.5).

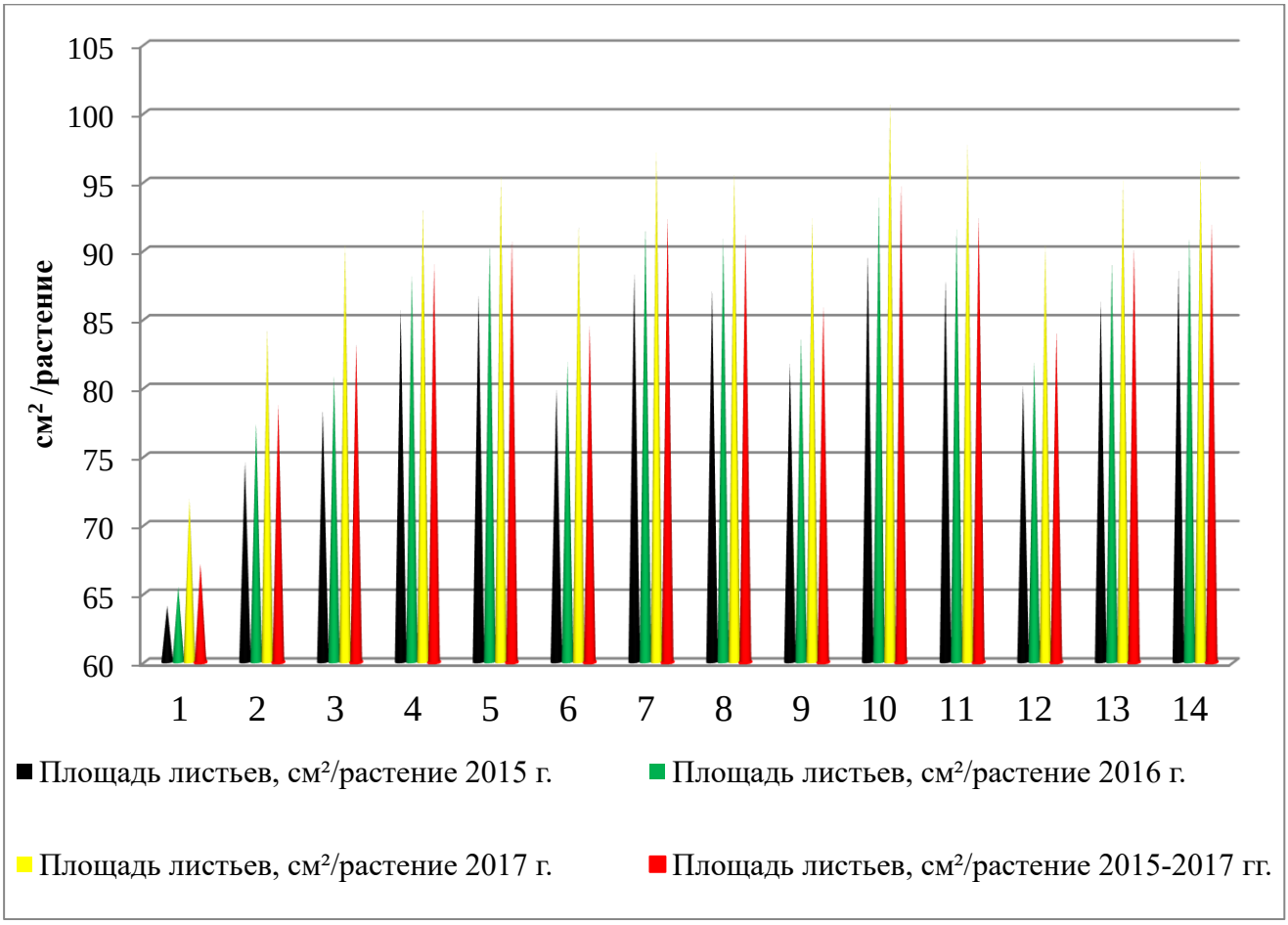

Рис. 5. Площадь листьев (средние данные за 2014-2017 гг.), см^2/растение

Условные обозначения:

1. Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$; *2.Контроль 2.* $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон); 3.Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 1-я доза; 4. Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 2-я доза; 5. Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 3-я доза; 6. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 1-я доза; 7. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 2-я доза; 8. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 3-я доза; 9. Фон + Комплекс аминокислот с микроэлементами (0,5 л/т+0,5 л/га); 10. Фон + Комплекс аминокислот с микроэлементами (1,5 л/т+1,5 л/га); 11. Фон +Комплекс аминокислот с микроэлементами (3,0 л/т+3,0 л/га); 12. Фон + Комплекс аминокислот (1,0 л/т+1,0 л/га); 13. Фон + Комплекс аминокислот (2,0 л/т+2,0 л/га), 14. Фон + Комплекс аминокислот (3,0 л/т+3,0 л/га)*

Активность фотосинтеза направлена на образование мощного листового аппарата, продуктивность которого зависит от активности его работоспособности и жизнедеятельности. Однако, в период после цветения, как правило, ускоряются старение листьев и их отмирание. Следовательно, скорость фотосинтеза определяет возраст листьев. По данным наших исследований (табл.10), применяя в технологии возделывания пшеницы озимой сорта Вершина исследуемые Комплексы, обладающие рострегулирующей активностью, можно продлить период фотосинтетической зрелости листьев и на некоторое время остановить преждевременное старение листьев, повысив их жизнеспособность.

Существенное влияние на фотосинтез оказывают минеральные вещества. Так, дефицит N, P, K, Mg, Mn, Mo, Cu, B, Zn отрицательно сказывается на скорости фотосинтеза (Чернавина, 1970; Школьник, 1974; Шеуджен, Хурум, Бондарева, 2005).

Немаловажный фактор, который влияет на деятельность фотосинтетического аппарата - содержание хлорофилла (табл. 10). У здоровых растений, развивающихся в нормальных условиях, недостаток хлорофилла отражается на скорости фотосинтеза, так как старение листьев ускоряет разложение хлорофилла с последующим падением скорости фотосинтеза.

Таблица 10

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на фотосинтетическую деятельность растений озимой пшеницы (средние данные за 2014 – 2017 гг.)

Вариант	Продуктивность работы листьев, г/дм^2	Содержание в листьях пигментов, мг/г сыр. в-ва	
		хл. а+б	каротиноиды
Контроль 1. Без обработки - $N_0P_0K_0$	6,83	4,58	1,89
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *Фон*	6,69	4,87	1,98
Фон + КМЭ$_{нс}$ 1-я доза	6,42	5,60	2,29
Фон + КМЭ$_{нс}$ 2-я доза	6,21	5,70	2,35
Фон + КМЭ$_{нс}$ 3-я доза	6,27	5,80	2,41
Фон + КМЭ$_{х}$ 1-я доза	6,37	5,59	2,30
Фон + КМЭ$_{х}$ 2-я доза	6,26	5,76	2,30
Фон + КМЭ$_{х}$ 3-я доза	6,20	5,68	2,33
Фон + КА+ МЭ 1-я доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	6,42	5,52	2,22
Фон + КА+ МЭ 2-я доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	6,53	5,82	2,42
Фон + КА+ МЭ 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	6,32	5,49	2,21
Фон + КА 1-я доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	6,47	5,49	2,20
Фон + КА 2-я доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	6,34	5,52	2,21
Фон + КА 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	6,55	5,71	2,34

Следует отметить, что сочетание предпосевной обработки семян с двукратной обработкой растений (в фазах: 1-я – в начале выхода в трубку, 2-я - в начале колошения), дольше сохраняло листья в активном состоянии, а также увеличивало содержание в них пигментов. Количество хлорофилла и каротиноидов в листьях находилось в пределе 5,49-5,82 и 2,20-2,42 мг/г сырого вещества в зависимости от дозы экспериментальных Комплексов. Минимальное количество хлорофилла а+б и каротиноидов – 4,58 и 1,89 мг/г сырого вещества наблюдалось в контрольном варианте. Применение минеральных удобрений ($N_{100}P_{100}K_{100}$) увеличило содержание хлорофилла на 6,4% и каротиноидов на 4,8%. Применение данной технологии возделывания озимой пшеницы КМЭ$_{нс}$, КМЭ$_{х}$, КА+МЭ и КА привело к дальнейшему увеличению содержания пигментов. Самое высокое содержание хлорофилла а+б и каротиноидов в листьях растений отмечено в вариантах с применением вторых доз Комплекса аминокислот с микроэлементами - 5,82 и 2,42 мг/г сыр. вещества. Это обусловлено тем, что все микроэлементы, содержащиеся в опытных Комплексах, или участвуют в синтезе пигментов, или способствуют увеличению содержания пигментов в листьях озимой пшеницы.

Продуктивность работы листьев – это отношение массы листьев к ее площади. Максимальный предел продуктивности работы листьев достигается при созревании фотосинтезирующих листьев. Применение изучаемых Комплексов оттягивает старение листьев и активизирует процесс перераспределения накопленных ассимилятов в формирующихся зерновках. В результате отношение массы листьев к площади листьев уменьшается, а опытный вариант имеет более низкие показатели продуктивности, чем контроль.

В связи с этим, применение Комплексов: Комплекса микроэлементов в виде неорганических солей (КМЭ$_{нс}$), Комплекса хелатов микроэлементов (КМЭ$_{х}$), Комплекса аминокислот с микроэлементами (КА+МЭ) и Комплекса аминокислот (КА), оказывает помощь в формировании мощного листового аппарата, способного осуществлять фотосинтез на высоком уровне.

Полученные нами данные согласуются с исследованиями, проведенными в Турции, в которых были испытаны различные аминокислоты для хелатирования

Mn, Cu, Zn, Fe и за три года исследования было показано, что применение их способствовало предотвращению пожелтения листьев и продлению срока их жизни (Шеуджен, Хурум, Бондарева, Петрик, 2019).

3.4. Влияние Комплексов на основе аминокислот и микроэлементов на формирование структурных элементов урожайности озимой пшеницы

В технологии пригодности и эффективности возделывания сельскохозяйственных культур главным агрономическим показателем с использованием конкретных приемов и методов является урожайность. Основным из возможных регулирующих факторов, который является целенаправленным для регулирования роста и физиологического развития растений для создания высокого урожая и лучшего качества, является минеральное питание.

Озимая пшеница более требовательна к питанию, чем другие зерновые культуры. Величина и качество урожая озимой пшеницы тесно связаны с наличием основных макроэлементов. Большое влияние на формирование генеративных органов озимой пшеницы оказывают азот и фосфор. Недостаток азота ослабляет процесс побегообразования, уменьшает количество колосков в колосе. Недостаток фосфора ослабляет отток азота из листьев и стеблей в зерно, что также приводит к заложению меньшего числа колосков в колосе (Маслов, 1975; Губанов, Иванов, 1988; Бровкин, 2008).

Нормальное развитие растительного организма обеспечивают микроэлементы, участвующие в регулировании всех жизненных процессов, что приводит в результате к повышению продуктивности растений (Каталымов, 1957; Агеев, Подколзин, 2001; Шеуджен, Бондарева, Онищенко, 2012).

Микроэлементы являются активными ферментативными центрами улучшения метаболизма в растительных организмах, поэтому вопрос обеспечения растений микроэлементами имеет универсальное биологическое значение. Своевременная и правильная доза обработки растений этими удобрениями будет регулировать развитие, увеличивать устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды, а значит - увеличивать урожайность и повышать качество продукции.

Есть три основных компонента для озимой пшеницы, которые определяют урожайность: количество продуктивных стеблей на растении к началу уборки; число семян на растении, а также масса зерна с растения (Кайгородова и др., 2017).

Густота стояния растений является определяющим фактором не только для физиологического развития растений, протекания фотосинтетических процессов, но и как следствие, добиться лучшего качества зерна и высокой урожайности зерна озимой пшеницы. Поэтому к моменту уборки урожая желательно сохранить примерно 300- 400 растений на 1 м², то есть примерно 500 - 600 и более продуктивных побегов (Никитин, Бурченко, Орпанджи, 1988).

Однако, в течение вегетационного периода растения озимой пшеницы подвергаются различного рода стрессам (климатическим, поражению растений болезнями, вредителями), что приводит к гибели растений, уменьшению густоты стояния растений и продуктивного стеблестоя. Следует также отметить, что если в осенне-зимний период гибель растений происходит вследствие повреждения патогенными организмами в период прорастания семян и получения всходов, то в зимний период - в результате воздействия на растение низких и отрицательных температур . Рядом ученых установлено, что обработка семян перед посевом микроэлементами, регуляторами роста, аминокислотами существенно повышает устойчивость растений к патогенной микрофлоре, а также холодо- и морозоустойчивость, что и обуславливает выживание растений, повышение густоты стояния растений (Носатовский, 1950; Ремесло, 1981; Пруцков, 1982; Барчукова, Чернышёва, Тосунов, Синяшин, 2018).

Таблица 11

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на густоту стояния и продуктивный стеблестой растений (средние данные 2014- 2017 гг.)

Вариант	Густота стояния растений к уборке, шт./м^2	Продуктивный стеблестой		
		шт./м^2	± к контролю, шт./м^2	%
Контроль 1. Без обработки - $N_0P_0K_0$	391,8	470,2	-	-
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *Фон*	397,5	477,0	6,8	1,4
Фон + КМЭ$_{нс}$ 1-я доза	408,1	530,5	60,3	12,8
Фон + КМЭ$_{нс}$ 2-я доза	410,0	533,0	62,8	13,4
Фон + КМЭ$_{нс}$ 3-я доза	412,0	618,0	147,8	31,4
Фон + КМЭ$_{х}$ 1-я доза	411,8	576,5	106,3	22,6
Фон + КМЭ$_{х}$ 2-я доза	415,5	664,8	194,6	41,4
Фон + КМЭ$_{х}$ 3-я доза	413,9	620,9	150,7	32,1
Фон + КА+ МЭ 1-я доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	413,8	620,7	150,5	32,0
Фон + КА+ МЭ 2-я доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	430,6	774,9	304,7	64,8
Фон + КА+ МЭ 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	421,9	675,0	204,8	43,6
Фон + КА 1-я доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	411,2	616,8	146,6	31,2
Фон + КА 2-я доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	419,8	671,8	201,6	42,9
Фон + КА 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	422,0	717,2	247,0	52,5
НСР$_{05}$ (I)	10,8	29,7		
НСР$_{05}$ (II)	10,5	31,4		

Наряду с этим следует отметить, что в весенне-летний период уменьшение густоты стеблестоя происходит под действием неблагоприятных внешних факторов (высокая температура, засуха, избыток и дефицит влаги). Обработка растений биологически активными веществами (микроэлементы, регуляторы роста, аминокислоты) усиливает устойчивость растений к климатическим стрессам, повышает иммунные свойства растений и, как следствие, выживаемость растений к уборке (Ненько, 2006).

Полученные данные, приведенные в таблице 11, показывают, что предпосевная обработка семян озимой пшеницы перед посевом и двукратная обработка растений (1-я – в начале выхода в трубку, 2-я - в начале колошения) Комплексами создают наиболее благоприятные условия для сохранение растений к уборке (густота стояния - 408,1-430,6 шт./м², на контроле 1 – 391,8шт./м², на контроле 2 (фон) – 397,5 шт./м²). При этом следует отметить существенное превышение значений по густоте в вариантах опыта с применением Комплекса хелатов (норма расхода 2-я доза), Комплекса аминокислот и микроэлементов (2-я доза - 1,5 л/т семян+1,5 л/га) и Комплекса аминокислот (3-я доза (3,0 л/т/га)). Максимальное количество растений (430,6 шт./м^2) сохранилось к уборке на варианте с предпосевной обработкой семян и растений Комплексом аминокислот с микроэлементами в дозе 1,5 л/т семян и 1,5 л/га (расход рабочего раствора на семенах и растениях 10 л/т+ 300 л/га).

На выживаемость растений большое влияние оказывают также погодные условия, поэтому значения рассматриваемого показателя существенно различаются по годам (рис.6). Наиболее высокие значения густоты стояния к уборке, особенно при применении Комплекса аминокислот с микроэлементами с нормой расхода – 1,5 л/т/га (2-я доза) (443,2 шт./м^2, на контроле 1 – 393,9 шт./м^2, на фоне - 400,1 шт./м^2), получены в 2017 году, который был наиболее благоприятным по погодным условиям для произрастания и физиологического развития озимой пшеницы.

В опытных вариантах более интенсивно проходил процесс формирования продуктивного стеблестоя и составил 530,5–774,9 шт./м², в контроле – 470,2шт./м², на фоне - 477,0 шт./м². Значительное увеличение продуктивности стеблестоя в

опытных вариантах обусловлено формированием на растении большого числа продуктивных побегов и, как показано выше, увеличением густоты стояния растений. Максимальный продуктивный стеблестой (774,9 шт./м²) получен в варианте с применением на семенах и растениях двух доз Комплекса аминокислот с микроэлементами (1,5 л/т/га), что больше контрольных вариантов (Контроль - $N_0P_0K_0$, без обработки, Фон – $N_{100}P_{100}K_{100,}$ без обработки) на 64,8 и 62,5% соответственно. Очевидно элементы, входящие в указанные Комплексы (аминокислоты, азот, цинк, марганец, бор, железо медь, молибден) прямо или опосредованно (через активизацию ростовых процессов) в большей мере, чем другие Комплексы повышают устойчивость к различного рода стрессам и выживаемость растений к уборке.

Так, в 2015 году густота стояния растений к уборке на контрольном и фоновом вариантах составляла, соответственно, 390,5 и 395,4 шт./м², что меньше опытных вариантов на 3,8-8,3 и 2,5-6,9%; продуктивный стеблестой в опытных вариантах варьировал от 488,8 до 724,9 шт./м², что больше контрольного и фонового вариантов на 54,2-290,3 и 48,7-284,8 шт./м² соответственно.

В 2016 году густота стояния растений к уборке и продуктивный стеблестой в среднем по вариантам колебались от 407,6-425,8 до 502,3-759,6 шт./м² соответственно. Наиболее высокие показатели продуктивного стеблестоя отмечены в варианте с применением изучаемого Комплекса аминокислот с микроэлементами – 759,6шт./м², что больше контрольного и фонового вариантов (Контроль - $N_0P_0K_0$, без обработки, Фон – $N_{100}P_{100}K_{100,}$ без обработки) на 65,4 и 63,2% соответственно.

Рис. 6. Густота стояния растений к уборке (средние данные за 2014-2017 гг.), шт./м^2

Условные обозначения:

1. Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$; *2.Контроль 2.* $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон); 3.Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 1-я доза; 4. Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 2-я доза; 5. Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 3-я доза; 6. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 1-я доза; 7. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 2-я доза; 8. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 3-я доза; 9. Фон + Комплекс аминокислот с микроэлементами (0,5 л/т+0,5 л/га); 10. Фон + Комплекс аминокислот с микроэлементами (1,5 л/т+1,5 л/га); 11. Фон +Комплекс аминокислот с микроэлементами (3,0 л/т+3,0 л/га); 12. Фон + Комплекс аминокислот (1,0 л/т+1,0 л/га); 13. Фон + Комплекс аминокислот (2,0 л/т+2,0 л/га), 14. Фон + Комплекс аминокислот (3,0 л/т+3,0 л/га)*

Наилучшие показатели густоты стояния растений к уборке и продуктивный стеблестой наблюдались в 2017 году, где количество выживших к уборки растений в опытных вариантах возросло на 4,4-12,5% по отношению к контрольному варианту и на 2,8-10,8% к фоновому варианту ($N_{100}P_{100}K_{100,}$ без обработки). Данные продуктивного стеблестоя варьировали от 593,4 до 840,3 шт./м² в опытных вариантах, что на 76,6-323,5 и 68,1-315,0 шт./м² больше контрольных вариантов (рис.6).

Данные приведенные выше указывают на то, что, с одной стороны, оптимальный пищевой режим ($N_{100}P_{100}K_{100}$) способствует повышению густоты стояния растений в сравнении с неудобренным фоном, а, с другой стороны, более высокий прирост выживших растений под действием исследуемых Комплексов наблюдается на неудобренном фоне. На это указывает тот факт, что Комплексы обладают не только ростостимулирующими и стрессоустойчивыми свойствами, но и применение их на семенах и растениях усиливает продукционные процессы.

Формирование второго элемента урожайности - числа семян в колосе - осуществляется после перехода от вегетативного к генеративному развитию растений. Решающее значение для озерненности колоса имеет формирование зерна, на которое влияют высокая температура, дефицит влаги и засуха в период цветения. Обработка растений исследуемыми Комплексами повышает устойчивость их к указанным стрессам и существенно снижает степень фертильности цветков, способствуя формированию большого числа зерен в колосе.

Таблица 12

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на формирование элементов структуры урожая озимой пшеницы (средние данные за 2014- 2017 гг.)

Вариант	Кустистость, шт.стеблей/раст		Длина колоса, см	Озерненность, шт./раст.	Масса с 1 растения, г		Отношение $m_з/m_с$
	общая	продуктивная			зерна $m_з$	соломы, $m_с$	
Контроль 1. Без обработки - $N_0P_0K_0$	1,6	1,2	7,6	33,6	1,21	1,81	0,67
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *Фон*	1,7	1,2	7,9	34,9	1,30	1,83	0,71
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	1,7	1,3	8,1	36,4	1,36	1,89	0,72
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	1,7	1,3	8,3	37,8	1,41	1,83	0,77
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	1,8	1,5	8,5	41,2	1,58	1,95	0,81
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	1,7	1,4	8,4	38,7	1,47	1,96	0,75
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	1,8	1,6	8,7	42,9	1,63	2,04	0,80
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	1,8	1,5	8,6	41,2	1,57	1,99	0,79
Фон + КА+ МЭ 1-я доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	1,8	1,5	8,6	41,9	1,60	2,11	0,76
Фон + КА+ МЭ 2-я доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	2,5	1,8	9,0	45,2	1,82	2,22	0,82
Фон + КА+ МЭ 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	2,2	1,6	8,7	43,6	1,74	2,18	0,80
Фон + КА 1-я доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	1,8	1,5	8,5	40,5	1,54	2,03	0,76
Фон + КА 2-я доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	2,0	1,6	8,7	43,6	1,72	2,18	0,79
Фон + КА 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	2,3	1,7	8,8	44,9	1,79	2,21	0,80
$НСР_{05}$ (I)	0,1	0,1	0,3	1,8	0,08	0,11	
$НСР_{05}$ (II)	0,1	0,1	0,3	2,0	0,09	0,12	

Из представленных в таблице 12 данных видно, что применение в технологии возделывании озимой пшеницы Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов усиливает кущение. Растения опытных вариантов формировали больше стеблей (1,7-2,5 шт., на контроле 1 – 1,6 шт., на фоне – 1,7 шт./растение), в том числе продуктивных (1,3-1,8 шт., 1,2 шт./растение соответственно).

В разрезе рассматриваемых Комплексов наиболее раскущенные растения отмечены в вариантах с применением вторых доз - Комплекса хелатов микроэлементов (общая кустистость – 1,8 шт., продуктивная – 1,6 шт./растение) и Комплекса аминокислот с микроэлементами (2,5 и 1,8 шт/растение) и третьих доз – Комплекса микроэлементов в виде неорганических солей (1,8 и 1,5 шт./растение) и Комплекса аминокислот (2,3 и 1,7 шт./растение) соответственно.

В указанных вариантах формировались более крупные по длине (8,1-9,0 см, 7,6 и 7,9 см – на контролях) и озерненности (36,4-45,2 шт./растение, на контроле 1 – 33,6, в контроле 2 (фон) – 34,9 шт./растение) колосья. Зерновая продуктивность растений (масса зерна с 1 растения) в фоновом варианте ($N_{100}P_{100}K_{100}$, без обработки) по отношению к контролю ($N_0P_0K_0$, без обработки) возросла на 7,5% и в опытных вариантах на 12,5-50,4 %.

Максимальные абсолютные значения рассматриваемых выше показателей отмечены в варианте с применением Комплекса аминокислот с микроэлементами во второй дозе (1,5 л/т/га).

Нужно также отметить, что при использовании исследуемых Комплексов в технологии возделывания пшеницы озимой (на семенах и растениях) была выявлена тенденция к увеличению уборочного индекса - соотношения массы зерна к массе соломы (0,72 — 0,82, в контрольных вариантах —0,67 – 0,71). Это говорит о том, что в опытных вариантах процесс ассимиляции не только более активен, но и ассимиляты, накопленные в растении, более эффективно перераспределяются в зерно, что положительно влияет на показатели урожайности.

3.5. Влияние Комплексов на основе аминокислот и микроэлементов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы

Основными агрономическими показателями для определения целесообразности и эффективности внедрения той или иной технологии и метода в технологию

выращивания озимой пшеницы является урожайность. На создание урожая пшеница, более других зерновых культур, расходует в период вегетации очень много питательных веществ.

Удобрения на основе Комплекса аминокислот и микроэлементов, которые являются корректорами минерального питания и опосредованно воздействуют на иммунитет растений, ускоряют процесс метаболизма и активации синтеза белков и углеводов.

Создание наиболее эффективных Комплексов и правильный подбор доз для обработки семян и растений позволит не только регулировать рост и развитие растений и повышать их устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды, но и в итоге повысить урожайность и качество продукции.

Как видно из данных таблицы 13, обработка семян и двукратно растений озимой пшеницы Комплексами совместно с азотным, фосфорным и калийным питанием оказала значительное влияние на урожайность озимой пшеницы. Период с 2014 по 2017 год характеризует различными погодными условиями.

В значительной степени урожайность всех сельскохозяйственных культур, в том числе озимой пшеницы, зависит от погодных условий, главным образом в период формирования репродуктивных органов с мая по июль, который обычно совпадает со значительным повышением температуры. Степень негативного влияния высоких температур на урожайность зависит как от их продолжительности, так и от абсолютного значения. Ранние стрессы имеют более негативные последствия, чем относительно поздние (Кошкин, Гусейнов, 2020).

Таблица 13

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на урожайность озимой пшеницы (средние данные за 2014- 2017 гг.), ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га	± к контролю			
		I		II	
		ц/га	%	ц/га	%
Контроль 1. Без обработки - $N_0P_0K_0$	56,3	-	-	-	-
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *Фон*	60,3	4,0	7,1	-	-
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	63,6	7,3	13,0	3,3	5,5
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	64,2	7,9	14,0	4,0	6,6
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	65,1	8,8	15,6	4,8	8,0
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	64,7	8,0	14,2	4,0	7,1
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	66,9	10,6	18,8	6,6	11,7
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	65,7	9,4	16,7	5,4	9,0
Фон + КА+ МЭ 1-я доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	65,8	9,5	16,9	5,5	9,1
Фон + КА+ МЭ 2-я доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	68,1	11,8	20,9	7,8	12,9
Фон + КА+ МЭ 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	67,6	11,3	20,1	7,3	12,1
Фон + КА 1-я доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	65,4	9,1	16,2	5,1	8,5
Фон + КА 2-я доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	66,7	10,4	18,5	6,4	10,6
Фон + КА 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	67,6	11,3	20,1	7,3	12,1
$НСР_{05}$ (I)	2,8				
$НСР_{05}$ (II)	3,0				

2017 год был по погодным условиям особенно удачным для посева, вегетации и уборки озимой пшеницы сорта Вершина. Урожайность озимой пшеницы была выше, чем в 2015 и 2016 гг. в контрольном варианте - $N_0P_0K_0$, без обработки -58,1 ц/га, в фоновом варианте - $N_{100}P_{100}K_{100,}$ без обработки - 62,6 ц/га. Наибольшая урожайность получена в варианте с предпосевной обработкой семян и двукратно некорневой подкормкой растений КА+МЭ 2-я доза (1,5 л/т+1,5 л/га) и составила 71,2 ц/га, что на 22,6 и 13,8 % выше, чем в контрольном и фоновом вариантах. В других опытных вариантах урожайность зерна также увеличилась на 13,4-19,9 и 5,3-11,4% по сравнению с контрольным и фоновым вариантами.

2015 год был самым неблагоприятным для возделывания озимой пшеницы. Неустойчивые погодные условия, с резкими колебаниями температур, а также влажности почвы и воздуха, без сомнения отрицательно сказались на урожайности озимой пшеницы.

Например, урожайность в контрольном варианте ($N_0P_0K_0$, без обработки) составила 55,0 ц/га, что на 5,7 % ниже, чем в 2017 году; а в фоновом варианте ($N_{100}P_{100}K_{100}$), без обработки - 58,1 ц/га, что на 7,8 % ниже 2017 года. В 2015 году вторая доза (1,5 л/т+1,5 л/га) с обработкой семян и двукратно растений Комплексом аминокислот с микроэлементов также показали максимальную урожайность - 65,5 ц/га. Однако, эти показатели были на 8,7% ниже, чем в 2017 году. Во всех остальных вариантах опыта показатели по применению Комплексов микроэлементов в виде неорганических солей, хелатов микроэлементов, Комплексов аминокислот были выше, чем на контроле и в фоновом варианте с внесением минеральных удобрений.

2016 год для выращивания озимой пшеницы сорта Вершины был умеренным. Сохранились тенденции 2015 и 2017 годов: в вариантах с обработкой изучаемых Комплексов, урожайность зерна увеличилась по отношению к контрольным вариантам (контроль, фон). Наибольшая урожайность отмечена в вариантах с обработкой Комплексом аминокислот с микроэлементами (КА+МЭ) во второй дозе (1,5 л/т семян +1,5 л/га), как и в 2015 и 2017 гг. и составила 67,6 ц/га. В

контрольном варианте, без внесения минеральный удобрений и обработки семян и растений, урожайность зерна составляла 55,9 ц/га, что ниже на 3,8%, чем в 2017 году, но выше на 1,7 %, чем в 2015 г. (рис.7).

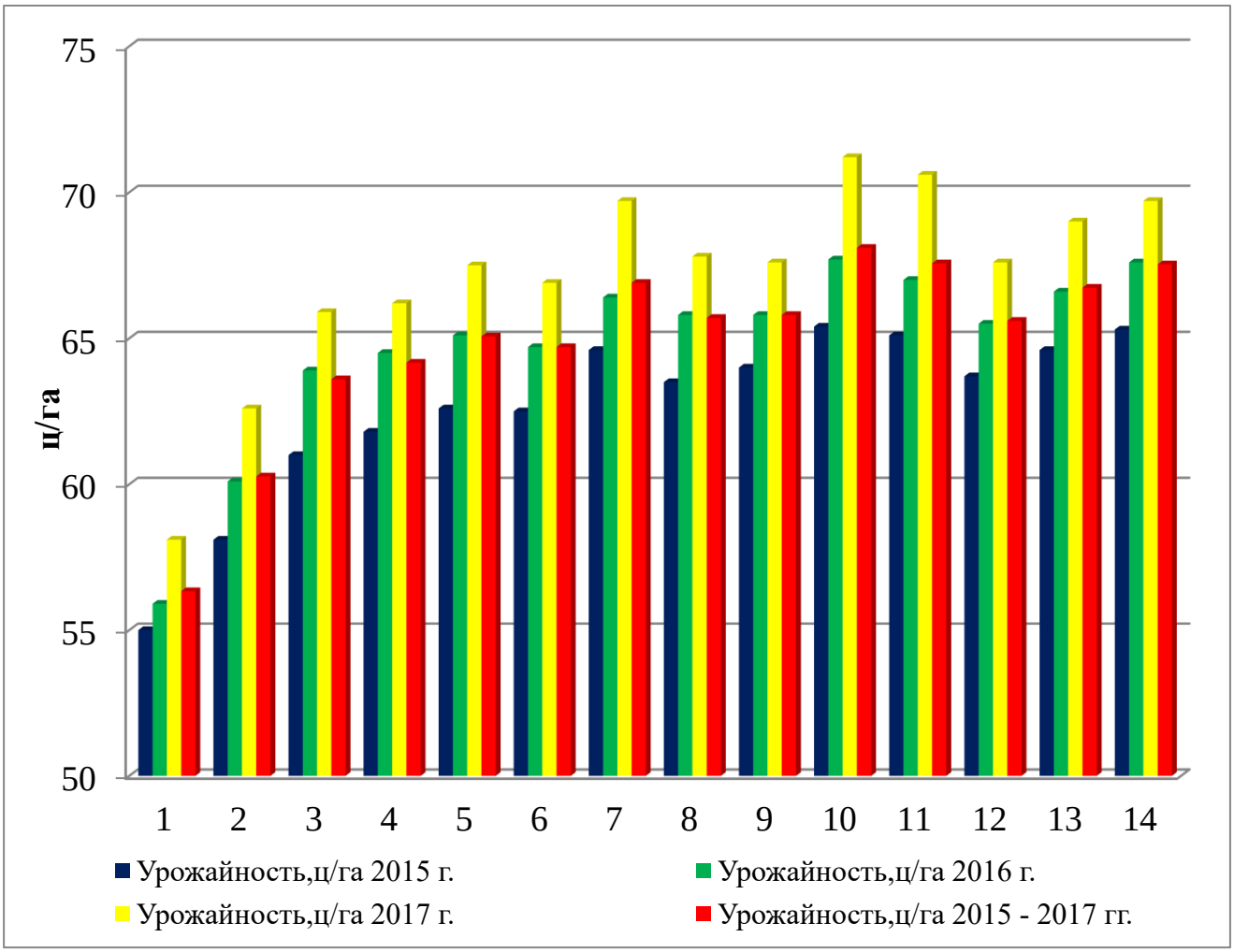

Рис. 7. Урожайность озимой пшеницы сорта Вершина (средние данные за 2014-2017 гг.), ц/га

Условные обозначения:

1. Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$; *2.Контроль 2.* $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон); 3.Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 1-я доза; 4. Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 2-я доза; 5. Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 3-я доза; 6. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 1-я доза; 7. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 2-я доза; 8. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 3-я доза; 9. Фон + Комплекс аминокислот с микроэлементами (0,5 л/т+0,5 л/га); 10. Фон + Комплекс аминокислот с микроэлементами (1,5 л/т+1,5 л/га); 11. Фон +Комплекс аминокислот с микроэлементами (3,0 л/т+3,0 л/га); 12. Фон + Комплекс аминокислот (1,0 л/т+1,0 л/га); 13. Фон + Комплекс аминокислот (2,0 л/т+2,0 л/га), 14. Фон + Комплекс аминокислот (3,0 л/т+3,0 л/га)*

Проведенные исследования показали, что внесение минеральных удобрений ($N_{100}P_{100}K_{100}$) и использование Комплексов, таких как: КМЭ$_{нс}$ - Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей, КМЭ$_{х}$ - Комплекс хелатов микроэлементов, КА+МЭ - Комплекс аминокислот с микроэлементами, КА - Комплекс аминокислот, положительно повлияло на получение более высоких урожаев по сравнению с контролем ($N_0P_0K_0$, без обработки) за счет усиления ростовых и формообразовательных процессов. Очевидно, что в опытных вариантах создались наиболее благоприятные условия для потребления питательных веществ благодаря улучшенному усвоению питательных веществ и использованию содержащихся макро- и микроэлементов и аминокислот. При внесении $N_{100}P_{100}K_{100}$ (без обработки) средняя урожайность за 3 года увеличилась на 7,1 %, при совместном применении минерального удобрения и испытанных Комплексов прибавка составила 13,0 – 20,9 % к контролю ($N_0P_0K_0$, без обработки) и 5,5-12,9% к фону ($N_{100}P_{100}K_{100}$, без обработки). Наибольшее увеличение по отношению к контрольному (20,9 %) и фоновому (12,9%) вариантам было при обработке семян озимой пшеницы перед посевом и двукратной обработке растений (1-я – в начале выхода в трубку, 2-я – в начале колошения) в Комплексе аминокислот и микроэлементов (норма расхода агрохимиката - 2 дозы или 1,5 л/т/га). Урожайность зерна озимой пшеницы в указанном варианте составила 68,1 ц/га, в контрольном варианте - 56,3 ц/га, в фоновом варианте – 60,3 ц/га.

Таблица 14

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на качество зерна озимой пшеницы (средние данные за 2014- 2017 гг.)

Вариант	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекловид-ность, %	Белок, %	Сырая клейковина	
					%	ИДК
Контроль 1. Без обработки - $N_0P_0K_0$	729,7	37,1	47,5	12,4	18,7	103
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *Фон*	743,8	38,1	49,5	13,0	21,7	85
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	754,9	38,6	52,8	13,5	22,5	81
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	758,7	39,8	53,9	13,8	23,4	74
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	761,6	39,5	54,5	14,3	23,9	72
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	762,8	38,7	55,3	14,1	23,2	73
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	767,8	39,6	59,3	14,6	25,0	71
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	765,7	39,3	57,4	14,4	24,8	72
Фон + КА+ МЭ 1-я доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	774,3	39,2	58,0	14,7	24,3	71
Фон + КА+ МЭ 2-я доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	786,4	41,1	61,9	15,1	26,9	68
Фон + КА+ МЭ 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	779,7	40,7	58,1	14,9	25,7	69
Фон + КА 1-я доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	764,8	39,2	57,2	14,3	23,5	73
Фон + КА 2-я доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	766,8	40,3	58,0	14,7	25,2	70
Фон + КА 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	772,2	40,9	59,8	14,2	25,7	69
$НСР_{05}$ (I)	31,2	1,8				
$НСР_{05}$ (II)	32,9	1,9				

Для всех видов зерна, а также для семян любой сельскохозяйственной культуры, есть группы, на которые зерно подразделяют по показателям качества. Показателями качества зерна озимой пшеницы являются: стекловидность, масса 1000 зерен, натура, а главное количество и качество белка и сырой клейковины.

Стекловидность зерна устанавливается зрительным восприятием внешнего вида зерна, обусловленным его консистенцией. Градация консистенции эндосперма для семян пшеницы: стекловидная, частично стекловидная и мучнистая. Семена считаются стекловидными, когда при просвечивании они выглядят прозрачными, а в разрезе зерно со стекловидным блеском. Мучнистые семена, при просвечивании имеют темный цвет, в разрезе зерно белое. Сумма полностью и частично стекловидных семян выражается общей стекловидностью (Олейников, 2012).

Выполненность и крупность зерна озимой пшеницы характеризуются натурой и массой 1000 семян.

Под натурой зерна понимается масса заданного объёма зерна. В Российской Федерации такой объем составляет 1 л зерна, выраженный в граммах.

Натура зерна косвенно характеризует выполненность зерна. Завершённость процессов синтеза веществ, которые входят в состав зерна характерна для выполненного зерна. Определение пищевой ценности зерна и важное технологическое значение имеет выполненность зерна. Чем выше выполненность зерна, тем больше его натура.

На всех этапах приема, хранения и переработки зерна большое значение имеют рассматриваемые показатели. Они в свою очередь подразделяются по натуре: более 785 г/л - высоконатурное, 745 - 785 г/л - средненатурное, менее 745 - низко натурное; по массе 1000 зерен: 30 г, 25-30 г, 22-25 г, менее 22 г, что соответствует высокой, вышесредней, средней и нижесредней массе 1000 зерен. На рисунке 8 четко просматривается воздействие испытуемых Комплексов на формирование зерна озимой пшеницы – их крупность (массу 1000 зерен).

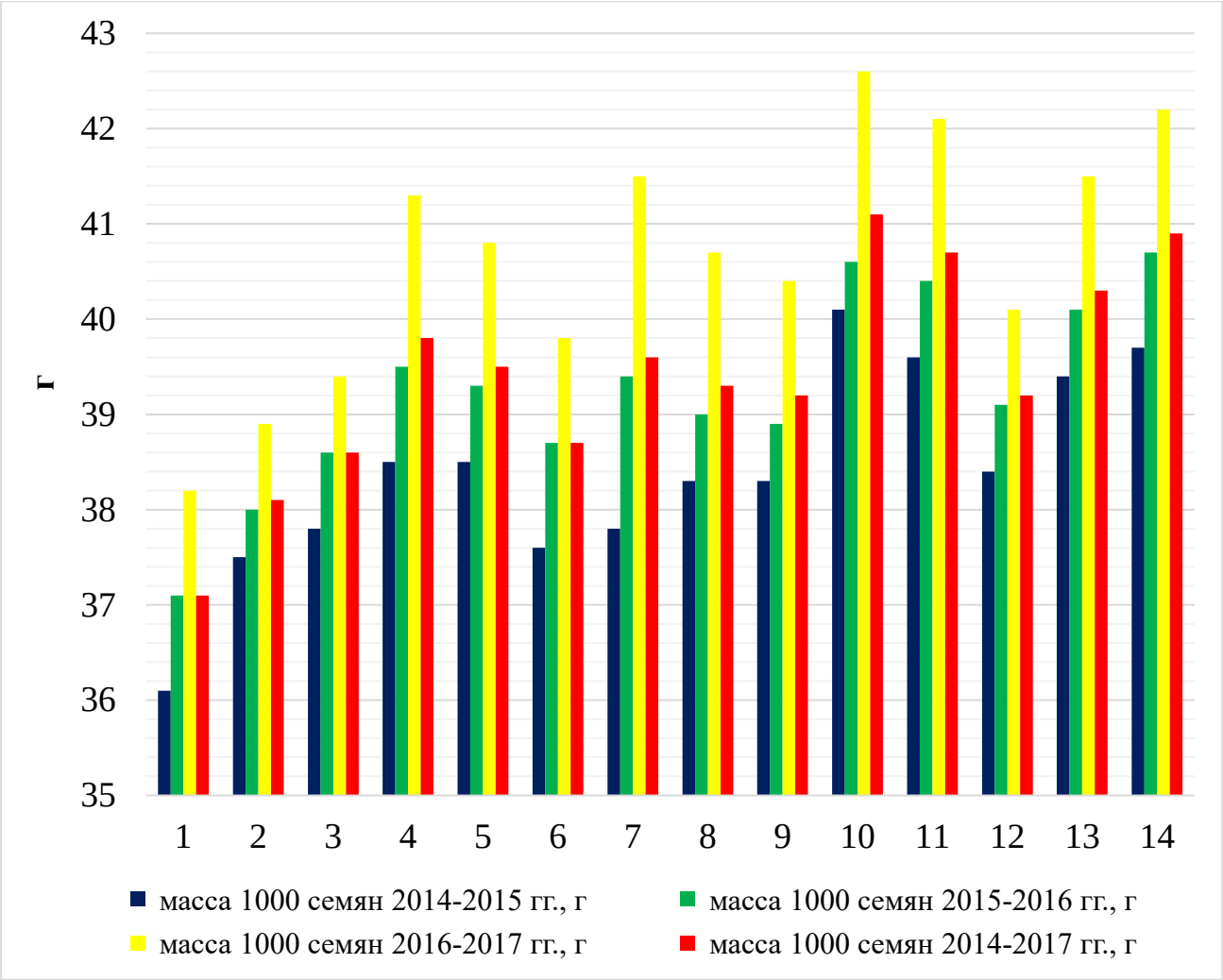

Рис. 8. Масса 1000 зерен озимой пшеницы сорта Вершина (средние данные за 2014-2017 гг.), г

Условные обозначения:

1. Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$; *2.Контроль 2.* $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон); 3.Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 1-я доза; 4. Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 2-я доза; 5. Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 3-я доза; 6. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 1-я доза; 7. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 2-я доза; 8. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 3-я доза; 9. Фон + Комплекс аминокислот с микроэлементами (0,5 л/т+0,5 л/га); 10. Фон + Комплекс аминокислот с микроэлементами (1,5 л/т+1,5 л/га); 11. Фон +Комплекс аминокислот с микроэлементами (3,0 л/т+3,0 л/га); 12. Фон + Комплекс аминокислот (1,0 л/т+1,0 л/га); 13. Фон + Комплекс аминокислот (2,0 л/т+2,0 л/га), 14. Фон + Комплекс аминокислот (3,0 л/т+3,0 л/га)*

Данные таблицы 14 показывают, что применение изучаемых Комплексов в технологии возделывания может приводить к повышению рассматриваемых выше

показателей, особенно в варианте с обработкой семян озимой пшеницы перед посевом и двукратной некорневой подкормкой растений (1-я – в начале выхода в трубку, 2-я - в начале колошения) Комплексом аминокислот с микроэлементами (норма расхода – 2-я доза или 1,5 л/т/га). В указанном варианте формировалось более крупное и выровненное зерно (натура – 786,4 г/л, на контроле, без обработки ($N_0P_0K_0$) 729,7 и ($N_{100}P_{100}K_{100}$) 743,8 г/л, масса 1000 зерен – 41,1 г, на контролях – 37,1 и 38,1 г соответственно); в контрольных вариантах сформировалось низконатурное зерно (729,7 и 743,8 г/л), с высокой массой 1000 семян (37,9 и 39,4 г). Почти во всех вариантах, где применяли изучаемые Комплексы, зерно было средненатурное (754,9 - 779,7 г/л), с высокой массой 1000 семян (38,6- 40,9 г). И только в варианте с применением во второй дозе КА+МЭ сформировалось высоконатурное зерно (786,4 г/л), с самой большой массой 1000 семян (41,1 г).

Применение Комплексов существенно повысило стекловидность зерна озимой пшеницы относительно контроля - 5,3-14,4%. Стекловидность зерна в варианте с внесением $N_{100}P_{100}K_{100}$ (фон) превысила контрольный вариант ($N_0P_0K_0$) на 2%. В вариантах с применением Комплексов стекловидность зерна возросла на 5,0-14,4% по отношению к контролю ($N_0P_0K_0$, без обработки) и на 3,0-12,4% по отношению к фону ($N_{100}P_{100}K_{100}$). Максимальное значение стекловидности (61,9%) зерна было отмечено в варианте с применением Комплекса аминокислот с микроэлементами (норма расхода 2-я доза или 1,5 л/т/га).

Ранее проведенными исследованиями показано, что между содержанием сырой клейковины и стекловидностью зерна имеется прямая зависимость. Разница в содержании клейковины между стекловидными фракциями зерна достигает 10% (Коданев, 1976, Созинов, Желема, 1983).

Содержание и свойства сырой клейковины являются главным условием для получения муки с высокими хлебопекарными свойствами Хорошие физические свойства клейковины, а также высокое ее содержание увеличивают пищевую ценность хлеба. От клейковины зависят газоудерживающая способность теста, а также пористость, объемный выход хлеба. Отличительная особенность качества сырой

клейковины: цвет, эластичность и вязкость. Факторы, влияющие на качество клейковины: почвенные и климатические условия, агротехника, сорт, ранние заморозки, прорастание зерна, перегрев при сушке, самосогревание и условия отмывания. При содержании белка 14-16% и сырой клейковины не менее 28-30% зерно обладает высокими физическими качествами и обычно дает хлеб с хорошей пористостью и высоким объемным выходом (Шеуджен, 2010).

Ранее было установлено, что на технологические показатели качества зерна (натура, масса 1000 семян, стекловидность) и содержание в нем белка и сырой клейковины влияют не только удобрения (основное внесение и подкормки), но и физиологически активные вещества и микроэлементы, аминокислоты и витамины, содержащиеся в семенах (Костин, Исанчев, 2001; Шаповал, 2004).

Хлебопекарные свойства пшеницы зависят от количества и качества сырой клейковины, от содержания в зерне клейковинообразующих белков - глиадина и глютенина (Пруцков, 1982; Созинов, 1983). Именно эти белки составляют основу клейковины.

Результаты исследований в таблице 14 и приложении (таблицы 13-15) показывают, что исследуемые Комплексы, их структура и дозы оказывают положительное влияние на аналитические показатели качества семян озимой пшеницы.

Содержание сырой клейковины и белка является одним из главнейших показателей качества зерна. Испытываемые Комплексы на основе аминокислот и микроэлементов повлияли на данные показатели.

За три года все исследуемые Комплексы в среднем увеличили содержание сырой клейковины по сравнению с необработанными вариантами. Во всех опытных вариантах значительная разница была получена при применении Комплекса во второй и третьей дозах.

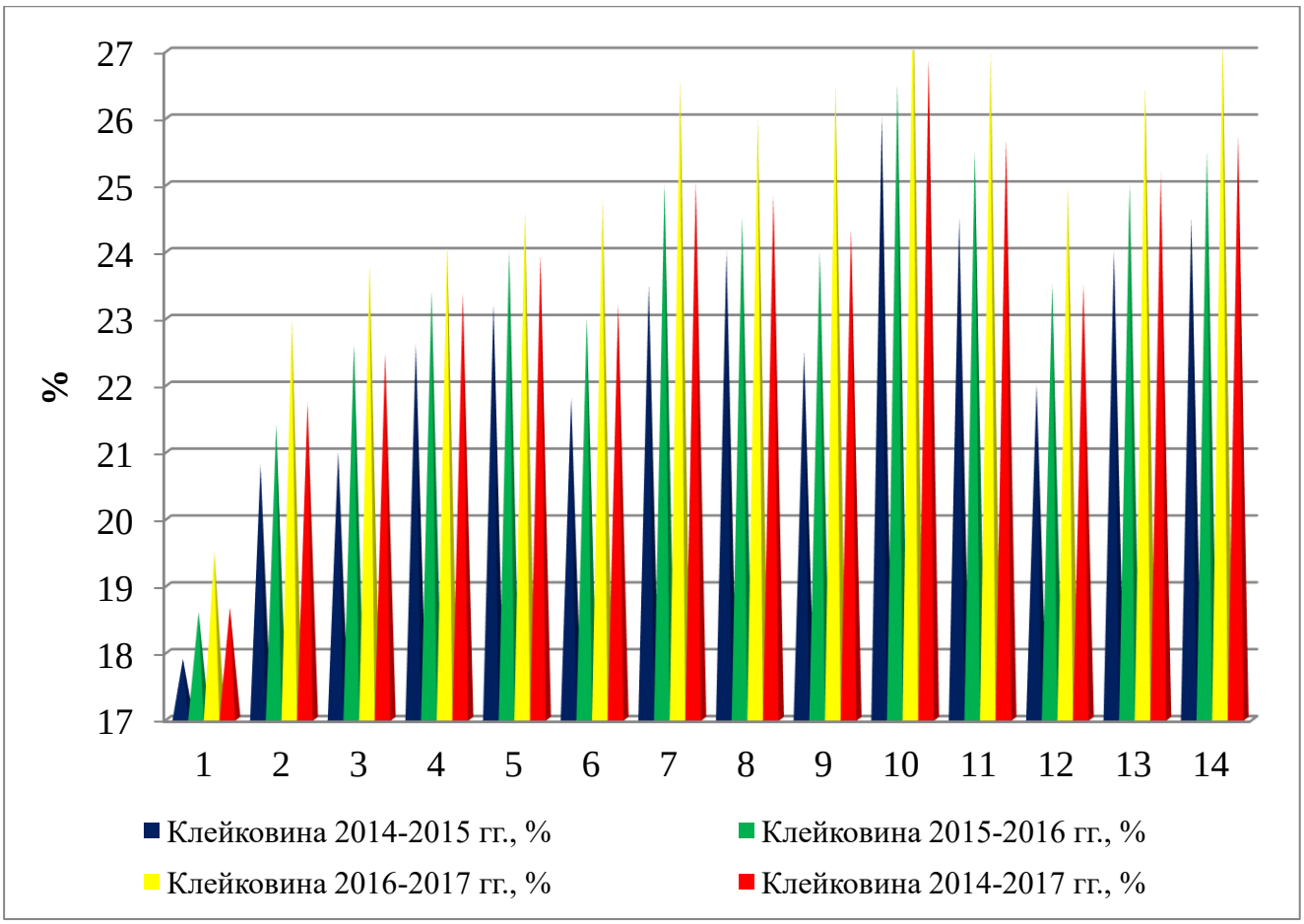

Рис. 9. Содержание клейковины озимой пшеницы сорта Вершина (средние данные за 2014-2017 гг.), %

Условные обозначения:

1. Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$; *2.Контроль 2.* $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон); 3.Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 1-я доза; 4. Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 2-я доза; 5. Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 3-я доза; 6. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 1-я доза; 7. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 2-я доза; 8. Фон + Комплекс хелатов микроэлементов 3-я доза; 9. Фон + Комплекс аминокислот с микроэлементами (0,5 л/т+0,5 л/га); 10. Фон + Комплекс аминокислот с микроэлементами (1,5 л/т+1,5 л/га); 11. Фон +Комплекс аминокислот с микроэлементами (3,0 л/т+3,0 л/га); 12. Фон + Комплекс аминокислот (1,0 л/т+1,0 л/га); 13. Фон + Комплекс аминокислот (2,0 л/т+2,0 л/га), 14. Фон + Комплекс аминокислот (3,0 л/т+3,0 л/га)*

Фон питания, а также формы и дозы изучаемых Комплексов обеспечивали существенное увеличение содержания сырой клейковины в зерне озимой пшеницы по сравнению с естественным фоном (без обработки). Минимальное содержание сырой клейковины в зерне в среднем за три года наблюдалось в контрольном варианте

($N_0P_0K_0$ - без обработки) – 18,7%. При применении фонового удобрения в дозе $N_{100}P_{100}K_{100}$ содержание сырой клейковины увеличилось на 3,0 % и соответствовало четвертому классу (по ГОСТу – 18-23%). Наибольшее содержание сырой клейковины (26,9%), ИДК – 68, что относится к третьему классу было получено в варианте с применением Комплекса аминокислот с микроэлементами (норма расхода – 2-я доза или 1,5 л/т/га), что четко видно на рисунке 9.

При этом следует отметить, что на содержание белка, а следовательно и клейковины большое влияние оказывают погодные условия. Так, жара, прежде всего, повреждает молекулу белка, поэтому в контрольных вариантах ($N_0P_0K_0$, $N_{100}P_{100}K_{100}$ без обработки) содержание сырой клейковины в зерне по годам в среднем за годы исследований было минимальным - в 2015 году - 20,8, 21,4 и 23,0% соответственно. В опытных вариантах, особенно при обработке семян и растений Комплексом аминокислот с микроэлементами как было отмечено ранее, содержание клейковины максимальное и составило по годам исследований в 2015 году – 26,0%, 2016 году- 26,5%, 2017 году – 28,1%.

Таким образом, в указанном варианте (Комплекс аминокислот с микроэлементами - обработка семян и растений, расход агрохимиката – 2-я доза 1,5 л/т/га) получена максимальная прибавка урожая - 20,9 % (к контролю 1) и 12,9% (к контролю 2 (фон), при урожайности 56,3 и 60,3 ц/га на контролях соответственно. Полученное зерно высокого качества, по сумме показателей относится к продовольственному зерну третьего класса (в контрольном варианте - продовольственная четвертого класса).

3.6. Влияние Комплексов на основе аминокислот и микроэлементов на вынос и баланс элементов минерального питания в технологии возделывания озимой пшеницы

Величина урожая культур во многом определяется обеспеченностью элементами питания и прежде всего азотом, фосфором и калием.

Потребление (вынос) элементов питания находилось в прямой зависимости от урожайности озимой пшеницы сорта Вершина и в некоторой степени от их содержания в растениях (табл.15).

Таблица 15

Вынос элементов минерального питания растениями озимой пшеницы с урожаем (средние данные за 2014-2017 гг., полевой опыт)

Вариант	Урожай-ность, т/га	Вынос с урожаем, кг/га		
		N	P	K
Контроль 1. Без обработки - $N_0P_0K_0$	5,6	182,4	67,6	144,1
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *Фон*	6,0	195,4	72,4	154,4
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	6,4	206,1	76,3	162,8
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	6,4	208,0	77,0	164,4
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	6,5	210,9	78,1	166,7
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	6,5	209,6	77,6	165,6
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	6,7	216,8	80,3	171,3
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	6,6	212,9	78,8	168,2
Фон + КА+ МЭ 1-я доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	6,6	213,2	79,0	168,4
Фон + КА+ МЭ 2-я доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	6,8	220,6	81,7	174,3
Фон + КА+ МЭ 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	6,8	219,0	81,1	173,1
Фон + КА 1-я доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	6,6	212,5	78,7	167,9
Фон + КА 2-я доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	6,7	216,1	80,0	170,8
Фон + КА 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	6,8	218,7	81,0	172,8

Анализ данных таблицы 15 показывает регулярное увеличение содержания питательных веществ в растениях на фоне подкормки $N_{100}P_{100}K_{100}$ в зависимости от применения различных доз Комплексов. За три года на контроле наблюдался самый низкий средний вынос N, P и K - 182,4, 67,6 и 144,1 кг/га соответственно.

Наибольший вынос азота 220,6 кг/га наблюдался во второй дозе (1,5 л/т + 1,5 л/га) варианта Комплекса аминокислот с микроэлементами. Наибольший вынос фосфора и калия отмечены в этом же варианте, с увеличением на 14,2 и 30,2 кг/га

по сравнению с контролем и на 9,4 и 20,0 кг/га по сравнению с фоновым вариантом. Увеличение выноса питательных веществ наблюдалось и в других вариантах эксперимента (Комплексы микроэлементов в виде неорганических солей, хелатные Комплексы микроэлементов, Комплексы аминокислот): N - с 206,1 до 218,7 кг/га, P - с 76,3 до 81,0 и K - с 162,8 до 172,8 кг/га.

Подводя итог, можно сделать вывод, что применение изучаемых Комплексов в контексте минерального питания увеличивает вынос питательных веществ озимой пшеницей в опытных вариантах, так как повышается урожайность.

Баланс питательных веществ — это количественное выражение содержания питательных веществ в почве конкретной площади с учетом всех статей их поступления и расхода в течение определенного промежутка времени.

Восполнить дефицит питательных элементов в почве можно с помощью применения удобрений. Однако, повышение потребления населением продуктов питания в конце XX века привело к значительному увеличению затрат невосполнимой энергии и загрязнению окружающей среды токсичными веществами, теряя одновременно до 50-90% применяемых удобрений, пестицидов, поливной воды (Салихов, 2010). В связи с этим первостепенная задача сельскохозяйственной науки – исследовать экологически обоснованные методы для восполнения запасов питательных элементов почвы (Баздырев, Лошаков и др., 2000, Кирюшин, Иванов, 2005).

Баланс важнейших питательных веществ (N, P, K) является главным условием экологической безопасности систем удобрения и их влияния на плодородие почвы. Актуальной проблемой сельского хозяйства является не только получение высоких урожаев высокого качества, но и сохранение и, по возможности, повышение плодородия почвы. Для рационального ведения сельскохозяйственного производства необходимо определить баланс питательных веществ.

Для того чтобы оценить уровень обеспеченности почвы питательными веществами с экологической точки зрения, нужно определить баланс питательных веществ, который считается прогностическим и экологическим показателем плодородия почвы (таб. 16) (Ягодин, Жуков, 2003).

Таблица16

Баланс элементов минерального питания озимой пшеницы (средние данные за 2014-2017 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Внесено с минеральными удобрениями, кг/га			Вынос основной и побочной продукции, кг/га			Баланс,+-			Возмещение выноса, %		
		N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Контроль 1. Без обработки - $N_0P_0K_0$	5,63	0	0	0	182,4	67,6	144,1	-182,4	-67,6	-144,1	0	0	0
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *Фон*	6,03	100	100	100	195,4	72,4	154,4	-95,4	27,6	-54,4	51	138	65
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	6,36	100	100	100	206,1	76,3	162,8	-106,1	23,7	-62,8	49	131	61
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	6,42	100	100	100	208,0	77,0	164,4	-108,0	23,0	-64,4	48	130	61
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	6,51	100	100	100	210,9	78,1	166,7	-110,9	21,9	-66,7	47	128	60
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	6,47	100	100	100	209,6	77,6	165,6	-109,6	22,4	-65,6	48	129	60
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	6,69	100	100	100	216,8	80,3	171,3	-116,8	19,7	-71,3	46	125	58
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	6,57	100	100	100	212,9	78,8	168,2	-112,9	21,2	-68,2	47	127	59
Фон + КА+ МЭ 1-я доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	6,58	100	100	100	213,2	79,0	168,4	-113,2	21,0	-68,4	47	127	59
Фон + КА+ МЭ 2-я доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	6,81	100	100	100	220,6	81,7	174,3	-120,6	18,3	-74,3	45	122	57
Фон + КА+ МЭ 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	6,76	100	100	100	219,0	81,1	173,1	-119,0	18,9	-73,1	46	123	58
Фон + КА 1-я доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	6,56	100	100	100	212,5	78,7	167,9	-112,5	21,3	-67,9	47	127	60
Фон + КА 2-я доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	6,67	100	100	100	216,1	80,0	170,8	-116,1	20,0	-70,8	46	125	59
Фон + КА 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	6,75	100	100	100	218,7	81,0	172,8	-118,7	19,0	-72,8	46	123	58

Анализ данных таблицы 16 показывает отрицательный баланс азота для всех вариантов при урожайности 5,63-6,81 т/га, при среднем за 3 года 95,4-120,6 кг/га. В контрольном варианте дефицит азота составил 182,4,5 и 95,4 кг/га. При второй дозе (1,5 л/т + 1,5 л/га) с использованием Комплекса аминокислот с микроэлементами, в варианте с наибольшей продуктивностью растений был получен наибольший отрицательный баланс азота – 120,6 кг/га. В других вариантах опыта также наблюдается тенденция к увеличению отрицательного баланса азота, причем связана оно с повышением урожайности озимой пшеницы.

Таким образом, хотя данные, полученные в ходе полевых испытаний, показали отрицательный баланс азота во всех протестированных вариантах, он не превышал 30% от потребленного количества.

Баланс фосфора был отрицательным в контрольном варианте, без внесения фоновых удобрений $N_0P_0K_0$, который составляет – 67,6 кг/га. Применение минеральных и опытных Комплексов обеспечивало бездефицитность содержания этого элемента в почве(18,3-27,6 кг/га) Повышение урожайность озимой пшеницы не превышало его вынос из почвы.

Аналогичная ситуация с калием, как и с азотом во всех опытных вариантах: на протяжении трех лет складывается отрицательный баланс, максимальный он в контрольном варианте, без применения фонового удобрения и составляет -144,1 кг/га. В опытных вариантах мы наблюдаем отрицательный баланс, но относительно контроля он не превышает -75 кг/га.

В настоящее время дефицит калия можно считать экономически и экологически оправданным для почв Черноземья, особая структура которых позволяет растениям потреблять калий не только из удобрений, но и из труднодоступных форм в почве в течение всего вегетационного периода. Однако этот дефицит допустим в определенных пределах (Прокошев, Дерюгин, 2000).

Из вышеизложенного следует, что расчет минеральных удобрений необходимо корректировать при применении Комплексов для устранения дефицита баланса.

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ АМИНОКИСЛОТ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Повышение эффективности и производства озимой пшеницы - одна из важнейших проблем, успешное решение которой является условием надежного снабжения населения страны главным продуктом питания. Проведенные нами исследования показали, что применение в технологии возделывания озимой пшеницы новых Комплексов (Комплексов микроэлементов в виде неорганических солей, хелатов микроэлементов, аминокислот с микроэлементами, аминокислот) при обработке ими семян перед посевом и двукратно растений (1-я - в начале выхода в трубку, 2-я - в начале колошения), активировав ростовые и продукционные процессы, повысили урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Выбор наиболее эффективного Комплекса для решения указанной проблемы из серии исследуемых покажет экономическая оценка.

Для оценки экономической эффективности используются как натуральные, так и стоимостные показатели, отражающие влияние различных факторов на процесс производства (Добрынин, 1990).

Наиболее важными показателями экономической эффективности сельскохозяйственного производства являются:

- урожайность с 1 га, ц;
- себестоимость 1 ц продукции, руб;
- чистый доход с 1 га, в том числе дополнительный, руб;
- уровень рентабельности, %.

Урожайность - это полученный объем продукции (в ц) с единицы площади. Прибавка урожая от мероприятия рассчитывается как разница между урожаем в эксперименте и на контроле по формуле:

Пу= Уэ-Ук,

где Пу - прибавка урожая, ц/га;

Уэ - урожай в эксперименте, ц/га;

Ук - урожай на контроле, ц/га.

Стоимость валовой продукции рассчитывается, как произведение валового сбора на закупочную цену и определяется по формуле:

СВП=У× Цз,

где СВП - стоимость валовой продукции, тыс. руб;

У - валовый сбор (урожайность), ц/га;

Цз - закупочная цена, руб.

Закупочная цена за 1 ц зерна озимой пшеницы с учетом качества зерна в ценах 2017 г. - 4-го класса - 1000 руб, 3-го класса - 1150 руб.

Производственные затраты рассчитываются по фактическим данным или нормативам в расчете на 1 га. Нормативные производственные затраты определяются по данным типовых технологических карт на возделывании и уборку сельскохозяйственных культур для данной зоны.

Себестоимость сельскохозяйственной продукции - денежное выражение материальных затрат на оплату труда за единицу производственной продукции. Она представляет собой один из важнейших экономических показателей деятельности сельскохозяйственных предприятий, так как в ней проявляются качественные стороны их работы. Себестоимость рассчитывается по формуле:

Сс=Пз/У,

где Сс - себестоимость продукции, руб;

Пз - производственные затраты, тыс. руб;

У - валовая продукция (урожайность), ц/га.

Чистый доход является основным источником дальнейшего расширения производства и роста общественных фондов потребления. Его величина показывает насколько доходно (рентабельно) производство. Чистый доход (денежное выражение стоимости прибавочной продукции) представляет разность между стоимостью валового продукта и издержками

производства на его величину, устанавливают путем его вычисления из валового дохода производственных затрат по формуле:

ЧД=СВП-Пз,

где ЧД - чистый доход, тыс. руб;

СВП - стоимость валовой продукции, тыс. руб;

Пз - производственные затраты, тыс. руб.

Рентабельность (прибыль) - представляет собой такое хозяйственное значение, при котором денежные средства, поступившие от реализации продукции, покрывают затраты, связанные с её производством, реализацией, но и получением прибыли. Она характеризуется нормой рентабельности, нормой накопления и так далее. Определяется по формуле:

Нр=(ЧД/Пз)×100,

где Нр - норма рентабельности, %;

ЧД - чистый доход, тыс. руб;

Пз - производственные затраты, тыс. руб;

100 - коэффициент перевода в проценты.

Отбор из серии исследуемых Комплексов удобрений на основе аминокислот наиболее эффективных для включения в технологию возделывания озимой пшеницы с целью повышения урожайности и качества зерна проведен благодаря изучению механизма действия их на ростовые и продукционные процессы, фотосинтез, урожайность и качество зерна (раздел 3). Причём, для получения достоверных данных по влиянию исследуемых агрохимикатов на вышеперечисленные процессы введение в схему опыта варианта без удобрений и без обработки семян и растений (вариант – Контроль.$N_0P_0K_0$, без обработки) было необходимым. Что касается отбора наиболее эффективного Комплекса для внедрения разработанного приёма производства необходимо иметь единую технологию на опытном участке.

Следует отметить, что для расчёта себестоимости использованы нормативные производственные затраты по данным технологических карт на возделывание и

уборку озимой пшеницы учхоза «Кубань» (в варианте $N_{100}P_{100}K_{100}$, Фон). В опытных вариантах производственные затраты возросли на стоимость агрохимикатов, израсходованных на обработку семян озимой пшеницы перед посевом и двукратно вегетирующих растений (1-я - в начале выхода в трубку, 2-я - в начале колошения), согласно схеме опыта.

Данные расчета и оценки экономической эффективности применения Комплексов удобрений на основе аминокислот в технологии возделывания озимой пшеницы и выбор оптимального Комплекса, применение которого обуславливает получение максимального урожая зерна озимой пшеницы высокого качества.

Таблица 17

Экономическая эффективность применения в технологии возделывания озимой пшеницы Комплексов удобрений на основе аминокислот

Вариант	Урожай-ность, ц/га	Стоимость валовой продукции, руб/га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость продукции, руб/ц	Чистый доход, руб/га	Рентабельность, %
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *Фон*	60,3	60300	29600	490,88	30700	103,7
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	63,6	73140	30407	478,10	42733	140,5
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	64,2	73830	30442	474,17	43388	142,5
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	65,1	74865	30494	468,42	44371	145,5
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	64,7	74405	30457	470,74	43948	144,3
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	66,9	76935	30591	457,26	46344	151,5
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	65,7	75555	30792	468,68	44763	145,4
Фон + КА+ МЭ 1-я доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	65,8	75670	30190	458,81	45480	150,6
Фон + КА+ МЭ 2-я доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	68,1	78315	30970	454,77	47345	152,9
Фон + КА+ МЭ 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	67,6	77740	32140	475,44	45600	141,9
Фон + КА 1-я доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	65,4	75210	30400	464,83	44810	147,4
Фон + КА 2-я доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	66,7	76705	31000	464,77	45705	147,4
Фон + КА 3-я доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	67,6	77740	31600	467,46	46140	146,0

Расчет экономической эффективности применения исследуемых Комплексов в технологии производства зерна озимой пшеницы (табл.17) показал, что наиболее высокие чистый доход и норма рентабельности отмечены в варианте с применением Комплекса хелатов микроэлементов (норма расхода агрохимиката – 2-я доза) и Комплекса аминокислот с микроэлементами (норма расхода агрохимиката – 2-я доза (1,5 л/т/га). В указанных вариантах значения рассматриваемых показателей составляли соответственно 46 344 руб/га и 151,5%, 47 345 руб с 1 га и 152, 9% (в контроле 30 700 руб/га и 103,7 %).

Несомненный интерес представляет тот факт, что несмотря на более высокую урожайность 67,6 ц/га в вариантах с применением Комплекса аминокислот и микроэлементов и Комплекса аминокислот в высоких дозах (3,0 л/т/га), абсолютные значения показателей экономической эффективности значительно уступают таковым в варианте с применением Комплекса хелатов микроэлементов (урожайность 66,9 ц/га) и составляет, соответственно, чистый доход 45 600 руб/га и норма рентабельности 141,9 %; 46 140 руб с 1 га и 146,0 %. Отмеченное обусловлено повышением производственных затрат за счет стоимости агрохимикатов. Наиболее дорогие из исследуемых – это Комплекс аминокислот и смесей, в который входят аминокислоты.

Для любого производства внедрение того или иного способа (метода) технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в первую очередь, определяется величиной урожайности и качеством получаемой продукции. Исходя из этого, наиболее целесообразно из серии исследуемых Комплексов применять Комплекс аминокислот с микроэлементами в дозе 1,5 л/т/га (предпосевная обработка семян и двукратно растений: 1-я - в начале выхода в трубку, 2-я - в начале колошения, в котором получена максимальная урожайность – 68,1 ц/га, на контроле 60,3 ц/га, $НСР_{05}$=3,0 ц/га) высококачественного зерна (максимальное содержание клейковины – 26,9%, на контроле 21,7 %). Кроме того, в указанном варианте возросли чистый доход (47 345 руб/га, в фоновом варианте 30 700 руб/га) и норма рентабельности (152,9 и 103,7% соответственно).

ВЫВОДЫ

1. Новые Комплексы удобрений (Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей, Комплекс хелатов микроэлементов, Комплекс аминокислот с микроэлементами, Комплекс аминокислот) обладают высокой активностью. Причём степень воздействия на ростовые процессы, урожайность и качество зерна озимой пшеницы в значительной степени зависит от вида Комплекса и нормы его расхода при обработке семян и растений.

2. Предпосевная обработка семян озимой пшеницы Комплексом аминокислот с микроэлементами, особенно при применении в дозе 1,5 л/т (расход рабочего раствора - 10 л/т) существенно улучшает посевные качества. Повышаются энергия прорастания (85%, на контроле - 67%), всхожесть семян 89%, на контроле – 71%, интенсивность прорастания (длина корешка и ростка 11,5 и 7,7 см, на контроле 9,3 и 6,0 см; сырая масса корешков и ростков 2,39 и 3,22 г, на контроле 1,74 и 2,68 г, сухая масса – 0,45 и 0,51, на контроле – 0,32 и 0,39 г/ 100 проростков соответственно).

3. Применение в технологии возделывания озимой пшеницы исследуемых Комплексов (на семенах и растениях) активирует рост растения в высоту (78,4-88,1см, на контроле $N_0P_0K_0$, без обработки - 71,2 см, в фоновом варианте $N_{100}P_{100}K_{100}$ - 77,7 см). Наиболее высокорослые растения (88,1 см) формировались в варианте с обработкой семян перед посевом и последующей двукратной обработки растений (1-я - в начале выхода трубку, 2-я - в начале колошения) Комплексом аминокислот и микроэлементов во 2-й дозе - 1,5 л/т/га (расход рабочего раствора на семенах – 10 л/т, на растениях - 300 л/га).

4. Обработка семян и вегетирующих растений озимой пшеницы исследуемыми Комплексами активизирует процесс нарастания листового аппарата. Во всех опытных вариантах, в сравнении с контрольным и фоновым вариантами, формировалось больше листьев (5,2 – 5,8, в вариантах без обработки семян и растений в контрольном и фоновом - 4,3 и 4,9 шт./растение соответственно), существенно превосходящих контрольные варианты по величине листовой поверхности (83,2-94,8 см^2, на контроле $N_0P_0K_0$ (I) - 67,2 см^2, $N_{100}P_{100}K_{100}$ (II) - 78,8 см^2, $НСР_{0,5}$ (I) = 3,8 см^2, $НСР_{0,5}$ (II) = 4,1 см^2).

5. Увеличение высоты растений, числа и площади листьев под действием исследуемых Комплексов обусловило нарастания биомассы, сырой и сухой массы надземных органов, особенно в варианте с обработкой семян перед посевом и двукратно растений (1-я - в начале выхода трубку, 2-я - в начале колошения) Комплексом аминокислот и микроэлементов во 2-й дозе - 1,5 л/т/га (биомасса – 23,39 г, на контроле - 17,15 г, в фоном варианте – 19,89 г/растение; сухая масса - 6,21, 4,60 и 5,25 г/растение соответственно).

6. Исследуемые Комплексы усиливают фотосинтетическую деятельность растений озимой пшеницы, что проявляется не только в увеличении площади листьев за счет продления срока жизни листьев и их работоспособности, но и содержания в них пигментов (содержание хлорофилла a + b - 5,49-5,82 мг/г сырого вещества, на контроле I - 4,58, в контроле II (фон) - 4,87 мг/г сырого вещества; каротиноидов - 2,20-2,42, 1,89 и 1,98 мг/г сыр. в-ва соответственно). Некоторое снижение продуктивности работы листьев в опытных вариантах в сравнении с контрольными (6,20 - 6,53 г/дм^2, на контроле – 6,83, в фоновом варианте - 6,69 г/дм^2) связано с тем, что в опытных вариантах старение листьев, их физиологическая зрелость под действием исследованных Комплексов наступают позже.

7. При обработке семян и растений исследуемыми Комплексами, входящие в них элементы (микроэлементы в виде неорганических солей, в хелатной форме, аминокислоты), выживаемость растений к уборке и густота стояния - один из главных компонентов урожая озимой пшеницы (густота стояния растений – 408,1-430,6 шт./м^2, на контроле – 391,8, в фоновом варианте – 397,5 шт./м^2, продуктивный стеблестой – 530,5 – 774,9, 470,2 и 477,0 шт./м^2 соответственно).

8. Сохранение в период колошения, налива и созревания большего числа фотосинтезирующих листьев под действием исследуемых Комплексов позволило накопить большее количество ассимилятов и рационально перераспределить их в формирующиеся зерновки. В результате существенно возросли число зерен на растении (36,4 – 45,2 шт., на контроле $N_0P_0K_0$ -33,6 шт., $НСР_{0,5}$ (I) = 1,8 шт. и в контроле (II) $N_{100}P_{100}K_{100,}$ фон –34,9 шт., $НСР_{0,5}$ (II) = 2,0 шт.), а также их масса (1,36-1,82, 1,21 и 0,08, 1,30 и 0,09 г соответственно). Максимальная зерновая

продуктивность отмечена в варианте с применением Комплекса аминокислот и микроэлементов во 2-й дозе 1,5 л/т/га (расход рабочих растворов - 10 л/т, 300 л/га).

9. Применение в технологии возделывания озимой пшеницы исследуемых Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов, при обработке ими семян перед посевом и последующей двукратной обработке растений (1-я - в начале выхода трубку, 2-я - в начале колошения) не только усиливает ростовые продукционные процессы, но и, как следствие, существенно повышает урожайность зерна озимой пшеницы (63,6 – 68,1 ц/га, на контроле, $N_0P_0K_0$ - 56,3 ц/га, $НСР_{0,5}$= 2,8 ц/га, в фоновом варианте $N_{100}P_{100}K_{100}$ - 60,3 ц/га, $НСР_{0,5}$=3,0 ц/га). Максимальная прибавка урожая (20,9 - к контролю $N_0P_0K_0$ и 12,9% к контролю $N_{100}P_{100}K_{100}$, без обработки) получена в варианте с применением в технологии возделывания озимой пшеницы Комплекса аминокислот с микроэлементами во 2-й дозе - 1,5 л/т/га.

10. Под действием исследуемых Комплексов улучшаются технологические свойства зерна, значительно влияющие на питательную ценность хлебных изделий и хлебопекарные качества муки (натура, масса 1000 зерен, стекловидность, содержание белка и сырой клейковины). Зерно наилучшего качества было получено в варианте с применением на семенах и растениях Комплекса аминокислот с микроэлементами в дозе 1,5 л/т/га (натура - 786,4 г/л, на контроле - 729,7, в фоновом варианте 743,8 г/л; масса 1000 зерен – 41,4 г, 37,1 и 38,1 г; стекловидность - 61,9%, 47,5 и 49,5%; содержание сырой клейковины - 26,9%, 18,7 и 21,7%, содержание белка - 15,1%, 12,4 и 13,0% соответственно).

11. Эффективность применения в технологии возделывания озимой пшеницы Комплекса аминокислот с микроэлементами (КА+МЭ - обработка семян - 2-я доза - 1,5 л/т, расход рабочего раствора - 10 л/т семян; обработка растений в начале выхода в трубку и в начале колошения - расход агрохимиката 1,5 л/га, расход рабочего раствора - 300 л/га) научно обоснована и подтверждена результатами расчета экономической эффективности (себестоимость 454,77 руб/ц, на контроле - 490,88 и в фоновом варианте 478,10 руб/ц, чистый доход – 47 345 руб/га, 30 700 и 42 733 руб/га; норма рентабельности - 152,9%, 103,7 и 140,5% соответственно).

РЕКОМЕНДАЦИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ

Для активации ростовых и формообразовательных процессов растений озимой пшеницы, повышения урожайности и качества зерна, а также высокой экономической эффективности рекомендуется включение в технологию возделывания озимой пшеницы Комплекса аминокислот с микроэлементами для предпосевной обработки семян и некорневой подкормки растений:

- обработку семян Комплексом аминокислот с микроэлементами (не менее: органическое вещество – 40%, аминокислоты –10,0%, в т.ч. свободные аминокислоты – 8,0%, цинк водорастворимый (Zn) – 0,75%, марганец водорастворимый (Mn) – 0,5%, бор водорастворимый (B) – 0,1%, медь водорастворимая (Cu) – 0,1%, молибден водорастворимый (Mo) – 0,02%), проводят совместно с протравливанием в протравителе типа СП – 10. Норма расхода – (2-я доза) - 1,5 л/т семян, норма расхода рабочего раствора - 10 л/т семян;

- обработку растений Комплексом аминокислот с микроэлементами (не менее: органическое вещество – 40%, аминокислоты – 10,0%, в т.ч. свободные аминокислоты – 8,0%, цинк водорастворимый (Zn) – 0,75%, марганец водорастворимый (Mn) – 0,5%, бор водорастворимый (B) – 0,1%, медь водорастворимая (Cu) – 0,1%, молибден водорастворимый (Mo) – 0,02%), проводят двукратно: 1-я - в начале выхода трубку, 2-я - в начале колошения, совместно с химической обработкой растений средствами защиты растений от сорных растений, болезней и вредителей. Норма расхода – (2-я доза) - 1,5 л/га, норма расхода рабочего раствора - 300 л/га. Обработку растений проводят наземно - опрыскивателем типа (марки) ДВП-2000;

- корректировать дозы минеральных удобрений для получения положительного баланса элементов минерального питания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдонин, Н.С. Агрохимия : [Учебник для вузов по спец. "Почвоведение и агрохимия"] / Н. С. Авдонин. - М. : Изд-во МГУ, 1982. - 344 с.

2. Оптимизация питания и удобрение культур полевого севооборота на карбонатном черноземе / Е. В. Агафонов. - М. : Изд-во МСХА, 1992. - 159,[1] с. : ил.

3. Агеев В. В., Системы удобрения в севооборотах Юга России : Учеб. пособие для студентов вузов агрон. специальностей / В. В. Агеев, А. И. Подколзин. - 2. изд., перераб. и доп.). - Ставрополь, 2001. – 349 с.

4. Агрохимия: учебно-методическое пособие для подготовки аспирантов по направлению 35.06.01 «Сельское хозяйство», профиль «Агрохимия» /сост.: А.Х. Шеуджен, В.В. Дроздова . – Краснодар: КубГАУ, 2014 –102 с.

5. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края [Текст] / Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Сев.-Кавк. упр. гидрометеорол. службы. Ростов. гидрометеорол. обсерватория. - Ленинград : Гидрометеоиздат, 1975. - 276 с.

6. Бюллетень с агромереорологическими данными по г. Краснодар, 2014 г.

7. Бюллетень с агромереорологическими данными по г. Краснодар, 2015 г.

8. Бюллетень с агромереорологическими данными по г. Краснодар, 2016г.

9. Бюллетень с агромереорологическими данными по г. Краснодар, 2017 г.

10. Алтухов, А. И. Зерновой рынок России / А. И. Алтухов. - М.: Изд-во ИП Насирд-динова В. В., 2012. - 698 с.

11. Анспок П.И. Микроудобрения. Л.: Колос, 1978. 271 с.

12. Аристархов, А.Н. Оптимизация питания растений и применение удобрений в агроэкосистемах / А.Н. Аристархов. - М.: МГУ, ЦИНАО, 2000 - 524 с.

13. Баздырев Г.И. Фитосанитарное состояние почвы / Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков, А.И. Пупонин, А.Я. Рассадин, А.Ф. Сафонов, А.М. Туликов // Земледелие. - 2000. - С. 71-73 (с. 71).

14. Баннов И.Г. Формирование урожая и качества зерна озимой пшеницы в зависимости от доз и сроков внесения минеральных удобрений // Аграрная наука. – 2007. – №2. – С.17-18.

15. Барчукова А.Я., Тосунов Я.К., Чернышева Н.В., Фаттахов С.Г., Резник В.С., Коновалов А.И., Шаповал О.А. Эффективность применения регуляторов роста в технологии возделывания озимой пшеницы//Труды Кубанского ГАУ. – 2009. - №19. -с. 16-23.

16. Барчукова А. Я., Кайгокодова Е. А., Костенко Е. С., Чернышёва Н. В., Тосунов Я. К., Васецкая Е. П. Влияние обработки семян кукурузы препаратами ряда тетрагидропиродо [3,2:4,5] тиено[3,2-Д-]- пиримидина на посевные качества // Труды Кубанского ГАУ, 2016, № 58, с. 74-78.

17. Барчукова А. Я, Чернышова Н.В., Тосунов Я. К., Синяшин К.О. Влияние обработки семян сои препаратом мелафен, обогащенным микроэлементами, на их посевные качества/ Энтузиасты аграрной науки: материалы международной конференции. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2018.-с. 94-98.

18. Бах А. Н. Количественные измерения ферментов в зреющих, покоящихся и прорастающих зернах пшеницы/ А. Н. Бах, Опарин А. И, Венер Р. А. / Собрание трудов по химии и биохимии [Текст]. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1950. – 648 с.

19. Безуглова О.С. Почвенный покров г. Ростов–на–Дону / О.С. Безуглова, С.Н. Горбов, В.В. Приваленко, И.В. Морозов // в кн. «Экологические проблемы антропогенных ландшафтов Ростовской области». Том 1. Экология города Ростова–на–Дону. – Ростов н/Д: СКНЦВШ, 2003. – С. 43–52.

20. Беляков И.И. Интенсивная технология возделывания озимой пшеницы [] : [учебное пособие для ПТУ] / И. И. Беляков. - Киев : Выща школа, 1990. - 167, [1] с.

21. Беликов, П.С. Физиология растений. Учеб. пособие для вузов по направлениям "Агрономия", "Биология" и спец. "Физиология растений"/ П. С. Беликов, Г. А. Дмитриева. - М. : Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, 1992. - 248 с.

22. Битюцкий, Н.П. Необходимые микроэлементы растений / Н.П. Битюцкий. -СПб.: ДЕАН, 2005. - 256 с.

23. Володько И.К. Микроэлементы и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды//Наука и техника. - Минск, 1983. - С.192.

24. Болотов С. В., Тарасенко В. В. Экономическая оценка тенденций развития зернового производства в сельскохозяйственных организациях Краснодарского края // Труды Кубанского государственного аграрного университета – Краснодар. – 2008. -№12. - С. 25-29.

25. Булгаков, Д. С. Агроэкологическая оценка пахотных почв = Agro-ecological evaluation of arable soils / Д. С. Булгаков; Рос. акад. с.-х. наук. Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. - М. : Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 2002 (Тип. Россельхозакадемии). - 250 с.

26. Буркин И. А. Физиологическая роль и сельскохозяйственное значение молибдена [Текст] / АН СССР. Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева. - Москва : Наука, 1968. - 294 с.

27. Буркин, И. А. Физиологическая роль и сельскохозяйственное значение молибдена / И. А. Буркин. - М. : Наука, 1988. - 293 с.

28. Вавилов, П.П. Растениеводство [Текст] : [для аграрных специалистов] / [П. П. Вавилов и др.] ; под ред. П. П. Вавилова. - 5-е изд., доп. и перераб. - Москва : Агропромиздат, 1986. - 512 с. : ил.; 27 см. - (Учеб. и учеб. пособия для вузов).

29. Вакалова Е.А. Влияние опудривания семян микроэлементами (Zn, Cu, Mn) на урожайность и качество яровой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири // Сборник научных трудов ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2013. – №6. – С. 55-58.

30. Вальков, В. Ф. Почвоведение (почвы Северного Кавказа) : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям: почвоведение, агрохимия, агрономия, защита растений, землеустройство, вод. хоз-во и мелиорация, биология и экология, плодоводство и виноградарство, физ. география / В. Ф. Вальков, Ю. А. Штомпель, В. И. Тюльпанов. - Краснодар : Совет. Кубань, 2002. - 723 с.

31. Вильдфлуш И.Р., Цыганов, А. Р., Долженков, В. С., Мишура О. И.,Коготько Е. И., Алиев С. Г., Лещина М. А. Применение новых форм микроудобрений, регуляторов роста и комплексных препаратов на их основе при возделывании сельскохозяйственных культур : рекомендации / сост.: И. Р. Вильдфлуш [и др.]. - Горки : БГСХА, 2011. - 36 с.

32. Володько, И. К. Микроэлементы и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды / И. К. Володько. – М.: Наука и техника, 1983. - 192 с.

33. Вознесенская Т.Ю., Веревкина Т.М. Влияние инновационных форм удобрений на нарастание листового аппарата и его фотосинтетическую деятельность// Плодородие. – 2018. – № 6. – С. 9-12.

34. Вознесенская Т.Ю., Коршунов А.А. Влияние новых инновационных удобрений на рост растений озимой пшеницы на почвах Краснодарского края// Оптимальное питание растений и восстановление плодородия почв в условиях ведения традиционной и органической систем земледелия: материалы 53-й Международной научной конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, посвященной 115-летию со дня рождения профессора Александра Васильевича Петербургского - г. Москва, - 2019, - с. 46-52.

35. Вознесенская Т.Ю., Мухина М.Т., Коршунов А.А., Белова Д.А., Боровик Р.А. Применение новых инновационных удобрений на рост и развитие растений озимой пшеницы сорта Вершина в условиях Краснодарского края// Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: материалы научно-практической онлайн-конференции.. Москва, 2020., с. 38-44.

36. Вознесенская Т.Ю., Шаповал О.А. Влияние обработки семян комплексом аминокислот с микроэлементами на всхожесть, энергию и интенсивность прорастания// Плодородие. – 2020. – № 5. – С. 33-36.

37. Вознесенская Т.Ю., Можарова И.П. Влияние инновационных удобрительных комплексов на фотосинтез и продуктивность листового аппарата пшеницы озимой// Плодородие. – 2021. – № 6. – С. 52-55.

38. Вознесенская Т.Ю., Мухина М.Т., Ламмас М.Е. Изучение влияния доз инновационных удобрений на густоту стояния, кустистость и стеблестой озимой пшеницы в условиях Краснодарского края. // Материалы докладов участников 11-й научно-практической конференции «Анапа-2021», М.: ВНИИА, 2021. - С.37-40.

39. Вознесенская Т.Ю. Эффективность удобрений с включением аминокислот на пшенице озимой// Основные направления и современные подходы в

агрохимической науке: материалы 55-й Всероссийской с международным участием конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, Москва, 2022 с.

40. Гайсин И.А., Полифункциональные хелатные микроудобрения : [монография] / Гайсин И. А., Хисамеева Ф. А. ; Акад. наук РТ, Казанский гос. аграрный ун-т. - [Казань] : Меддок, 2007. - 231 с.

41. Галиченко, И. И. Технология возделывания озимых в Приазовье/ п. Матвеев - Курган, 2011. – 56 с.

42. Турусов В.И., Гармашов, В. Н. Эффективность минеральных удобрений при различных способах обработки почвы// Агрохимия. - 2020. -№ 2. - С. 19-27.

43. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Определение всхожести.

44. Губанов Я.В. Озимая пшеница / Я. В. Губанов, Н. Н. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1988. – с.301.

45. Гулянов Ю.А. Влияние регуляторов роста растений на реализацию ресурсного потенциала агроценозов озимой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья//Вестник ОГУ. – 2007. – №3. – с. 150-154.

46. Гуреев И.И. Земледелие.-2006-№4-С.40-41.

47. Гуреев И. И. Удобрение озимой пшеницы и метод функциональной диагностики питания растений / И. И. Гуреев // Земледелие. - 2009. - № 4. - С. 18-20.

48. Деева В. Н., Шеленг З. А. Регуляторы роста и урожай / В. П. Деева, З. И. Шелег. - Минск : Наука и техника, 1985. - 63 с.

49. Добрынин В.А. Экономика сельского хозяйства : [Учеб. для высш. с.-х. вузов по экон. спец. / В. А. Добрынин, А. В. Беляев, П. П. Дунаев и др.]; Под ред. В. А. Добрынина. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1990. - 475,[1] с.

50. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 93 с.

51. Пшеница и ее улучшение [Текст] / Пер. с англ. Н. А. Емельяновой и Н. М. Резниченко ; Под ред. д-ра с.-х. наук М. М. Якубцинера [и др.] ; [Предисл. заслуж. деят. науки, д-ра биол. наук, проф. Н. Козьминой и др.]. - Москва : Колос, 1970. - 519 с.

52. Ермаков А. А., Карпова Е. А., Шохин В. А., Парубец Ю. С. Сравнение альтернативных вариантов методики подготовки почвенных проб для оценки обеспеченности почв микроэлементами// Проблемы агрохимии и экологии. -2012. - № 3. - С. 52-55.

53. Ермохин, Ю.И., Илюшкина О.В., Ильичев В.Н. Величина накопления доступного азота почвы в динамике под растениями козлятника восточного и его практическое использование// ОМСКИЙ НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК. – 2015. – №1. – С. 88-90.

54. Ерошенко Ф.В. Фотосинтетическая деятельность посевов высокорослых и короткостебельных сортов озимой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания // ИЗВЕСТИЯ ОРЕНБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА. – 2010. – №3. – С. 221-224.

55. Есаулко А.Н., Гречишкина Ю.И., Олейников А.Ю. Влияние микроудобрений на качество зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном// Агрохимический вестник. - 2011. - № 4. -С. 10-12.

56. Жарихина А.А. Формирование качества зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и применения фиторегуляторов в условиях Центрального района Нечерноземной зоны: автор. дис. … канд. б. н.:03.01.05 / Анастасия Аркадьевна Жарихина – Москва, 2013. – 179 с.

57. Железова С.В., Акимов Т.А., Белошапкина О.О., Березовский Е.В. Влияние разных технологий возделывания озимой пшеницы на урожайность и фитосанитарное состояние посевов (на примере полевого опыта центра точного земледелия РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева) // Агрохимия. – 2017. - №4. - С.65-75.

58. Жизневская Г.Я. О роли меди в азотном обмене растений// Микроэлементы в с/х и медицине. Т.1, Труды V Всесоюз. Совещ. По микроэлементам Улан-Уде, 1968.

59. 5. Зайцев, В. Н., Подколзин А. И. Совместное применение микроудобрений и средств защиты растений на озимой пшенице в условиях черноземной зоны центрального предкавказья// Агрохимический вестник. - 2010. -№1.-С. 20-21.

60. Зайцева Г.А. Зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от почвенно-климатических условий в типичных агрофитоценозах// Научно практический журнал «Агро XXI», г. Москва, 2011, №4-6, с. 9-10.

61. Зединг Г. Ростовые вещества растений. – М: ИЛ, 1955.

62. Зялалов М.Ш, Сибгатуллина М.Ш., Бариева А.И., Плеханова В.А. Характер транслокации калия и кальция в растениях// Агрохимия. – 2010. -№ 1.- С. 27–32.

63. Сухоруков А.Ф., Сухоруков А.А. Исходный материал для селекции озимой мягкой пшеницы в среднем поволжье // ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ АПК. – 2014. - №5. – с.16-19.

64. Имоно М., Китагиси У. Влияние бора, цинка и молибдена на развитие риса при выращивании его на гидропонике // Нихон додзе хи-речаку дзасси. Япония. 1962. Т.ЗЗ. №2 (перевод с японского ВНИ-ИСХ. М., 1964).

65. Исайчев В.А., Андреев Н.Н., Мударисов Ф.А. Влияние регуляторов роста и хелатных микроудобрений на урожайность и показатели качества гороха и озимой пшеницы // Вестник Ульяновской ГСХА - 2012. - N1. - С. 12-16.

66. Интенсивная технология производства озимой пшеницы / [К. С. Орманджи и др.]. - М. : Россельхозиздат, 1988. – 303 с.

67. Интенсификация продукционного процесса растений микроэлементами. Приемы управления / В. Г. Сычев [и др.] ; [под ред. Минеева В. Г.]. - Москва : ВНИИА, 2009. - 520 с.

68. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях /Пер. с англ. - М.: Мир, 1989. - 439 с.

69. Кайгородова, Е. А., Барчукова А. Я., Дорофеева Е. Д., Солюков П. А. Влияние обработки семян пшеницы препаратами ряда пиридин-3-карбоксамидов на посевные качества / Барчукова А. Я., Дорофеева Е. Д., Солюков П. А.. //

Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов. - Мат. VIII Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию Кубан. гос. аграр. универ., 2017. - С. 182-185.

70. Ковтун, В.И. Самофалова Н.Е. Селекция озимой пшеницы на юге России.т ЗАО Книга, 2006. – 201-300 с.

71. . Коданев И. М. Повышение качества зерна [Текст] / И. М. Коданев, д-р с.-х. наук. - Москва : Колос, 1976. - 304 с.

72. Кореньков Д. А. Минеральные удобрения и их рациональное применение [Текст] / Д. А. Кореньков, чл.-кор. ВАСХНИЛ. - (2-е изд., доп.). - Москва : Россельхозиздат, 1973. - 176 с.

73. Корсунова М.И. Биогеохимия и агрохимия микроэлементов на Кубани: дис. ... доктора сельскохозяйственных наук : 06.01.04/ Мария Игнатьевна Корсунова; Кубан. гос. аграр. ун-т. - Краснодар, 2004, 485 л.

74. Корякина В.Ф. Микроэлементы на сенокосах и пастбищах [Текст]. - Ленинград : Колос. Ленингр. отд-ние, 1974. - 168 с.

75. Костин В.И., Исайчев В.А. Влияние мелафена на зимостойкость, урожайность и качество озимой пшеницы// Регуляторы роста и развития растений тезисы доклада к VI Междунар. Конференц, М.: Изд-во МСХА, 2001. -249 с.

76. Косулина Т.П., Калашникова В.Г., Барчукова А.Я., Ненько Н.И., Гоник Г.Е., Смоляков В.П., Кульневич В.Г., Чернышева Н.В.. Средства для повышения всхожести семян, увеличение урожайности пшеницы, риса и сахарной свёклы. Патент на изобретение № 2178246, 2002.

77. Коржавина Н.Ю. Эффективность предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и подкормки азотными удобрениями при возделывании озимой пшеницы в лесостепи Поволжья: дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04/ Нина Юрьевна Коржавина; Самарская гос. сельхоз. академия. - Кинель, 2017, 153 л.

78. Котляров, Д. В. Физиолого-биохимическое обоснование применения экзогенных аминокислот для защиты растений от неблагоприятных факторов среды. [Текст]: дис. ... доктора сельскохозяйственных наук: 03.01.05/ Котляров, Денис Владимирович. - Краснодар, 2017. - 275 с.

79. Кошкин Е. И., Гусейнов Г. Г. Экологическая физиология сельскохозяйственных культур: учебное пособие. – Москва: РГ-Пресс, 2020 – 576 с.

80. Кретович В. Л. Обмен азота в растениях, - М., 1972

81. Кретович В.Л. Биохимия растений: Учебник для биол. факультетов ун-тов.- М.: Высш.школы, 1980. – 445 с.

82. Кудашкин М.И. Современные технологии производства зерна / М. И. Кудашкин, А. И. Ляблин, Н. И. Ляблин. - Саранск : Морд. ун-та, 2002. - 73 с.

83. Кудашкин, М.И. Гайсин И.А. Урожайность и качество озимой пшеницы в зависимости от вида пара, сроков посева, макро-и микроудобрений // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №3. – 8-9.

84. Кудряшов И.Н. Повышение продуктивности озимой пшеницы путем улучшения ее адаптивности : дис. ... доктора. с.-х. наук : 06.01.05/ Игорь Николаевич Кудряшов; Всерос. науч.-исслед. ин-т риса. - Краснодар, 2006. – 473 с.

85. Кузнецова Н.А. Продукционные и физиолого-биохимические процессы яровой пшеницы в связи с качеством урожая при некорневой обработке микроудобрением ЖУСС-2: дис. … канд. б. н.: 03.01.05 / Наталия Анатольевна Кузнецова; ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет». – Москва, 2010. – 221 с.

86. Куприченков, М. Т. Почвы Ставрополья / М. Т. Куприченков. - Ставрополь, 2005.-423 с.

87. Лобанов В. Я. Определение посевных качеств семян. - М.: Колос, 1964.-111 с.

88. Математико-нормативное обеспечение программирования урожая : учеб. пособие для студентов по агр. спец иальностям / ФГОУ ВПО Ставропол. гос. аграр. ун-т ; [Агеев В. В. и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Ставрополь : Агрус, 2004. - 167 с.

89. Медведев, Д. Г. Современные проблемы в агрономии: учебное пособие для магистрантов по направлению 35.04.04 "Агрономия", программа "Растениеводство" / Г. А. Медведев. - Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2017. - 275 с.

90. Мединец В.Д. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений [Текст] : [Сборник статей] / Акад. наук СССР. Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева. Науч. совет при Акад. наук СССР по комплексной проблеме "Фотосинтез" ; [Отв. ред. проф. А. А. Ничипорович]. - Москва : Изд-во Акад. наук СССР, 1963. - 159 с.

91. Методические рекомендации по определению экономической эффективности использования научных разработок в земледелии Краснодарский ордена Ленина и Труда Красного Знамени НИИ сельского хозяйства им П.П. Лукьяненко, Краснодар, 1986 г.- 72 с.

92. Микроэлементы в обмене веществ растений [Текст] / [П. А. Власюк, В. А. Жидков, В. И. Ивченко и др.] ; Под общ. ред. акад. П. А. Власюка ; АН УССР, Ин-т физиологии растений. - Киев : Наук. думка, 1976. - 208 с.

93. Микроэлементы и их роль в повышении урожайности [Текст]. - Москва : Госхимиздат, 1957. - 64 с.

94. Минеев В.Г. Агрохимия и биосфера. – М.: Колос, 1984. - 347 с.

95. Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. - М.: МГУ, 2004. - 270 с.

96. Можарова И.П., Коршунов А.А., Вознесенская Т.Ю. Влияние полифункциональных удобрений с включением гуминовых веществ, аминокислот, макро- и микроэлементов на урожайность и качество яровой и озимой пшеницы// Агрохимический вестник. – 2018. – № 6. – С. 39-43.

97. Морару С.А. Озимая пшеница / С. А. Морару. - Кишинев : Картя молдовеняскэ, 1988. – 399 с.

98. Мосолов И.В. Физиологические основы применения минеральных удобрений [Текст]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Колос, 1979. - 255 с.

99. Мухина, М.Т. Влияние регуляторов роста растений комплексного действия на фоне азотно-фосфорных удобрений на урожайность и качество сои в условиях Краснодарского края. [Текст]: дис. ... канд. биол. наук: 06.01.04/ Мухина Мария Тимофеевна. - М., 2017. - 166 с.

100. Ненько Н.И, Плотников В.К., Кузембаева Н.А. Гаража В.Н., Суркова Е.В., Насонов А.И., Поспелова Ю.С., Малюга Н.Г. Влияние препарата фуролан на

физиолого-биохимические характеристики зерна озимой пшеницы// Прикладная биохимия и микробиология. – 2007. – №6. – С. 713-719.

101. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Землеустройство", "Земел. Кадастр" / [В. С. Никляев, В. С. Косинский, В. В. Ткачев, А. А. Сучилина]; Под ред. В. С. Никляева. - М. : Былина, 2000. - 555 с.

102. Нечипоренко В. П. Физические химические методы стимуляции прорастания семян сахарной свеклы// Промышленное производство: опыт, проблемы и тенденции развития. - серия 2, 1991, №1, - с. 16-23.

103. Новиков Н.Н. Биохимия растений// Новиков Н.Н. -Москва: КолосС, 2013. -679 с.

104. Носатовский, А.И. Пшеница. Биология / А.И. Носатовский. М.: Сельхозгиз, 1950.-404 с.

105. Овчаров К. Е Физиологические основы всхожести семян [Текст]. - Москва : Наука, 1969. - 280 с.

106. Олейноков, Е.А. Влияние способов применения макро- и микроудобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном: дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04/ Андрей Юрьевич Олейников; Ставропольский гос. аграрный университет. − Ставрополь, 2012, 162 с.

107. Островская Л.К. Физиологическая роль меди и основы применения медных удобрений [Текст] / Укр. акад. с.-х. наук. Укр. науч.-исслед. ин-т физиологии растений. - Киев : Изд-во Укр. акад. с.-х. наук, 1961. - 285 с.

108. Панасин В.И. Микроэлементы и урожай / В.И. Панасин; Гос. центр агрохим. службы "Калинингр.". - Калининград : Калинингр. кн. изд-во, 2000. - 272, [2] с.

109. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В. Д. Панников, В. Г. Минеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1987. – 511 с.

110. Петрова Л.Н., Ерошенко Ф.В. Состояние почвы под посевами сортов озимой пшеницы// Плодородие, -2007, -№4, -С.30-32.

111. Подгорный, С. В. Самофалов А.П. Результаты изучения коллекционного материала мягкой озимой пшеницы в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 1. – С. 9-13.

112. Подколзин, А. И. Микроэлементы в земледелии юга России / А. И. Подколзин, В. И. Демкин, А. В. Бурлай. - Ставрополь, 2002. - 336 с.

113. Пономарева А.С., Коршунов А.А., Вознесенская Т.Ю. Эффективность применения полифункциональных удобрений с аминокислотами на озимой и яровой пшенице // Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: материалы докладов 10-й научно-практической конференции, - Москва Анапа, 2018. – С. 175-178.

114. Пономарева А.С., Вознесенская Т.Ю., Рыжова Д.А. Эффективность применения органоминеральных удобрений с комплексом аминокислот на пшенице// Плодородие. – 2018. – № 6. – С. 20-23.

115. Пономарева А.С., Коршунов А.А., Вознесенская Т.Ю. Продуктивность и качество пшеницы при внесении органоминеральных удобрений с комплексом аминокислот//Плодородие. – 2019. – № 5. – С.13-16.

116. Пономарева А.С., Коршунов А.А., Вознесенская Т.Ю., Рыжова Д.А. Эффективность применения органоминеральных удобрений с комплексом аминокислот на пшенице// Агрохимический вестник. – 2019. – № 1. – С. 59-62.

117. Применение физиологически активных веществ в агротехнологиях [Текст] : учебное пособие для подготовки магистров / В. В. Котляров [и др.] ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Кубанский гос. аграрный ун-т". - Краснодар : КубГАУ, 2013. - 168 с.

118. Природные ингибиторы роста и фитогормоны [Текст]. - Москва : Наука, 1974. - 253 с.

119. Пруцков Ф.М. Повышение урожайности зерновых культур [Текст] / Ф.М. Пруцков. - Москва : Россельхозиздат, 1977. - 207 с.

120. Растениеводство : учеб. для студентов вузов, обучающихся по агроном. специальностям / [Г. С. Посыпанов и др.] ; под ред. Г. С. Посыпанова. - Москва : КолосС, 2006 (Йошкар-Ола : Марийский полигр.-издат. комбинат). - 611, [1] с.

121. Ремесло, В.Н. Сортовая агротехника пшеницы : Перераб. и доп. пер. с укр. / В. Н. Ремесло, В. Ф. Сайко. - Киев : Урожай, 1981. - 199 с.

122. Романенко, А.А. Организационно-экономические основы производства зерна в Краснодарском крае. Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2004. - 387 с.

123. Рябчинская Т.А., Бобрешова И.Ю., Харченко Г.Л., Саранцева Н.А., Иммунизирующие и рострегулирующие эффекты экзогенных аминокислот (электронный ресурс). – Режим доступа http://www.agroxxi.ru/dosudarstvenyi - katalog-pesticidov - i-agrohimikatov – 2012/ribav-yekstra-p.html.

124. Савич В.И., Платонов И.Г., Духанин Ю.А., Поветкина Н.Л.,. Сафонов А.Ф. Комплексная оценка состояния калия в почве// ИЗВЕСТИЯ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ, вып. 3.- 2006. -с. 15-28

125. Саленко Е.А. Программирование урожайности озимой пшеницы в зоне умеренного увлажнения на основе оптимизации применения минеральных удобрений: дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04/ Елена Александровна Саленко; Ставрапольский гос. Аграрный университет. − Ставрополь, 2015, 162 с.

126. Салихов С.А. Баланс питательных элементов под озимой пшеницей в лугово-каштановой почве Терско-Сулакской равнины при разных видах удобрений//Агрохимический вестник. – 2010. - №4. – с.36-39.

127. Сарычев А.Н. Азотные удобрения и урожай/ Земледелие-2007-№4-С32.

128. Семененко Г. Н. Влияние гетероауксина на белковый обмен растений проростках//Тр. н. - Н. Ин-та биологии Харьковского гос. Ун-та., 17,109-112, 1953

129. Словарь терминов и понятий по физиологии и биохимии растений: учебное пособие для студентов, обучающихся по направления и специальностям агрономического образования / М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, ФГОУ "Российский гос. аграрный ун-т - МСХА им. К. А. Тимирязева"; [Кондратьев

М. Н. и др.]; под ред. М. Н. Кондратьева. - Москва : ФГОУ ВПО РГАУ - МСХА им. К. А. Тимирязева, 2007. - 99, [1] с.

130. Современные микроудобрения: их виды, свойства и различия [Электронный ресурс]. https://usadbaplus.ru/sovremennye-mikroudobreniya-ih-vidy-svojstva-i-razlichiya/

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

132. Сычёв В.Г., Завалин А.А., Шафран С.А., Прошкин В.А., Духанина Т.М., Чернова Л.С., Листова М.П., Романенков В.А., Козеичева Е.С. Методика разработки нормативов окупаемости минеральных удобрений прибавкой урожая сельскохозяйственных культур. М.: ВНИИА, 2009. С.48.

133. Тарчевский И.А. Основы фотосинтеза. - Казань: Изд-во Казанского университета, 1971. – 294 с.

134. Третьяков Н. Н., Ягодин Б. А., Борис Алексеевич, Туликов А. М., Агрономия : Учеб. пособие для студентов учреждений сред. проф. образования, обучающихся по спец. с.-х. профиля / [Чл.-корр. РАСХН, проф. Н.Н. Третьяков, проф. Б.А. Ягодин, преп. Е.Ю. Бабаева и др.]. - М. : Акад., 2004. - 473,[1] с. : ил. ; 22 см. - (Среднее профессиональное образование . Сельское хозяйство). - (Учебное пособие). - Библиогр.: с. 468.

135. Федюшкин Б.Ф. Минеральные удобрения с микроэлементами / Б.Ф. Федюшкин. - Ленинград, « Химия» ЛО, 1989. - 272 с.

136. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах [Текст] : (Методы и задачи учета в связи с формированием урожаев) / Акад. наук СССР. Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева ; А. А. Ничипорович, Л. Е. Строгонова, С. Н. Чмора, М. П. Власова. - Москва : Изд-во Акад. наук СССР, 1961. - 135 с.

137. Хорошкин А.Б. Параметры эффективности листовых подкормок// Картофель и овощи. – 2017. – № 5. – С. 29-31.

138. Чернавина И.А. Физиология и биохимия микроэлементов. – М.:Высшая школа, 1970. – 310 с.

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

140. Шаганов И.А. Практические рекомендации по освоению интенсивной технологии возделывания озимых зерновых культур / И.А. Шаганов. — 2-е изд., доп. и перераб. — Минск : Равноденствие, 2008. - 180 с.

141. Шатохин А.Ю., Шаповал О.А. Эффективность применения новых форм микроудобрений в технологии возделывания картофеля//Плодородие. – 2017. - №5. – с. 8-12.

142. Шаповал О.А. Формирование урожая озимой пшеницы при обработке регуляторами роста.// Плодородие. - 2004. -№3(18). - с. 16.

143. 349. Шаповал О.А. Влияние регуляторов роста на качество зерна озимой пшеницы// Плодородие. - 2004. - 5(20). - с. 14-15.

144. Шаповал О.А., Вознесенская Т.Ю. Влияние новых инновационных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном// Плодородие. – 2020. – № 6. – С. 6-10.

145. Шапошникова, И. М. Плодородие черноземов юга России// Аграрная наука. - 2004. - №3. -27 с.

146. Шеуджен А.Х. Питание и удобрение зерновых, зернобобовых и технических культур : учеб. пособие для самостоят. работы студентов вузов, обучающихся по агрон. специальностям / А. Х. Шеуджен [и др.] ; под ред. А. М. Девяткина. - Майкоп : Адыгея, 2004 (Респ. издат.-полигр. предприятие Адыгея Комитета РА). - 49 с.

147. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур [Текст] / [Я. Байер, В. Черны, М. Ферик и др.] ; пер. с чеш. З. К. Благовещенской. - Москва : Колос, 1984. - 367 с. : ил.; 22 см.

148. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении [Текст] : учебное пособие для студентов химических, химико-технологических,

биологических специальностей и направлений вузов / И. Н. Лозановская, Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова. - Москва : Высш. шк., 1998. - 286 с.

149. Якименко В.Н. Действие и последействие калийных удобрений в полевом опыте на серой лесной почве // Агрохимия. – 2015. – № 4. – С. 3- 12.

150. Ягодин Б. А., Жуков Ю. П., Кобзаренко В. И. Агрохимия : учебник / под ред. Б. А. Ягодина. - Москва : Колос, 2002. – 582 с.

151. Abdel, Aziz. N.G., Mazher, A.A.M. and Farahat, M.M. 2010. Response of vegetative growth and chemical constituents of Thuja orientalis L. plant to foliar application of different amino acids at Nubaria. J. Am. Sci., 6(3): 295–301.

152. Abd El-Aal, F.S., Shaheen, A.M., Ahmed, A.A. and Mahmoud, A.R. 2010. Effect of foliar application of urea and amino acids mixtures as antioxidants on growth, yield and characteristics of squash. Res. J. Agric. and Biol. Sci., 6(5): 583–8

153. Ahmed, O. H., Aminuddin, H., & Husni, M. H. A. (2006). Ammonia volatilization and ammonium accumulation from urea mixed with zeolite and triple superphosphate. Acta Agric Scand Sect B, Soil Plant Sci., 58, 182-186.

154. Arango M.C., Gianibelli M.C., Sarandon S.I., Fertilizacion foliaz en el trigo: efecto de las aplicaciones de N. en espigazon y antesis sobre el contenido de pfoteinas del grano *II* Rev. lac. Agron. Univ. Nac a Plate. - 1990 - 1991. -№ 66 -67.-P. 31-35.

155. Aslam M. Differential effect of amino acids on nitrate uptake and reduction systems in barley roots / M. Aslam, R.L. Travis, D.W. Rains // Plant Science. - 2001.-T. 160. - № 2. - С. 219-228.

156. .Barker A.V., D. J. Rijbeam. Handbook of Plant Nutrition / edited: A. V. Barker, D. J. Rijbeam; Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. - London : Boca Raton ; New York : Taylor & Francis, 2007. - 613 p.

157. Beranek V.Evorba vynosovych prvku u jarni psenice. Kand. Dis. Prace, AF, VSZ Praha, 1975.

158. A.J. Bloom, S. S. Sukrapanna, R. L . Warner. Root respiration associated with ammonium and nitrate absorption and assimilation by barley//Plant Physiol. -1992.-P. 1294-1301.

159. Brockhoff S., Christians N., Summer P. Iowa Produced Amino Acid Fertilizers May Have Biostimulant Effect // Iowa State Research Farm Progress Reports [Электронный ресурс]. URL: http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1347&context=farms_reports.

160. Cheng, F.J., Yang, D.Q., and Wu, Q.S., Physiological effects of humic acid on drought resistance of wheat, J. Appl. Ecol., 1995, vol. 6, pp. 363–367 [in Chinese].

161. Fitzpatrick, B. Plant Cells/ Chelsea House, 2012. – с. 119.

162. Franzena D.W., McMuUenb M. V., Mossetc D. S. Spring Wheat and Durum Yield and Disease Responses to Copper Fertilization of Mineral Soils *II* Agronomy journal. - 2008. - Vol. 100. - P. 371 - 375.

163. Fujisawa N., Fukushima M., Yamamoto M., Iwai H., Komai T., Kawabe Y., Liu D. Structural alterations of humic acid fractions in a steel slag-compost fertilizer during fertilization // Journal of analytical and applied pyrolysis, 2012. Vol. 95. – P. 126-133.

164. J. K. Gasser, Investigation on the use of urea as a fertilizer. Ph. D. Thesis Uniy . - London, 1962.

165. F. Gastal, G. N. Lemaire. Uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological rerspective / // J. Exp. Bot. -2002.-53.-789-799 p.

166. Gibbons G.O. The action of plant normones on endosperm breadown and embrio growth during germination of barley. International Symposium on Pre-Harvest Sprading incereals, 1983. – p.169-180

167. Haghighi, S., Saki-Nejad, T., and Lack, S., Effect of biological fertilizer of humic acid on metabolic process of biological nitrogen fixation, Life Sci. J., 2011, vol. 8, pp. 43–48.

168. Havlin J.L., Beaton J.D., Tisdale S.L., Nelson W.L. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management (7th ed.). - Person Prentice Hall, Upper Saddle River: Pearson Education, 2005.

169. Z. Heping, N.C. Turner, M.L. Pool Increasing the harvest index of wheat the high rainfall zones of Southern Australia // Field Crops Research. – 2012. – Vol. 129. – P. 111-123.

170. Heyne, E. G. Madison, Wisconsin, USA: American Society of Agronomy / E. G. Heyne // Wheat and wheat improvement. - 1997. - 2. - 765 p.

171. Ibrahim, S.M.M., Taha, L.S. and Farahat, M.M. 2010. Influence of foliar application of pepton on growth, flowering and chemical composition of Helichrysum bracteatum plants under different irrigation intervals. Ozean J. Appl. Sci., 3(1): 143–55.

172. B.J. Jones. Agronomic Handbook: Management of Crops, Soils and Their Fertility / – CRC Press, 2003. – 450 pp.

173. D.D. Kasarda, J. E. Bernardin, C.C. Nimmo. Wheat proteins // In: Advances in Cereal Scien and Technology, USA. – 1976 – P. 158-236.

174. Köksal A. I., Dumanoğlu H., Gűnes N. T. The Effects of Different Amino Acid Chelate Foliar Fertilizers on Yield, Fruit Quality, Shoot Growth and Fe, Zn, Mn Content of Leaves in Williams Pear Cultivar (Pyrus communis L.) // Tr. J. of Agriculture and Forestry, 1999. N 23. – P. 651-658.

175. Kunita K. “Bio-Cycle” system of AJINOMOTO Group Environmentally-conscious production process of amino acids // 2005 4th International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing. – IEEE, 2005. – P. 513-514.

176. Lanini, W. T., McGourty, G. T., & Thrupp, L. A. (2011). Weed management for organic vineyards. In G. McGourty (Ed.), Organic winegrowing manual (pp. 69–82). Richmond: University of California, Agriculture and Natural Resources.

177. Liu F.-c., Xing S.-j., Duan C.-h. Nitrate Nitrogen Leaching and Residue of Humic Acid Fertilizer in Field Soil //Huan jing ke xue. Huanjing kexue, 2010. Vol. 31. N 7. – P. 1619-162

178. Liu G., Hanlon E., Li Y. Biologically active compounds isolated from algae and their application as a plant growth regulators // IX International conference daRostim, Phytohormones, humic substances and other biologically active compounds for agriculture, human health and environment protection, Proceedings, 2013. – P. 18-19.

179. Lui Y., Kong S., Li Y., Zeng H. Novel technology for sewage sludge utilization: Preparation of amino acids chelated trace elements (AACTE) fertilizer // Journal of Hazardous Materials, 2009. Vol. 171. N 1-3. – P. 1159-1167.

180. Madhava Rao, K.V. Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants / K.V. Madhava Rao, A.S. Raghavendra, Reddy K. Janardhan. – Springer, 2006. – 345 p.

181. McGourty G. T. Organic Winegrowing Manual. - University of California agriculture and Natural Resources Communication Services, 2011. – P. 34-40.

182. S. Muurinen, J. Kecemola, P. PeltonenSainio. Accumulation and translocation of nitrogen in spring cereal cultivars differing in nitrogen use efficiency // Agronomy Journal. – 2007. – Vol. 99. – P. 441-449

183. Nardia, N., Pizzeghelloa, D., Muscolob, A., Vianelloc, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biol. Biochem., 34, 1527–1536

184. Oaks A. Ammonium and amino acids as regulators of nitrate reductase in corn roots / A. Oaks, M. Aslam, I. Boesel // Plant Physiology. - 1977. - T. 59. - № 3. - C. 391-394.

185. Pallardy, S.G. Physiology of Woody Plants / S.G. Pallardy. – Third Edition. – Elsevier, 2008. – 454 pp.

186. Paty F. Dynamika odnozovani novych odrud ozimch psenic. Dipl. Prace, KVR, VSZ Praha, 1974.

187. Petr, J. Nektera hlediska tvorby vynosu obilovin/ J. Petr. Sb. UVTI-Genetica a slechtenf, 7,1, pnloha I-XII, 1971.

188. Petr J.a kol. Studium fotosyntetike nroduktivity hospod.vyznamnych odrud nrachu.zab. zprava VSZ Praha, 1971

189. Sabillion G. N., Merkley G.P. Fertigation guidelines for furrow irrigation // Span. J.agr.Res., 2004. Vol. 2. N 4. – P. 576-587.

190. Sakamoto A. The role of glycine betaine in the protection of plants from stress: clues from transgenic plants / A. Sakamoto, N. Murata // Plant, Cell & Environment. - 2002. - T. 25. - The role of glycine betaine in the protection of plants from stress. - № 2. - C. 163-171.

191. Shafeek M.R., Y.I. Helmy and M.M.B.Shokr, Response of hot pepper (Capsicum annum L.) to nitrogen fertilizer and humic acid levels under sandy soil conditions in plastic house. 2014 Middle East Journal of Agriculture Research, 3(2): 235-241.

192. Stoy V. Assimilatbildung und verteihmg als Komnonenten der Ertagsbildung beim getreide, Angew. Bot., 1973, 47, 17-26

193. Sytil P. Effects of very small amounts of hidhly active biological substances on plant drowth. Biol. Agr. Hortic, 1985, v 2, №3. – p. 245-269

194. Tegeder, M. and Rentach, D. 2010. Uptake and partitioning of amino acids and peptides. Mol. Plant, 3(6): 997–1011

195. Verkleij F.N. 1992. Seaweed extracts in agriculture and Horticulture: a review. Biol. Agric. Hortic.,8: 309-324

196. Veselá, M., & Friedrich, J. (2009). Amino acid and soluble protein cocktail from waste keratin hydrolysed by a fungal keratinase of Paecilomyces marquandii. Biotechnol Bioprocess Eng 14:84-90

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

198. Wrigey, C. Revised edition Madison, Wis. : Soil Science Society of America / C. Wrigey, J. D. Beaton // Soil Testing and Plant Analysis. - 2004. -491 p.

199. White R. E. Understanding Vineyard Soils // VadoseZoneJournal, 2010. Vol. 9. – P. – 89-91.Mills, H. A. Athens, Ga. MicroMacro Publishing / H. A. Mills, J. B. Jones // Jr. Plant Analysis Handbook. - 1996. - II. - P. 155-414.

200. Yousef, A.R.M., Emam, H.S. and Saleh, M.M.S. 2011. Olive seedlings growth as affected by humic and amino acids, macro and trace elements applications. Agric. Bio. J.N. Am., 2(7): 1101–7

201. Zichova A. Dynamika tvorbi listove plochy u jarniho jecmene. Zav.zprava VV0b Kromeriz,1964

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на рост растений озимой пшеницы (2014 – 2017 гг.), см

Вариант	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	70,8	71,3	71,4	71,2
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон)*	76,9	77,8	78,3	77,7
Фон + КМЭ$_{нс}$ 1-я доза	77,0	78,5	79,8	78,4
Фон + КМЭ$_{нс}$ 2-я доза	78,9	80,9	82,6	80,8
Фон + КМЭ$_{нс}$ 3-я доза	79,8	82,4	83,7	82,0
Фон + КМЭ$_{х}$ 1-я доза	78,1	80,7	81,7	80,2
Фон + КМЭ$_{х}$ 2-я доза	82,5	83,8	85,4	83,9
Фон + КМЭ$_{х}$ 3-я доза	79,6	82,9	84,5	82,3
Фон + КА+ МЭ 1 доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	82,5	83,2	85,7	83,8
Фон + КА+ МЭ 2 доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	87,2	88,2	88,9	88,1
Фон + КА+ МЭ 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	85,2	86,3	88,0	86,5
Фон + КА 1 доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	81,9	82,3	83,7	82,6
Фон + КА 2 доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	84,3	85,4	86,3	85,3
Фон + КА 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	86,4	87,3	87,9	87,2
Нср$_{05}$ (I)	3,6	3,7	3,7	3,7
Нср$_{05}$ (II)	3,7	3,8	3,8	3,8

Таблица 2

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на нарастание биомассы надземными органами растений пшеницы озимой (2014 – 2017 гг.) г/растение

Вариант	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	16,42	16,92	18,11	17,15
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон)*	19,12	19,47	21,07	19,89
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	19,26	19,50	21,38	20,05
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	20,19	20,42	22,14	20,92
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	20,42	21,46	22,91	21,60
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	19,38	19,67	22,03	20,36
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	20,86	22,31	22,95	22,04
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	20,63	20,93	23,20	21,59
Фон + КА+ МЭ 1 доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	19,64	20,17	23,00	20,94
Фон + КА+ МЭ 2 доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	22,34	23,33	24,50	23,39
Фон + КА+ МЭ 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	21,09	21,69	24,10	22,29
Фон + КА 1 доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	19,49	19,96	22,57	20,67
Фон + КА 2 доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	20,87	21,09	23,48	21,81
Фон + КА 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	21,73	23,22	24,11	23,02
$Нср_{05}$ (I)	0,87	0,93	0,98	0,93
$Нср_{05}$ (II)	0,93	0,96	1,05	0,98

Таблица 3

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на нарастание сухой массы надземными органами растений пшеницы озимой (2014 – 2017 гг.), г/растение

Вариант	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	4,35	4,52	4,92	4,60
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон)*	4,93	5,06	5,77	5,25
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	5,04	5,15	5,79	5,33
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	5,26	5,35	5,98	5,53
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	5,38	5,50	6,18	5,69
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	5,06	5,17	5,95	5,39
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	5,40	5,61	6,33	5,78
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	5,34	5,44	6,22	5,67
Фон + КА+ МЭ 1 доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	5,11	5,30	6,19	5,53
Фон + КА+ МЭ 2 доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	5,64	6,24	6,75	6,21
Фон + КА+ МЭ 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	5,46	5,68	6,46	5,87
Фон + КА 1 доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	5,10	5,25	5,96	5,44
Фон + КА 2 доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	5,38	5,49	6,26	5,71
Фон + КА 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	5,63	6,04	6,42	6,03
$Нср_{05}$ (I)	0,22	0,24	0,27	0,24
$Нср_{05}$ (II)	0,24	0,25	0,29	0,26

Таблица 4

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на нарастание листовой поверхности пшеницы озимой, (2014 – 2017 гг.), шт./растение

Вариант	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	4,0	4,1	4,8	4,3
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон)*	4,6	4,7	5,4	4,9
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	4,9	5,1	5,5	5,2
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	5,1	5,3	5,6	5,3
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	5,2	5,3	5,7	5,4
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	5,0	5,9	5,6	5,5
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	5,3	5,6	5,9	5,6
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	5,2	5,5	5,8	5,5
Фон + КА+ МЭ 1 доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	5,2	5,3	5,7	5,4
Фон + КА+ МЭ 2 доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	5,4	5,6	6,3	5,8
Фон + КА+ МЭ 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	5,3	5,5	6,1	5,6
Фон + КА 1 доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	5,0	5,2	5,7	5,3
Фон + КА 2 доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	5,2	5,3	6,0	5,5
Фон + КА 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	5,3	5,4	6,1	5,6
$Нср_{05}$ (I)	0,2	0,2	0,3	0,2
$Нср_{05}$ (II)	0,2	0,2	0,3	0,2

Таблица 5

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на величину листовой поверхности пшеницы озимой, (2014 – 2017 гг.), см^2/растение

Вариант	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	64,1	65,5	71,9	67,2
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон)*	74,6	77,4	84,3	78,8
Фон + КМЭ$_{нс}$ 1-я доза	78,4	80,9	90,4	83,2
Фон + КМЭ$_{нс}$ 2-я доза	85,7	88,2	93,2	89,0
Фон + КМЭ$_{нс}$ 3-я доза	86,8	90,4	95,3	90,8
Фон + КМЭ$_{х}$ 1-я доза	79,9	81,9	91,9	84,6
Фон + КМЭ$_{х}$ 2-я доза	88,3	91,7	97,2	92,4
Фон + КМЭ$_{х}$ 3-я доза	87,2	90,8	95,7	91,2
Фон + КА+ МЭ 1 доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	81,8	83,7	92,4	86,0
Фон + КА+ МЭ 2 доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	89,7	93,8	100,9	94,8
Фон + КА+ МЭ 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	87,9	91,6	97,9	92,5
Фон + КА 1 доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	80,2	81,9	90,4	84,2
Фон + КА 2 доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	86,3	89,2	95,1	90,2
Фон + КА 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	88,5	91,0	96,5	92,0
Нср$_{05}$ (I)	3,5	3,7	4,0	3,7
Нср$_{05}$ (II)	3,8	3,9	4,3	4

Таблица 6

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на содержание пигментов в листьях пшеницы озимой, (2014 – 2017 гг.), мг/г сыр. в-ва

Вариант	Хлорофилл а+б				Каротиноиды			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	4,34	4,68	4,72	4,58	1,70	1,93	2,04	1,89
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон)*	4,62	4,93	5,06	4,87	1,79	2,01	2,14	1,98
Фон + КМЭ$_{нс}$ 1-я доза	5,27	5,68	5,85	5,60	2,08	2,32	2,47	2,29
Фон + КМЭ$_{нс}$ 2-я доза	5,36	5,78	5,96	5,70	2,15	2,38	2,52	2,35
Фон + КМЭ$_{нс}$ 3-я доза	5,44	5,87	6,09	5,80	2,19	2,41	2,63	2,41
Фон + КМЭ$_{х}$ 1-я доза	5,23	5,66	5,88	5,59	2,09	2,32	2,49	2,30
Фон + КМЭ$_{х}$ 2-я доза	5,42	5,74	6,11	5,76	2,20	2,41	2,55	2,39
Фон + КМЭ$_{х}$ 3-я доза	5,29	5,78	5,97	5,68	2,12	2,36	2,51	2,33
Фон + КА+ МЭ 1 доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	5,25	5,58	5,73	5,52	2,00	2,27	2,39	2,22
Фон + КА+ МЭ 2 доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	5,48	5,79	6,18	5,82	2,29	2,46	2,51	2,42
Фон + КА+ МЭ 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	5,24	5,60	5,63	5,49	1,98	2,26	2,40	2,21
Фон + КА 1 доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	5,24	5,58	5,65	5,49	1,99	2,26	2,35	2,20
Фон + КА 2 доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	5,26	5,59	5,71	5,52	2,00	2,26	2,37	2,21
Фон + КА 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	5,34	5,81	5,98	5,71	2,13	2,36	2,54	2,34

Таблица 7

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на густоту стояния (перед уборкой) пшеницы озимой, (2014 – 2017 гг.), шт./м^2

Вариант	2015	2016	2017	среднее
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	390,5	390,9	393,9	391,8
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон)*	395,4	396,9	400,1	397,5
Фон + КМЭ$_{нс}$ 1-я доза	405,4	407,6	411,2	408,1
Фон + КМЭ$_{нс}$ 2-я доза	406,3	408,4	415,3	410,0
Фон + КМЭ$_{нс}$ 3-я доза	409,1	410,6	416,4	412,0
Фон + КМЭ$_{х}$ 1-я доза	408,8	409,9	416,7	411,8
Фон + КМЭ$_{х}$ 2-я доза	412,7	413,9	419,8	415,5
Фон + КМЭ$_{х}$ 3-я доза	411,3	412,9	417,5	413,9
Фон + КА+ МЭ 1 доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	408,2	409,8	423,3	413,8
Фон + КА+ МЭ 2 доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	422,9	425,8	443,2	430,6
Фон + КА+ МЭ 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	416,7	420,9	428,1	421,9
Фон + КА 1 доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	406,4	410,9	416,2	411,2
Фон + КА 2 доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	415,4	418,5	425,6	419,8
Фон + КА 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	415,5	416,4	434,1	422,0

Таблица 8

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на формирование элементов структуры урожая озимой пшеницы (2014- 2017 гг.)

Вариант	Длина колоса, см				Озерненность, шт.			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	7,4	7,5	7,8	7,6	32,6	33,2	34,9	33,6
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон)*	7,7	7,8	8,2	7,9	33,8	34,9	35,9	34,9
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	7,9	8,1	8,3	8,1	34,8	36,0	38,5	36,4
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	8,1	8,2	8,5	8,3	36,4	37,8	39,2	37,8
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	8,2	8,4	8,7	8,5	39,9	40,5	43,1	41,2
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	8,2	8,3	8,5	8,4	37,6	37,9	40,5	38,7
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	8,5	8,6	9	8,7	41,3	42,5	44,9	42,9
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	8,3	8,5	8,9	8,6	39,7	41,0	42,9	41,2
Фон + КА+ МЭ 1 доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	8,4	8,5	8,9	8,6	40,8	41,5	43,4	41,9
Фон + КА+ МЭ 2 доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	8,7	8,9	9,4	9,0	43,1	45,0	47,5	45,2
Фон + КА+ МЭ 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	8,5	8,6	9,0	8,7	42,3	43,6	44,9	43,6
Фон + КА 1 доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	8,2	8,4	8,9	8,5	39,0	39,7	42,8	40,5
Фон + КА 2 доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	8,4	8,7	9,0	8,7	42,1	43,8	44,8	43,6
Фон + КА 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	8,6	8,7	9,1	8,8	43,2	44,6	46,8	44,9

Таблица 9

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на массу зерна/соломы с растения пшеницы озимой (2014 – 2017 гг.), г

Вариант	2015 г.		2016 г.		2017 г.		среднее	
	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	1,16	1,73	1,19	1,81	1,28	1,89	1,21	1,81
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон)*	1,26	1,77	1,31	1,84	1,34	1,88	1,30	1,83
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	1,28	1,82	1,32	1,9	1,47	1,94	1,36	1,89
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	1,28	1,79	1,36	1,85	1,58	1,87	1,41	1,83
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	1,48	1,85	1,54	1,89	1,71	2,11	1,58	1,95
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	1,37	1,83	1,43	1,94	1,61	2,10	1,47	1,96
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	1,45	1,89	1,56	1,99	1,87	2,24	1,63	2,04
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	1,47	1,89	1,59	2,00	1,65	2,08	1,57	1,99
Фон + КА+ МЭ 1 доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	1,43	1,94	1,57	2,08	1,81	2,31	1,60	2,11
Фон + КА+ МЭ 2 доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	1,71	2,11	1,78	2,15	1,97	2,40	1,82	2,22
Фон + КА+ МЭ 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	1,58	2,06	1,73	2,12	1,91	2,36	1,74	2,18
Фон + КА 1 доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	1,42	1,87	1,51	2,01	1,69	2,21	1,54	2,03
Фон + КА 2 доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	1,62	2,06	1,71	2,14	1,82	2,34	1,72	2,18
Фон + КА 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	1,69	2,1	1,78	2,15	1,9	2,38	1,79	2,21

Таблица 10

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на урожайность пшеницы озимой, 2015 г.

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю			
		ц/га		%	
		1	2	1	2
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	55,0				
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон)*	58,1	3,1		5,6	
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	61,0	6,0	2,9	10,9	5,0
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	61,8	6,8	3,7	12,4	6,4
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	62,6	7,6	4,5	13,8	7,7
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	62,5	7,5	4,4	13,6	7,6
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	64,6	9,6	6,5	17,5	11,2
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	63,5	8,5	5,4	15,5	9,3
Фон + КА+ МЭ 1 доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	64,0	9,0	5,9	16,4	10,2
Фон + КА+ МЭ 2 доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	65,5	10,5	7,4	19,1	12,7
Фон + КА+ МЭ 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	65,1	10,1	7,0	18,4	12,0
Фон + КА 1 доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	63,7	8,7	5,6	15,8	9,6
Фон + КА 2 доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	64,6	9,6	6,5	17,5	11,2
Фон + КА 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	65,3	10,3	7,2	18,7	12,4
$Нср_{05}$ (I)	2,4				
$Нср_{05}$ (II)	2,6				

Таблица 11

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на урожайность пшеницы озимой, 2016 г.

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю			
		ц/га		%	
		1	2	1	2
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	55,9				
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон)*	60,1	4,2		7,5	
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	63,9	8,0	3,8	14,3	6,3
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	64,5	8,6	4,4	15,4	7,3
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	65,1	9,2	5,0	16,5	8,3
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	64,7	8,8	4,6	15,7	7,7
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	66,4	10,5	6,3	18,8	10,5
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	65,8	9,9	5,7	17,7	9,5
Фон + КА+ МЭ 1 доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	65,8	9,9	5,7	17,7	9,5
Фон + КА+ МЭ 2 доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	67,6	11,7	7,5	20,9	12,5
Фон + КА+ МЭ 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	67,0	11,1	6,9	19,9	11,5
Фон + КА 1 доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	65,5	9,6	5,4	17,2	9,0
Фон + КА 2 доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	66,6	10,7	6,5	19,1	10,8
Фон + КА 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	67,8	11,9	7,7	21,3	12,8
$Нср_{05}$ (I)	2,5				
$Нср_{05}$ (II)	2,8				

Таблица 12

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на урожайность пшеницы озимой, 2017 г.

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю			
		ц/га		%	
		1	2	1	2
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	58,1				
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон)*	62,6	4,5		7,7	
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	65,9	7,8	3,3	13,4	5,3
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	66,2	8,1	3,6	13,9	5,8
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	67,5	9,4	4,9	16,2	7,8
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	66,9	8,8	4,3	15,1	6,9
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	69,7	11,6	7,1	20,0	11,3
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	67,8	9,7	5,2	16,7	8,3
Фон + КА+ МЭ 1 доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	67,6	9,5	5,0	16,4	8,0
Фон + КА+ МЭ 2 доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	71,2	13,1	8,6	22,5	13,7
Фон + КА+ МЭ 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	70,6	12,5	8,0	21,5	12,8
Фон + КА 1 доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	67,1	9,0	4,5	15,5	7,2
Фон + КА 2 доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	69,0	10,9	6,4	18,8	10,2
Фон + КА 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	69,7	11,6	7,1	20,0	11,3
$Нср_{05}$ (I)	2,6				
$Нср_{05}$ (II)	2,8				

Таблица 13

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на показатели качества пшеницы озимой, 2015 г.

Вариант	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Белок, %	Сырая клейковина	
					%	ИДК
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	726,6	36,1	45,5	11,6	17,9	110
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон)*	742,7	37,5	47,2	12,2	20,8	88
Фон + КМЭ$_{нс}$ 1-я доза	749,5	37,8	51	12,9	21,0	84
Фон + КМЭ$_{нс}$ 2-я доза	753,3	38,5	52,8	13,1	22,6	76
Фон + КМЭ$_{нс}$ 3-я доза	756,4	38,5	53,1	13,7	23,2	74
Фон + КМЭ$_{х}$ 1-я доза	758,5	37,6	53,5	13,5	21,8	76
Фон + КМЭ$_{х}$ 2-я доза	763,4	37,8	57,8	13,9	23,5	74
Фон + КМЭ$_{х}$ 3-я доза	761,7	38,3	55,7	13,8	24,0	74
Фон + КА+ МЭ 1 доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	772,2	38,3	56,5	13,9	22,5	76
Фон + КА+ МЭ 2 доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	781,5	40,1	60,5	14,2	26,0	74
Фон + КА+ МЭ 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	774,3	39,6	56,9	14,0	24,5	72
Фон + КА 1 доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	760,1	38,4	55,8	13,8	22,0	74
Фон + КА 2 доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	762	39,4	56,7	12,9	24,0	70
Фон + КА 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	768,8	39,7	58,7	13,5	24,5	72
Нср$_{05}$ (I)	31,7	1,7				
Нср$_{05}$ (II)	32,8	1,8				

Таблица 14

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на показатели качества пшеницы озимой, 2016 г.

Вариант	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Белок, %	Сырая клейковина	
					%	ИДК
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	729,9	37,1	47,6	12,5	18,6	108
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон)*	743,7	38,0	49,9	12,9	21,4	85
Фон + КМЭ$_{нс}$ 1-я доза	754,3	38,6	53	13,6	22,6	80
Фон + КМЭ$_{нс}$ 2-я доза	759,5	39,5	53,8	13,9	23,4	74
Фон + КМЭ$_{нс}$ 3-я доза	762,2	39,3	54,7	14,2	24,0	72
Фон + КМЭ$_{х}$ 1-я доза	763,1	38,7	55,6	14,0	23,0	72
Фон + КМЭ$_{х}$ 2-я доза	767,3	39,4	59,5	14,6	25,0	70
Фон + КМЭ$_{х}$ 3-я доза	765,0	39,0	57,5	14,4	24,5	72
Фон + КА+ МЭ 1 доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	774,0	38,9	58,3	14,8	24,0	72
Фон + КА+ МЭ 2 доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	787,2	40,6	62,0	15,2	26,5	68
Фон + КА+ МЭ 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	777,8	40,4	58,1	14,9	25,5	70
Фон + КА 1 доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	764,9	39,1	57,7	14,3	23,5	74
Фон + КА 2 доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	765,5	40,1	58,2	14,7	25,0	68
Фон + КА 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	772,3	40,7	59,8	14,1	25,5	68
Нср$_{05}$ (I)	31,9	1,7				
Нср$_{05}$ (II)	32,9	1,8				

Таблица 15

Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на показатели качества пшеницы озимой, 2017 г.

Вариант	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Белок, %	Сырая клейковина	
					%	ИДК
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	732,5	38,2	49,5	13,2	19,5	92
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ *(Фон)*	745,0	38,9	51,4	14,0	23,0	82
Фон + $КМЭ_{нс}$ 1-я доза	760,9	39,4	54,3	14,1	23,8	78
Фон + $КМЭ_{нс}$ 2-я доза	763,4	41,3	55,1	14,3	24,1	72
Фон + $КМЭ_{нс}$ 3-я доза	766,1	40,8	55,8	14,9	24,6	70
Фон + $КМЭ_{х}$ 1-я доза	766,9	39,8	56,8	14,7	24,8	70
Фон + $КМЭ_{х}$ 2-я доза	772,7	41,5	60,7	15,2	26,6	68
Фон + $КМЭ_{х}$ 3-я доза	770,3	40,7	59,0	14,9	26,0	70
Фон + КА+ МЭ 1 доза *(0,5 л/т+0,5 л/га)*	776,6	40,4	59,2	15,3	26,5	68
Фон + КА+ МЭ 2 доза *(1,5 л/т+1,5 л/га)*	790,5	42,6	63,1	16,0	28,1	65
Фон + КА+ МЭ 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	786,9	42,1	59,3	15,7	27,0	66
Фон + КА 1 доза *(1,0 л/т+1,0 л/га)*	769,4	40,1	58,2	14,7	25,0	70
Фон + КА 2 доза *(2,0 л/т+2,0 л/га)*	772,9	41,5	59,1	15,4	26,5	68
Фон + КА 3 доза *(3,0 л/т+3,0 л/га)*	775,5	42,2	60,8	15,0	27,2	66
$Нср_{05}$ (I)	32,7	1,7				
$Нср_{05}$ (II)	33,1	1,8				