

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**

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Москва 2023

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

**Научный
руководитель:**

Шаповал Ольга Александровна,
доктор сельскохозяйственных наук

**Официальные
оппоненты:**

Багринцева Валентина Николаевна,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы», отдел технологии возделывания кукурузы, главный научный сотрудник
Калабашкина Елена Владимировна,
кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», лаборатория сортовых технологий яровых зерновых культур и систем защиты растений, заведующая лабораторией

**Ведущая
организация:**

ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрный университет» (ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

Защита диссертации состоится «14» декабря 2023 г. в 15.00 час. на заседании диссертационного совета 24.1.006.01 при ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова». Адрес: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31 А.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке при ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» и на сайте: https://www.vniia-pr.ru/upload/iblock/97a/furlsi9gcma1rfg2856l13s0lbk29us6/vozesenskaya_diss_26_09_2023.pdf

Автореферат разослан «__» _____ 2023 г.

Приглашаем Вас принять участие в обсуждении диссертации на заседании диссертационного совета. Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные гербовой печатью учреждения, просим направлять по адресу: 127434, Москва, ул. Прянишникова, 31 а, ученый совет, e-mail: dissovet_vniia@mail.ru

Учёный секретарь

диссертационного совета _____ Никитина Любовь Васильевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Стратегической отраслью народнохозяйственного комплекса России является зерновое производство. На его долю приходится около 10% валового продукта страны.

Западная часть Краснодарского края является крупным поставщиком товарного хлеба. Дальнейший рост производства зерна может быть достигнут только за счет повышения урожайности. Решающим условием повышения урожайности в этой зоне, как и в остальных зонах Кубани, так и в целом по России, будет иметь эффективное применение удобрений.

В мировой сельскохозяйственной практике в последние годы все шире применяют 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 (Савенко, 2017).

Микроэлементы служат активными центрами ферментов, улучшающими обмен веществ в растительных организмах, поэтому проблема снабжения растений микроэлементами имеет общебиологическое значение. Определение сроков применения, способов и правильно выбранной дозы для обработки семян и растений данными удобрениями позволяет регулировать рост и развитие, повысить устойчивость озимой пшеницы к неблагоприятным факторам внешней среды, а в итоге – урожайность и качество зерна.

В ходе развития химических и агрономических технологий микроудобрения, как агент доставки элементов минерального питания в растительный организм, претерпели ряд ступеней совершенствования. На первой ступени находятся неорганические соединения, точнее минеральные соли. Дальнейшее развитие, органические соединения – синтетические хелаты. Последнее достижение агрохимии – органоминеральные Комплексы на основе аминокислот.

Для исследований были выбраны удобрения, которые создавались в течение развития химической отрасли и неуклонно совершенствовались. Эти агрохимикаты, соединяя в себе свойства различных форм микроэлементов обладают комплексным воздействием на растения.

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.

В задачи исследований входило:

- установить оптимальные дозы использования Комплекса аминокислот с микроэлементами на пшенице озимой в первичном (лабораторном) опыте;
- оценить влияние оптимальных доз изучаемых Комплексов 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 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 Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов в технологии возделывания пшеницы озимой.

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

Апробация работы и публикация результатов исследований. Основные результаты исследований представлялись на научных, научно-практических конференциях всероссийского и международного уровня: 51-ая, 53-я, 54-ая, 55-ая Международная научная конференция молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов (Москва, ФГБНУ ВНИИ агрохимии); 9-ая, 10-ая, 11-ая научно-практическая конференция «Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур» (г. Анапа, ФГБНУ ВНИИ агрохимии).

По теме диссертации опубликовано 15 работ, в том числе 8 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикаций результатов исследований соискателями ученых степеней. Соискатель является соавтором монографии, рекомендаций и технологий, бюллетеней.

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

Благодарности. Автор выражает благодарность научному руководителю, д.с.-х.н., гл. науч. сотр. лаб 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.

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

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Обзор литературы. В данной главе изложены ботанические и биологические особенности пшеницы озимой, роль элементов минерального питания (NPK) в жизнедеятельности пшеницы озимой, особенности роста и развития растений при применении хелатов микроэлементов и аминокислот.

Условия и методика проведения исследований, объекты исследований Почвенно-климатические условия

По схеме агроклиматического районирования Краснодарского края территория опытного участка входит в 3-й агроклиматический район, который характеризуется умеренно-континентальным климатом. Климат в месте проведения опытов, как и в большей части зоны культивирования озимой пшеницы Северного Кавказа, умеренно-влажный с коэффициентом увлажнения 0,3-0,4, за год выпадает 600-700 мм осадков.

По температурному режиму и условиям увлажнения годы проведения исследований заметно отличались друг от друга и имели свои характерные особенности. Летняя засуха 2014-2015 гг. осложнила посевные работы, а выпадение дождей задержало уборочные работы. В 2015-2016 гг. распределение осадков было неравномерным и значительно превысило средние многолетние показатели. Наиболее благоприятные условия для сева и уборки озимой пшеницы складывались в 2016-2017 гг.: выпадение достаточного количества осадков в начале посевных работ и установление жаркой сухой погоды перед уборочными работами, что привело к получению высококачественного урожая зерна озимой пшеницы.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, характеризовалась агрохимическими показателями: гумус (по Тюрину) – 2,54...2,69%; pH_{KCl} – 6,8...7,3; подвижные формы P_2O_5 и K_2O (по Чирикову) – 116...140 и 229...248 мг/кг. Почва опытного участка характеризуется высоким содержанием микроэлементов: цинк, медь и марганец; содержание бора и молибдена – среднее.

Схема опыта и методика проведения исследований

Лабораторный опыт

Исследования, направленные на установление оптимальной концентрации раствора Комплекса аминокислот с микроэлементами для предпосевной обработки семян, а также изучение воздействия их на всхожесть семян и энергию прорастания, проводили в лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и регуляторов роста растений ФГБНУ «ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова» в 2014 году.

Схема опыта:

- Контроль – семена замачивали в дистиллированной воде;
- Опытные варианты – семена замачивали в растворе Комплекс аминокислот с микроэлементами 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.

Семена проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге в термостате при t 20°C. В каждую чашку раскладывали по 50 штук семян. Повторность опыта – 4^х кратная.

Проводили два учета прорастания семян: при первом учете (на 3-е сутки) определяли энергию прорастания, на 7-е сутки (второй учет) определяли всхожесть семян (ГОСТ 12038-84). Кроме того, определяли интенсивность прорастания семян по показателям длины ростков и корешков и их массы в расчете на 100 штук проростков.

Полевой опыт

Исследования, направленные на изучение действия исследуемых Комплексов на ростовые, формообразовательные и физиолого-биохимические процессы, урожайность и качество семян озимой пшеницы сорта Вершина проводили на опытном поле КубГАУ (учхоз «Кубань», отделение 1).

Схема опыта включает четырнадцать вариантов: 1. Контроль 1. $N_0P_0K_0$ (без обработки); 2. Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ (Фон); 3. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей – 1 доза (г/м/га); 4. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей – 2 доза (г/м/га); 5. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей – 3 доза (г/м/га); 6. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + Комплекс хелатов микроэлементов – 1 доза (г/м/га); 7. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + Комплекс хелатов микроэлементов – 2 доза (г/м/га); 8. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + Комплекс хелатов микроэлементов – 3 доза (г/м/га); 9. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + Комплекс аминокислот с микроэлементами – 1 доза (0,5 л/м/га); 10. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + Комплекс аминокислот с микроэлементами – 2 доза (1,5 л/м/га); 11. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + Комплекс аминокислот с микроэлементами – 3 доза (3,0 л/м/га); 12. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + Комплекс аминокислот – 1 доза (1,0 л/м/га); 13. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + Комплекс аминокислот – 2 доза (2,0 л/м/га); 14. Фон $N_{100}P_{100}K_{100}$ + Комплекс аминокислот – 3 доза (3,0 л/м/га).

Предпосевную обработку семян проводили влажносухим способом, расход рабочего раствора 10 л/т семян.

Некорневую подкормку растений проводили двукратно: 1-я – фазе кущения-выход в трубку, 2-я – фазе цветения – начало колошения. Опрыскивание растений проводили ранцевым опрыскивателем, расход рабочего раствора 300 л/га.

Расположение вариантов – систематическое в один ряд. Площадь опытной делянки 25 м². Повторность 4-кратная. При выращивании пшеницы озимой использовалась стандартная для условий Краснодарского края технология возделывания. В качестве минеральных удобрений применяли нитроаммофоску (NPK–16:16:16.).

Отбор растительных проб проводили через неделю после 2-ой обработки растений. Определяли: высоту растений, число и площадь листьев (портативным

фотопланиметром Li- 3000А (LI-COR, США)), биомассу надземных органов, содержание в листьях пигментов (Годнев, 1952), продуктивность работы листьев (Ничипоренко А.А. 1956).

Перед уборкой отбирали снопы (по 20 типичных растений с варианта) для проведения структурного анализа урожая. 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 Кьельдаля (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.

Данные опытов обрабатывались методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову.

Характеристика объекта исследований

Объект исследований – растения озимой пшеницы сорта Вершина. Сорт Вершина – среднерослый сорт пшеницы озимой. Высота растений 79-105 см, устойчив к полеганию. Зерно овальное, светло-красное, стекловидное, масса 1000 зёрен 38-42 г, натура 770-787 г/л. Потенциальная урожайность 100 ц зерна с 1 га.

Характеристика исследуемых Комплексов

**Комплекс микроэлементов в виде неорганических 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 *КМЭ_{nc}*).

*б). *Комплекс хелатов микроэлементов (смесь, состоящая из хелатов микроэлементов, борэтаноламина и молибдата аммония).* Борэтаноламин (В) – 17,0%, *Си ЭДТА* – 15,0%, *Мп ЭДТА* – 13,0%, *Зп ЭДТА* – 15,0%, молибдат аммония (Мо) -52,0%. (далее *КМЭ_x*).

*в). *Комплекс аминокислот с микроэлементами* – органоминеральное удобрение на основе растительного экстракта с добавлением микроэлементов (далее *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 (В) – 0,1%, медь водорастворимая (Cu) – 0,1%, молибден водорастворимый (Мо) – 0,02%, кобальт водорастворимый (Со) – 0,01%, рН 6,5.

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

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

**В состав подобранных Комплексов входит одинаковый набор с единым соотношением микроэлементов.*

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Влияние обработки семян Комплексом аминокислот с микроэлементами на посевные качества озимой пшеницы (лабораторный опыт)

Лабораторные исследования показали (табл.1), что обработка семян растворами Комплекса аминокислот с микроэлементами существенно влияет на энергию прорастания и всхожесть. Абсолютные значения рассматриваемых показателей в значительной степени зависят от концентрации раствора. Максимальные значения энергии прорастания (85%, в контроле 67%) и всхожести (89%, в контроле – 71%) отмечены в варианте с обработкой семян раствором испытуемого Комплекса с нормой расхода – 1,5 л/т семян. Снижение или повышение доз Комплекса привело к некоторому уменьшению абсолютных значений, хотя они были выше контрольного варианта.

Таблица 1. Влияние обработки семян озимой пшеницы Комплексом аминокислот с микроэлементами на посевные качества (лаб. опыт, 2014 г.)

№ п/п	Вариант	Энергия прорас- тания, %	Всхо- жесть, %	Длина, см		Масса, г/100 шт. проростков			
				корешка	ростка	корешки		ростки	
						сырая	сухая	сырая	сухая
1	Контроль, без обработки	67	71	9,3	6,0	1,74	0,32	2,68	0,39
2	КА+МЭ, расход – 0,5 л/т семян	79	81	10,6	6,7	2,16	0,37	3,07	0,47
3	КА+МЭ, расход – 1,0 л/т семян	78	82	10,7	6,4	2,18	0,40	2,84	0,42
4	КА+МЭ, расход – 1,5 л/т семян	85	89	11,5	7,7	2,39	0,45	3,22	0,51
5	КА+МЭ, расход – 2,0 л/т семян	81	84	11,2	7,1	2,24	0,41	3,11	0,48
6	КА+МЭ, расход – 2,5 л/т семян	76	83	11,0	6,8	2,10	0,38	3,02	0,47
7	КА+МЭ, расход – 3,0 л/т семян	83	85	11,3	7,3	2,31	0,43	3,17	0,49
8	КА+МЭ, расход – 3,5 л/т семян	71	75	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

Обработка семян растворами Комплекса аминокислот с микроэлементами усилила также интенсивность прорастания семян озимой пшеницы, приведя тем самым к возрастанию абсолютных значений показателей характеризующий этот процесс (табл. 1).

Обработка семян озимой пшеницы Комплексом аминокислот с микроэлементами усилила силу роста проростков. В опытных вариантах формировались более мощные проростки по биометрическим показателям (длина корешка – 10,5-11,5 см, в контроле – 9,3 см; длина ростка – 6,3-7,7 см, в контроле 6,0 см).

Аналогичная закономерность просматривается при анализе биомассы проростков. Масса корешков (сырая 1,88-2,39 г, в контроле – 1,79 г; сухая – 0,34-0,45 г, в контроле 0,32 г/100 шт. проростков) и ростков (сырая 2,74-3,22 г, в контроле – 2,68 г; сухая – 0,40-0,51 г, в контроле – 0,39 г/100 шт. ростков). Это свидетельствует о том, что указанные выше дозы Комплекса аминокислот с микроэлементами являются наиболее оптимальными для обработки семян озимой пшеницы.

Таким образом, результаты скрининга показали, что высокие посевные качества семян пшеницы озимой сорта Вершина были получены при обработке их перед посевом Комплексом аминокислот с микроэлементами в дозах – 0,5; 1,5; 3,0 л/т семян, расход рабочего раствора – 10 л/т. Эти дозы в дальнейшем мы использовали для проведения полевого опыта.

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

Как показали исследования, применение исследуемых Комплексов оказало положительное влияние на рост растений озимой пшеницы сорта Вершина в полевых условиях.

При прочих равных условиях (подготовка почвы, фон удобрений – $N_{100}P_{100}K_{100}$, предшественник, сорт) наиболее мощные растения по высоте формировались с применением на семенах и растениях Комплекса аминокислот с микроэлементами с нормой расхода – 2 дозы (1,5 л/т/га) – 88,1 см, в контроле 71,2 см. Прирост по высоте растений в указанных вариантах к контролю составил соответственно 23,7%. Следует отметить, что по сравнению с контролем, прирост высоты в варианте с фоновым применением удобрений ($N_{100}P_{100}K_{100}$) составил 9,1% (77,7 см, в контроле – 71,2 см).

Другим не менее важным показателем роста является масса сухого вещества растения. Как показали исследования (табл. 2), предпосевная обработка семян и двукратная обработка растений исследуемыми Комплексами усиливает ассимиляционные процессы растений, что проявилось в увеличении сырой и сухой массы надземных органов растений (сырая – 19,89-23,39, в контроле 17,15 г/растение; сухая – 5,25-6,21 и 4,60 г соответственно).

При применении Комплексов (Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей – 3 дозы, Комплекса хелатов микроэлементов и Комплекса аминокислот с микроэлементами – 2 дозы, Комплекса аминокислот – 3 дозы), прирост биомассы по отношению к контрольному варианту составил 25,9; 28,5; 36,4; 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 85,6; 10,8; 17,6; 15,8% соответственно.

Анализ данных прироста биомассы надземных органов в зависимости изучаемых Комплексов удобрений показал, наибольшие приросты к контролю ($N_0P_0K_0$ без обработки) получены при применении Комплекса микроэлементов в виде неорганических солей – 25,9% и Комплекса аминокислот 34,2% – с нормой расхода 3 доза; Комплекса хелатов микроэлементов – 28,5% и Комплекса аминокислот с микроэлементами – 36,4% с нормой расхода 2 доза.

Таблица 2. Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на рост растений озимой пшеницы (средние за 2014-2017 гг.)

№ п/п	Вариант	Высота растения, см	Масса надземных органов, г/растение	
			сырая	сухая
1	Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	71,2	17,15	4,60
2	Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ (Фон)	77,7	19,89	5,25
3	Фон + КМЭ _{нс} 1-я доза	78,4	20,05	5,33
4	Фон + КМЭ _{нс} 2-я доза	80,8	20,92	5,53
5	Фон + КМЭ _{нс} 3-я доза	82,0	21,60	5,69
6	Фон + КМЭ _х 1-я доза	80,2	20,36	5,39
7	Фон + КМЭ _х 2-я доза	83,9	22,04	5,78
8	Фон + КМЭ _х 3-я доза	82,3	21,59	5,67
9	Фон + КА+ МЭ 1 доза (0,5 л/т+0,5 л/га)	83,8	20,94	5,53
10	Фон + КА+ МЭ 2 доза (1,5 л/т+1,5 л/га)	88,1	23,39	6,21
11	Фон + КА+ МЭ 3 доза (3,0 л/т+3,0 л/га)	86,1	22,29	5,87
12	Фон + КА 1 доза (1,0 л/т+1,0 л/га)	82,6	20,67	5,44
13	Фон + КА 2 доза (2,0 л/т+2,0 л/га)	85,3	21,81	5,71
14	Фон + КА 3 доза (3,0 л/т+3,0 л/га)	87,2	23,02	6,03
	НСР ₀₅ (I)*	3,7	0,93	0,23
	НСР ₀₅ (II)**	3,6	0,95	0,26

Примечание (здесь и далее): * – к контролю 1, $N_0P_0K_0$, ** – к контролю 2, $N_{100}P_{100}K_{100}$ (фон).

По приросту сухой массы надземными органами растений озимой пшеницы также наблюдалась тенденция к увеличению с применением исследуемых Комплексов.

При обработке семян и растений озимой пшеницы Комплексом микроэлементов в виде неорганических солей (нормой расхода – 3 доза) сухая масса надземных органов составила – 5,69 г/растение, в то время как в контроле ($N_0P_0K_0$, без обработки) – 4,6 г/растение, в фоновом варианте ($N_{100}P_{100}K_{100}$) – 5,28 г/растение. В вариантах Комплекса хелатов микроэлементов максимальная сухая масса отмечена при применении 2^х доз и составил 5,78 г/растение; при применении на семенах и растениях 2^х доз (1,5 л/т/га) Комплекса аминокислот с

микроэлементами и 3^x доз (3,0 л/т/га) Комплекса аминокислот прирост сухая масса составила соответственно 6,21 и 6,03 г/растение.

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

Учитывая, что основным органом фотосинтеза является лист, то необходимо формировать наибольшую по размерам, продолжительности и активности работы листовой поверхности. Данные исследований (табл. 3) показали, что на растениях в контроле число листьев составляло 4,3 шт., их площадь – 67,2 см²/раст., на фоне минеральных удобрений (N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀) число и площадь листьев увеличивались и составили соответственно – 4,9 шт. и 78,8 см²/раст. Воздействие исследуемых Комплексов на количество листьев на растениях и нарастание листовой поверхности в значительной степени определялось видом Комплекса и дозой их применения. Более интенсивное воздействие на листообразование проявилось при применении опытных Комплексов во второй КМЭ_x (5,6 шт. и 92,4 см²) и КА+МЭ (5,8 шт. и 94,8 см²) и третьей дозах КМЭ_{nc} (5,4 шт. и 90,8 см²) и КА (5,6 шт. и 92,0 см²).

Важным фактором, влияющим на фотосинтетическую деятельность и потенциальную возможность растений к фотосинтезу, является содержание в листьях хлорофилла.

Уменьшение в сравнении с контролем (N₀P₀K₀ без обработки) и фоновым вариантом (N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀), значений продуктивности работы листьев (6,20-6,55, в контроле – 6,83 и на фоне 6,69 г/дм² соответственно) указывает на тот факт, что в опытных вариантах возрастает срок жизни листьев, что отодвигает сроки их старения и преждевременное разложение хлорофилла.

В вариантах с предпосевной обработкой семян и двукратной обработкой растений (1-я – в начале выхода в трубку, 2-я – в начале колошения) Комплексами, содержание хлорофилла и каротиноидов в листьях колебалось от 5,49 до 5,82 и от 2,20 до 2,42 мг/г сыр. в-ва в зависимости от доз Комплексов. Минимальное количество хлорофилла а+б и каротиноидов наблюдалось в контроле – 4,58 и 1,89 мг/г сырого вещества. Внесение N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ увеличивало содержания хлорофилла на 6,4 и каротиноидов на 4,8% соответственно. Обработка семян и проведение двух подкормок Комплексами удобрений на основе аминокислот и микроэлементов привели к дальнейшему повышению содержания пигментов. Содержание хлорофилла а+б и каротиноидов в листьях растений было максимальным в вариантах с применением Комплекса аминокислот с микроэлементами во второй дозе – 1,5 л/т/га и составляет 5,82 и 2,42 мг/г сыр. в-ва соответственно.

Снижение содержания пигментов в листьях связано с их старением, а, следовательно, и с разложением в них хлорофилла. Однако, анализируя данные содержания пигментов в листьях исследуемых вариантов опыта, существенно превысивших контроль, свидетельствующей о том, что применение Комплексов удобрений на семенах и на растениях замедляет процесс старения листьев и преждевременное разложение хлорофилла.

Таблица 3. Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на нарастание листового аппарата и фотосинтетическую деятельность растений озимой пшеницы (средние 2014-2017 гг.)

№ п/п	Вариант	Число листьев, шт./раст.	Площадь листьев, см ² /раст.	Продуктивность работы листьев, г/дм ²	Содержание в листьях пигментов, мг/г сыр. в-ва	
					хл. а+б	каротиноиды
1	Контроль 1. Без обработки N ₀ P ₀ K ₀	4,3	67,2	6,83	4,58	1,89
2	Контроль 2. N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ (Фон)	4,9	78,8	6,69	4,87	1,98
3	Фон + КМЭ _{нс} 1-я доза	5,2	83,2	6,42	5,60	2,29
4	Фон + КМЭ _{нс} 2-я доза	5,3	89,0	6,21	5,70	2,35
5	Фон + КМЭ _{нс} 3-я доза	5,4	90,8	6,27	5,80	2,41
6	Фон + КМЭ _х 1-я доза	5,5	84,6	6,37	5,59	2,30
7	Фон + КМЭ _х 2-я доза	5,6	92,4	6,26	5,76	2,30
8	Фон + КМЭ _х 3-я доза	5,5	91,2	6,20	5,68	2,33
9	Фон + КА+ МЭ 1 доза (0,5 л/т+0,5 л/га)	5,4	86,0	6,42	5,52	2,22
10	Фон + КА+ МЭ 2 доза (1,5 л/т+1,5 л/га)	5,8	94,8	6,53	5,82	2,42
11	Фон + КА+ МЭ 3 доза (3,0 л/т+3,0 л/га)	5,6	92,5	6,32	5,49	2,21
12	Фон + КА 1 доза (1,0 л/т+1,0 л/га)	5,3	84,2	6,47	5,49	2,20
13	Фон + КА 2 доза (2,0 л/т+2,0 л/га)	5,5	90,2	6,34	5,52	2,21
14	Фон + КА 3 доза (3,0 л/т+3,0 л/га)	5,6	92,0	6,55	5,71	2,34
	НСР ₀₅ (I)	0,2	3,8			
	НСР ₀₅ (II)	0,2	4,1			

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

Густота стояния растений является определяющим фактором не только для роста и развития растений, протекания фотосинтетических процессов, но и как следствие, получения высокого урожая качественного зерна озимой пшеницы. При обработке семян озимой пшеницы перед посевом и двукратной обработке растений (1-я – в начале выхода в трубку, 2-я – в начале колошения) исследованными Комплексами создаются наиболее благоприятные условия для кущения растений, сохранение их к уборке (густота стояния – 408,1-430,6 шт./м², в контроле I – 391,8 шт./м², в контроле II (фон) – 397,5 шт./м²). Существенное превышение значений по густоте отмечено в вариантах с применением Комплекса хелатов (норма расхода 2 и 3 дозы), Комплекса аминокислот с микроэлементами (1,5 и 3,0 л/т/га) и Комплекса аминокислот (2,0 и 3,0 л/т/га). Максимальное количество растений (430,6 шт./м²) сохранилось к уборке в

варианте с обработкой семян и двухкратно растений Комплексом аминокислот с микроэлементами с нормой расхода 2 дозы – 1,5 л/т/га (табл. 4).

Таблица 4. Формирование густоты стояния и продуктивного стеблестоя растений озимой пшеницы при обработке семян и растений (средние 2014-2017 гг.)

№ п/п	Вариант	Густота стояния растений к уборке, шт./м ²	Продуктивная кустистость, шт./рас.	Продуктивный стеблестой, шт./м ²
1	Контроль 1. Без обработки N ₀ P ₀ K ₀	391,8	1,2	470,2
2	Контроль 2. N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ (Фон)	397,5	1,2	477,0
3	Фон + КМЭ _{нс} 1-я доза	408,1	1,3	530,5
4	Фон + КМЭ _{нс} 2-я доза	410,0	1,3	533,0
5	Фон + КМЭ _{нс} 3-я доза	412,0	1,5	618,0
6	Фон + КМЭ _х 1-я доза	411,8	1,4	576,5
7	Фон + КМЭ _х 2-я доза	415,5	1,6	664,8
8	Фон + КМЭ _х 3-я доза	413,9	1,5	620,9
9	Фон + КА+МЭ 1 доза (0,5 л/м+0,5 л/га)	413,8	1,5	620,7
10	Фон + КА+МЭ 2 доза (1,5 л/м+1,5 л/га)	430,6	1,8	774,9
11	Фон + КА+МЭ 3 доза (3,0 л/м+3,0 л/га)	421,9	1,6	675,0
12	Фон + КА 1 доза (1,0 л/м+1,0 л/га)	411,2	1,5	616,8
13	Фон + КА 2 доза (2,0 л/м+2,0 л/га)	419,8	1,6	671,8
14	Фон + КА 3 доза (3,0 л/м+3,0 л/га)	422,0	1,7	717,2
	НСР ₀₅ (I)	10,8	0,09	29,7
	НСР ₀₅ (II)	10,5	0,1	31,4

Установлено, что при применении всех Комплексов процесс продуктивной кустистости протекал более активно от 1,3 до 1,8 шт./растение, в то время как, в контрольных вариантах – 1,2 шт./растение соответственно. В опытных вариантах наиболее активно шёл процесс формирования продуктивного стеблестоя и составил 530,5-774,9 шт./м², в контроле I – 470,2 шт./м², в контроле II (фон) – 477,0 шт./м². Значительное увеличение продуктивных стеблей обусловлено формированием на растении большого числа продуктивных побегов и, как выше показано, увеличением густоты стояния растений. Максимальная продуктивность (774,9 шт./м²) получена в варианте при применении на семенах и растениях второй дозы Комплекса аминокислот с микроэлементами (1,5 л/т/га), что больше контрольных вариантов (Контроль – N₀P₀K₀, без обработки, Фон – N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀) на 64,8 и 62,5% соответственно.

Установлено, что обработка семян и растений исследуемыми Комплексами растений озимой пшеницы сорта Вершина оказывает существенное влияние на формирование основных элементов структуры урожая: кустистость, длину колоса, количество и массу зерна с растения. При этом степень воздействия комплексов на формирование элементов структуры урожая в значительной степени определяется видом и дозой испытуемых Комплексов (табл.5).

Таблица 5. Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на формирование элементов структуры урожая озимой пшеницы (средние 2014-2017 гг.)

№ п/п	Вариант	Длина колоса, см	Озернен- ность, шт./раст.	Масса с растения, г		Отноше ние m _з / m _с
				зерна m _з	соломы, m _с	
1	Контроль 1. Без обработки N ₀ P ₀ K ₀	7,6	33,6	1,21	1,81	0,67
2	Контроль 2. N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ (Фон)	7,9	34,9	1,30	1,83	0,71
3	Фон + КМЭ _{нс} 1-я доза	8,1	36,4	1,36	1,89	0,72
4	Фон + КМЭ _{нс} 2-я доза	8,3	37,8	1,41	1,83	0,77
5	Фон + КМЭ _{нс} 3-я доза	8,5	41,2	1,58	1,95	0,81
6	Фон + КМЭ _х 1-я доза	8,4	38,7	1,47	1,96	0,75
7	Фон + КМЭ _х 2-я доза	8,7	42,9	1,63	2,04	0,80
8	Фон + КМЭ _х 3-я доза	8,6	41,2	1,57	1,99	0,79
9	Фон + КА + МЭ 1 доза (0,5 л/м + 0,5 л/га)	8,6	41,9	1,60	2,11	0,76
10	Фон + КА + МЭ 2 доза (1,5 л/м + 1,5 л/га)	9,0	45,2	1,82	2,22	0,82
11	Фон + КА + МЭ 3 доза (3,0 л/м + 3,0 л/га)	8,7	43,6	1,74	2,18	0,80
12	Фон + КА 1 доза (1,0 л/м + 1,0 л/га)	8,5	40,5	1,54	2,03	0,76
13	Фон + КА 2 доза (2,0 л/м + 2,0 л/га)	8,7	43,6	1,72	2,18	0,79
14	Фон + КА 3 доза (3,0 л/м + 3,0 л/га)	8,8	44,9	1,79	2,21	0,80
	НСР ₀₅ (I)	0,4	2,6	0,11	0,14	
	НСР ₀₅ (II)	0,4	2,8	0,12	0,15	

При их использовании формировались более крупные по длине (8,1-9,0 см, 7,6 и 7,9 см – в контролях) и озерненности (36,4-45,2 шт./растение, в контроле I – 33,6, в контроле II – 34,9 шт./растение) колосья. Зерновая продуктивность растений (масса зерна с растения) в фоновом варианте (N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀) по отношению к контролю (N₀P₀K₀, без обработки) возросла на 7,5% (1,3 и 1,21), обработка семян растений на фоне N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ по сравнению с растениями опытных вариантов, выращенные на фоновом варианте – на 4,6-40,0 %.

Следует 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). Отмеченное указывает на то, что в опытных вариантах ассимиляционные процессы протекают не только более активно, но и накопленные ассимиляты в растениях перераспределяются в зерновки более рационально, что положительно сказывается на величине урожайности.

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

Основным агрономическим показателем, устанавливающим целесообразность и эффективность включения в технологию возделывания озимой пшеницы того или иного приема и способа, является урожайность. На создание урожая пшеница, более других зерновых культур, расходует в период

вегетации много питательных веществ. Обработка семян и двукратно растений озимой пшеницы Комплексами на NPK-фоне оказала существенное влияние на урожайность зерна озимой пшеницы (табл. 6).

Таблица 6. Влияние Комплексов удобрений на основе аминокислот и микроэлементов на урожайность озимой пшеницы (средние 2014-2017 гг.)

№ п/п	Вариант	Урожайность по годам, ц/га				Прибавка к контролю			
		2015	2016	2017	ср.	ц/га		%	
						1*	2**	1*	2**
1	Контроль 1. Без обработки N ₀ P ₀ K ₀	55,0	55,9	58,1	56,3				
2	Контроль 2. N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ (Фон)	58,1	60,1	62,6	60,3	3,9		7,0	
3	Фон + КМЭ _{нс} 1-я доза	61,0	63,9	65,9	63,6	7,3	3,3	12,9	5,5
4	Фон + КМЭ _{нс} 2-я доза	61,8	64,5	66,2	64,2	7,8	3,9	13,9	6,5
5	Фон + КМЭ _{нс} 3-я доза	62,6	65,1	67,5	65,1	8,7	4,8	15,5	8,0
6	Фон + КМЭ _х 1-я доза	62,5	64,7	66,9	64,7	8,4	4,4	14,9	7,4
7	Фон + КМЭ _х 2-я доза	64,6	66,4	69,7	66,9	10,6	6,6	18,8	11,0
8	Фон + КМЭ _х 3-я доза	63,5	65,8	67,8	65,7	9,4	5,4	16,6	9,0
9	Фон + КА+ МЭ 1 доза (0,5 л/т+0,5 л/га)	64,0	65,8	67,6	65,8	9,5	5,5	16,8	9,2
10	Фон + КА+ МЭ 2 доза (1,5 л/т+1,5 л/га)	65,5	67,8	71,2	68,1	11,8	7,8	20,9	13,0
11	Фон + КА+ МЭ 3 доза (3,0 л/т+3,0 л/га)	65,1	67,0	70,6	67,6	11,2	7,3	19,9	12,1
12	Фон + КА 1 доза (1,0 л/т+1,0 л/га)	63,7	65,5	67,1	65,4	9,1	5,2	16,2	8,6
13	Фон + КА 2 доза (2,0 л/т+2,0 л/га)	64,6	66,6	69,0	66,7	10,4	6,5	18,5	10,7
14	Фон + КА 3 доза (3,0 л/т+3,0 л/га)	65,3	67,6	69,7	67,6	11,3	7,3	20,0	12,2
	НСР ₀₅ (I)	2,4	2,5	2,6	2,5				
	НСР ₀₅ (II)	2,6	2,8	2,8	2,8	-	-	-	-

Примечание: * – к контролю 1, N₀P₀K₀, ** – к контролю 2, N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ (фон).

Наиболее благоприятным по погодным условиям для озимой пшеницы, вегетации и уборки озимой пшеницы был 2017 год. Урожайность озимой пшеницы была выше, чем в 2015 и 2016 гг. Максимальная урожайность зерна получена с обработкой семян и двукратно растений Комплексом аминокислот с микроэлементами во второй дозе (1,5 л/т+1,5 л/га) – 71,2 ц/га, что на 22,6 и 13,8% выше контрольного и фонового вариантов.

2015 год был менее благоприятным для выращивания озимой пшеницы, что, несомненно, повлияло отрицательно на урожайность зерна озимой пшеницы. В контроле урожайность составила 55,0 ц/га, что на 5,7 % ниже, чем в 2017 году; на фоновом варианте (N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀) – 58,1 ц/га, что на 7,8 % ниже 2017 года. Максимальная урожайность в 2015 г. также отмечена в варианте с обработкой семян и двукратно растений Комплексом аминокислот с микроэлементами (1,5 л/т+1,5 л/га) и составила 65,5 ц/га. Однако, эти показатели ниже на 8,7%, чем в 2017 году. Для

выращивания озимой пшеницы сорта Вершины 2016 год был умеренным. Сохранились тенденции 2015 и 2017 годов: в вариантах с обработкой Комплексами удобрений на основе аминокислот и микроэлементов, урожай зерна рос по отношению к контрольному и фоновому вариантам. Максимальная урожайность зерна отмечена в вариантах с обработкой семян и двукратно растений Комплексом аминокислот с микроэлементами (1,5 л/т+1,5 л/га), как и в 2015 и 2017 гг. и составила 67,8 ц/га. В контрольном варианте, без обработки и внесения фоновых удобрений, была получена урожайность 55,9 ц/га, что на 3,8% ниже, чем в 2017 году, на 1,7 % выше, чем в 2015 г.

Улучшение питания растений озимой пшеницы и применение на семенах и вегетирующих растениях Комплексов способствует повышению показателей качества зерна (табл. 7).

Таблица 7. Влияние Комплексов новых удобрений на качество зерна озимой пшеницы (средние 2014-2017 гг.)

№ п/п	Вариант	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекло-видность, %	Белок, %	Сырая клейковина	
						%	ИДК
1	Контроль 1. Без обработки N ₀ P ₀ K ₀	729,7	37,1	47,5	12,4	18,7	103
2	Контроль 2. N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ (Фон)	743,8	38,1	49,5	13,0	21,7	85
3	Фон + КМЭ _{нс} 1-я доза	754,9	38,6	52,8	13,5	22,5	81
4	Фон + КМЭ _{нс} 2-я доза	758,7	39,8	53,9	13,8	23,4	74
5	Фон + КМЭ _{нс} 3-я доза	761,6	39,5	54,5	14,3	23,9	72
6	Фон + КМЭ _х 1-я доза	762,8	38,7	55,3	14,1	23,2	73
7	Фон + КМЭ _х 2-я доза	767,8	39,6	59,3	14,6	25,0	71
8	Фон + КМЭ _х 3-я доза	765,7	39,3	57,4	14,4	24,8	72
9	Фон + КА+ МЭ 1 доза (0,5 л/т+0,5 л/га)	774,3	39,2	58,0	14,7	24,3	71
10	Фон + КА+ МЭ 2 доза (1,5 л/т+1,5 л/га)	786,4	41,1	61,9	15,1	26,9	68
11	Фон + КА+ МЭ 3 доза (3,0 л/т+3,0 л/га)	779,7	40,7	58,1	14,9	25,7	69
12	Фон + КА 1 доза (1,0 л/т+1,0 л/га)	764,8	39,2	57,2	14,3	23,5	73
13	Фон + КА 2 доза (2,0 л/т+2,0 л/га)	766,8	40,3	58,0	14,7	25,2	70
14	Фон + КА 3 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				

Комплексы удобрений на основе аминокислот и микроэлементов повышали абсолютные значения показателей качества, 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 дозы или 1,5 л/т/га). В указанном варианте формировалось более крупное и выровненное зерно (натура – 786,4 г/л, в контроле, без обработки (N₀P₀K₀) 729,7 и (N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀) 743,8 г/л, масса 1000 зерен – 41,1 г, в контролях – 37,1 и 38,1 г соответственно); в контроле формировалось зерно низконатурное (729,7 и 743,8 г/л), с высокой массой 1000 зерен (37,9 и 39,4 г), в опытных вариантах – зерно средненатурное (754,9-779,7 г/л), с высокой массой 1000 зерен (38,6-40,9 г). И лишь в варианте с обработкой семян и растений Комплексом аминокислот с микроэлементами (норма расхода – 2 доза) формировалось зерно высоконатурное (786,4 г/л), с высокой массой 1000 зерен (41,1 г).

Высокое содержание сырой клейковины, хорошие ее физические свойства не только повышают питательную ценность хлебных изделий, но и являются основным условием высоких хлебопекарных качеств муки. Важнейшим показателем, характеризующим качество озимой пшеницы является сырая клейковина и белок.

Содержание белка и сырой клейковины изменялось от погодных условий. В условиях повышенных температур и недостатка атмосферных осадков использование новых удобрений приводило к повышению устойчивости растений и снижению негативного действия на содержание в зерне сырой клейковины. Получено зерно высокого качества, по показателю сырой клейковины относится к продовольственному третьему класса (в контрольных вариантах – продовольственная четвертого класса).

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

Вынос питательных веществ – один из ведущих показателей, применяемых при расчете доз удобрений на планируемую урожайность культур, он значительно изменяется с учетом природно-климатических и почвенных условий, уровня вносимого удобрения, величины урожая основной и побочной продукции.

Максимальный вынос азота урожаем наблюдался в вариантах с применением 2-й дозы (1,5 л/т+1,5 л/га) Комплекса аминокислот с микроэлементами, в котором он составил 220,6 кг/га (табл. 8). Вынос фосфора и калия также был наибольшим и увеличился на 14,2 и 30,2 кг/га в сравнении с контролем и 9,4 и 20,0 кг/га в сравнении с фоновым вариантом соответственно. В других опытных вариантах (Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей, Комплекс хелатов микроэлементов, Комплекс аминокислот) также наблюдалось увеличение выноса питательных элементов: по N – с 206,1 по 218,7, P – с 76,3 по 81,0 и K – с 162,8 по 172,8 кг/га соответственно.

Баланс азота во всех вариантах опытов при получении урожайности 5,63-6,81 т/га был отрицательным и в среднем за 3 года составил 95,4-120,6 кг/га. В контрольных вариантах недостаток азота составил 182,4,5 и 95,4 кг/га. Максимальный отрицательный баланс азота получен в варианте с наибольшей продуктивностью растений при применении Комплекса аминокислот с микроэлементами с нормой расхода вторых доз (1,5 л/т+1,5 л/га) – 120,6 кг/га. В остальных опытных вариантах также наблюдается тенденция, увеличения

отрицательного баланса азота, что связано с увеличением урожайности озимой пшеницы. Таким образом, хотя и полученные в полевом опыте данные свидетельствуют об отрицательном балансе азоте по всем вариантам опыта, но они не превышают 30 % от расхода.

Все вышесказанное свидетельствует об одинаковой направленности влияния вносимых минеральных удобрений и их сочетаний с применением опытных Комплексов с различными формами и дозами на продуктивность севооборотов и баланс питательных веществ.

Таблица 8. Вынос и баланс элементов минерального питания растениями озимой пшеницы с урожаем (средние за 2015-2017 гг.), кг/га

№ п/п	Вариант	Урожайность, т/га	Вынос с урожаем			Баланс, ±		
			N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Контроль 1. Без обработки N ₀ P ₀ K ₀	5,6	182,4	67,6	144,1	-182,4	-67,6	-144,1
2	Контроль 2. N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ (Фон)	6,0	195,4	72,4	154,4	-95,4	27,6	-54,4
3	Фон + КМЭ _{нс} 1-я доза	6,4	206,1	76,3	162,8	-106,1	23,7	-62,8
4	Фон + КМЭ _{нс} 2-я доза	6,4	208,0	77,0	164,4	-108,0	23,0	-64,4
5	Фон + КМЭ _{нс} 3-я доза	6,5	210,9	78,1	166,7	-110,9	21,9	-66,7
6	Фон + КМЭ _х 1-я доза	6,5	209,6	77,6	165,6	-109,6	22,4	-65,6
7	Фон + КМЭ _х 2-я доза	6,7	216,8	80,3	171,3	-116,8	19,7	-71,3
8	Фон + КМЭ _х 3-я доза	6,6	212,9	78,8	168,2	-112,9	21,2	-68,2
9	Фон + КА+ МЭ 1 доза (0,5 л/т+0,5 л/га)	6,6	213,2	79,0	168,4	-113,2	21,0	-68,4
10	Фон + КА+ МЭ 2 доза (1,5 л/т+1,5 л/га)	6,8	220,6	81,7	174,3	-120,6	18,3	-74,3
11	Фон + КА+ МЭ 3 доза (3,0 л/т+3,0 л/га)	6,8	219,0	81,1	173,1	-119,0	18,9	-73,1
12	Фон + КА 1 доза (1,0 л/т+1,0 л/га)	6,6	212,5	78,7	167,9	-112,5	21,3	-67,9
13	Фон + КА 2 доза (2,0 л/т+2,0 л/га)	6,7	216,1	80,0	170,8	-116,1	20,0	-70,8
14	Фон + КА 3 доза (3,0 л/т+3,0 л/га)	6,8	218,7	81,0	172,8	-118,7	19,0	-72,8

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

Экономическая эффективность применения удобрений в технологии возделывания пшеницы озимой зависит от соотношения величин сохранённого урожая, с учётом его качества, и затрат на их использование.

Расчет экономической эффективности применения испытуемых Комплексов в технологии производства зерна озимой пшеницы показал, что

наиболее высокий чистый доход и норма рентабельности отмечены в варианте с применением Комплекса хелатов микроэлементов (норма расхода – 2 доза) и Комплекса аминокислот с микроэлементами (норма расхода – 2 доза – 1,5 л/т/га). В указанных вариантах абсолютные значения рассматриваемых показателей соответственно составляли 46 344 руб с 1 га и 151,5%, 47 345 руб с 1 га и 152,9% соответственно (в контроле 30 700 руб с 1 га и 103,7 %).

Для любого производства эффективность внедрения 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 в контроле 60,3 ц/га, НСР₀₅=3,0 ц/га) высококачественного зерна (максимальное содержание сырой клейковины – 26,9%, в контрольных вариантах – 18,7 и 21,7 % соответственно).

Таким образом, проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что применение Комплекса аминокислот с микроэлементами (норма расхода агрохимиката – 2 доза – 1,5 л/т/га) экономически целесообразно.

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) активизирует рост растения в высоту (78,4-88,1 см, на контроле N₀P₀K₀, без обработки – 71,2 см, в фоновом варианте N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ – 77,7 см). Наиболее высокорослые растения (88,1 см) формировались в варианте с обработкой семян перед посевом и последующей двукратной обработкой 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 см², на контроле N₀P₀K₀ (I) – 67,2 см², N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ (II) – 78,8 см², НСР_{0,5} (I) = 3,8 см², НСР_{0,5} (II) = 4,1 см²).

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 фоновом 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/дм², на контроле – 6,83, в фоновом варианте – 6,69 г/дм²) 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./м², на контроле – 391,8, в фоновом варианте – 397,5 шт./м², продуктивный стеблестой – 530,5-774,9, 470,2 и 477,0 шт./м² 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 N₀P₀K₀ – 33,6 шт., НСР_{0,5} (I) = 1,8 шт. и в контроле (II) N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀, 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/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/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 ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в российских рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Вознесенская Т.Ю., Веревкина Т.М. Эффективность применения органоминеральных удобрений с комплексом аминокислот на пшенице// Плодородие. – 2018. – № 6. – С. 9-12. DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.03.

2. Пономарева А.С., Вознесенская Т.Ю., Рыжова Д.А. Эффективность применения органоминеральных удобрений с комплексом аминокислот на пшенице// Плодородие. – 2018. – № 6. – С. 20-23. DOI: 10.25680/S19948603.2018.105.06.

3. 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// Агрехимический вестник. – 2018. – № 6. – С. 39-43. DOI: 10.24411/0235-2516-2018-10058.

4. 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. DOI: 10.25680/S19948603.2019.110.04.

5. Пономарева А.С., Коршунов А.А., Вознесенская Т.Ю., Рыжова Д.А. Эффективность применения органоминеральных удобрений с комплексом аминокислот на пшенице// Агрехимический вестник. – 2019. – № 1. – С. 59-62. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10014.

6. 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. DOI: 10.25680/S19948603.2020.117.02.

7. 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.

8. Вознесенская Т.Ю., Можарова И.П. Влияние инновационных удобрительных комплексов на фотосинтез и продуктивность листового аппарата

пшеницы озимой// Плодородие. – 2021. – № 6. – С. 52-55.
DOI: 10.25680/S19948603.2021.123.14.

Публикации в других изданиях:

1. Коршунов А.А., Грабовская Т.Ю. Влияние регуляторов роста растений на продуктивность озимой пшеницы при различных нормах минерального питания// Материалы докладов участников 9-ой научно-практической конференции «Анапа-2016» «перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур». – Москва Анапа, 2016. – С. 85-89.

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

3. Вознесенская Т.Ю., Коршунов А.А. Влияние новых инновационных удобрений на рост растений озимой пшеницы на почвах Краснодарского края// Материалы 53-й Международной научной конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, посвященной 115-летию со дня рождения профессора Александра Васильевича Петербургского, – г. Москва, с. 46-52.

4. Боровик Р.А., Мухина М.Т., Рыжова Д.А., Вознесенская Т.Ю., Коршунов А.А. Применение полифункциональных удобрений с аминокислотами на картофеле в условиях Московской области// Защита картофеля. – 2020. – № 1. – С. 5-6.

5. 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// Материалы научно-практической онлайн-конференции. «Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур» Москва, 2020., с. 38-44.
DOI: 10.25680/VNIIA.2019.25.58.108.

6. 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.

7. Вознесенская Т.Ю. Эффективность удобрений с включением аминокислот на пшенице озимой// 55-й Всероссийской с международным участием конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов «Основные направления и современные подходы в агрохимической науке», Москва, 2022 с.

