

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ  
РЕСПУБЛИКАНСКОЕ НАУЧНОЕ ДОЧЕРНЕЕ УНИТАРНОЕ  
ПРЕДПРИЯТИЕ «ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ»

Объект авторского права

УДК 631.8:631.559:[633.112.9"321"+633.11"321"]:631.445.24(043.3)

**КУЛЕШОВА**  
Анна Александровна

**ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ  
И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ  
И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ  
НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ**

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

по специальности 06.01.04 – агрохимия

Минск, 2024

Научная работа выполнена в УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»

Научный  
руководитель:

**Вильдфлуш Игорь Робертович,**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Официальные  
оппоненты

**Путятин Юрий Викторович**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
заведующий лабораторией мониторинга  
плодородия почв и экологии РУП «Институт  
почвоведения и агрохимии»

**Синевич Татьяна Георгиевна**  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
заведующий кафедрой агрохимии, почвоведения  
и сельскохозяйственной экологии УО  
«Гродненский государственный аграрный  
университет»

Оппонирующая  
организация

РУП «Гродненский зональный институт  
растениеводства НАН Беларуси»

Защита состоится «25» апреля 2024 года в 11<sup>00</sup> часов на заседании совета по защите диссертаций Д 01.50.01 при РУП «Институт почвоведения и агрохимии» по адресу: ул. Казинца, 90, г. Минск, 220108, Республика Беларусь. Тел.: (+37517) 252-55-54, факс: (+37517) 374-04-02, e-mail: brissa\_aspirant@tut.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке при РУП «Институт почвоведения и агрохимии».

Автореферат разослан «22» марта 2024 г.

Ученый секретарь совета  
по защите диссертаций,  
кандидат с.-х наук, доцент



О.В. Матыченкова

## **ВВЕДЕНИЕ**

Яровые пшеница и тритикале – ценные продовольственные и кормовые культуры. Пшеница является основной культурой ярового сева и присутствует в рационе питания каждого человека. Ее пищевые достоинства определяются содержанием необходимых для питания веществ, прежде всего белков, незаменимых аминокислот, зольных веществ, витаминов и их способностью усваиваться организмом. Тритикале интересна в основном как зернофуражная культура и имеет преимущества перед другими яровыми зерновыми культурами, в частности по содержанию незаменимых аминокислот. В республике больше преобладают посевные площади под озимой тритикале, чем под яровой, в связи с более высокой ее урожайностью.

Республика Беларусь может себя обеспечить собственным продовольственным зерном, т.к. для этого есть все необходимые условия. При средней урожайности 35–40 ц/га республика может ежегодно получать до 1,5–2,0 млн. т пшеничного зерна и почти полностью удовлетворять потребности хлебопекарной промышленности. Все это свидетельствует о больших потенциальных возможностях яровой пшеницы при совершенствовании технологии ее выращивания.

В настоящий момент все еще остается проблема получения высоких, экономически обоснованных урожаев зерна хорошего качества. Для этого необходимо совершенствовать технологии возделывания сельскохозяйственных культур, при этом важное значение имеет обеспечение растений всеми требуемыми макро- и микроэлементами. Перспективным является применение комплексных удобрений, так как это дает возможность сбалансировать минеральное питание сельскохозяйственных растений и существенно снизить затраты на внесение их в почву. Важное преимущество – возможность их применения совместно со средствами химической защиты растений.

На основании всего вышеизложенного можно сказать, что исследования по изучению влияния комплексных макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании яровых пшеницы и тритикале весьма актуальны и позволяют оптимизировать питание растений, обеспечить высокую продуктивность и улучшить качество зерна.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### ***Связь работы с научными программами и темами***

Исследования проводились в 2018–2020 гг. в УО «БГСХА» на базе УНЦ «Опытные поля» в рамках инициативной темы «Разработать ресурсосберегающую систему удобрения и приемы оптимизации микроэлементного состава растениеводческой продукции яровых зерновых

культур, кукурузы и овощных культур при комплексном применении макро-, микроудобрений и регуляторов роста, обеспечивающую высокую продуктивность и качество урожая» (Государственный регистрационный номер № 20192666).

**Цель исследований** – оптимизация системы удобрения яровой пшеницы и яровой тритикале на основе применения новых форм комплексных удобрений для допосевного внесения и некорневых подкормок отечественного и зарубежного производства, микроудобрений, комплексных микроудобрений с регуляторами роста, обеспечивающей повышение урожайности и улучшение качества зерна при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

**Задачи исследований:**

1. Установить влияние новых форм комплексных удобрений для допосевного внесения и некорневых подкормок, микроудобрений с регулятором роста и регулятора роста на динамику роста, накопление биомассы, фотосинтетическую деятельность посевов, структуру урожая яровой пшеницы и яровой тритикале, урожайность и качество зерна;

2. Исследовать влияние новых форм комплексных удобрений для допосевного внесения и некорневых подкормок, микроудобрений с регулятором роста и регулятора роста на содержание в зерне и соломе яровой пшеницы и яровой тритикале азота, фосфора, калия, микроэлементов, а также рассчитать вынос элементов питания с урожаем;

3. Провести экономическую оценку эффективности применения новых форм комплексных удобрений, микроудобрений с регулятором роста и регулятора роста при возделывании яровой пшеницы и яровой тритикале. Сопоставить эффективность белорусских и зарубежных удобрений и сделать предложения по импортозамещению;

4. Предложить производству ресурсосберегающую систему применения средств химизации для яровых пшеницы и тритикале.

*Объект исследования* – яровая пшеница сорта Бомбона и яровая тритикале сорта Садко.

*Предмет исследования* – новое комплексное удобрение (АФК с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn) для основного внесения, разработанное в РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси», водорастворимые комплексные удобрения Нутривант плюс зерновой (Израиль), Кристалон особый и коричневый (Нидерланды), Адоб Профит (Польша), комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим–Медь Л (Беларусь) и микроудобрение Адоб Медь (Польша), регулятор роста Экосил и их влияние на продукционные процессы, урожайность и качество зерна при возделывании яровой пшеницы сорта Бомбона и яровой тритикале сорта Садко.

## **Научная новизна**

Впервые на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Беларуси установлена высокая эффективность применения новых форм комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы и яровой тритикале.

Основное внесение нового комплексного АФК удобрения марки 16:12:20 с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn повышало урожайность зерна пшеницы на 8,4 ц/га, зерна тритикале – на 7,2 ц/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе ( $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ ) вносили карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий.

Обработка посевов микроудобрениями Адоб Медь и МикроСтим–Медь Л по сравнению с фоном  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  повышала урожайность зерна пшеницы на 4,4 и 5,8 ц/га, зерна тритикале – на 3,6 и 4,8 ц/га соответственно.

Наибольшая урожайность зерна была получена при некорневой подкормке посевов МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  – 69,7 и 70,3 ц/га у яровой пшеницы, 51,6 и 52,1 ц/га у яровой тритикале.

Усовершенствована и обоснована ресурсосберегающая система применения удобрений яровой пшеницы и яровой тритикале, характеризующаяся высокой экономической эффективностью и обеспечивающая повышение урожайности и улучшение качества зерна.

## **Положения, выносимые на защиту**

1. Применение на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве некорневых подкормок микроудобрением Адоб Медь на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  и микроудобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  увеличивало площадь листовой поверхности у яровой пшеницы сорта Бомбона на 2,6 тыс. м<sup>2</sup>/га (с 47,2 до 49,8 тыс. м<sup>2</sup>/га) и 4,2 тыс. м<sup>2</sup>/га (с 45,9 до 50,1 тыс. м<sup>2</sup>/га). Некорневая подкормка комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой и комплексным микроудобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  повышала ФП на 0,02 млн. м<sup>2</sup>сут/га (с 0,62 до 0,64 млн. м<sup>2</sup>сут/га) и 0,04 млн. м<sup>2</sup>сут/га (с 0,62 до 0,66 млн. м<sup>2</sup>сут/га), накопление сухого вещества – на 34,4 г (с 1460,8 до 1495,2) и 27,5 г (с 1460,8 до 1488,3 г), что и обеспечивало получение максимальной урожайности зерна в опыте.

2. У яровой тритикале сорта Садко некорневые подкормки микроудобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л и комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  повышали площадь листовой поверхности на 7,7 тыс. м<sup>2</sup>/га (с 53,9 до 61,6 тыс. м<sup>2</sup>/га) и

9,4 тыс. м<sup>2</sup>/га (с 53,9 до 63,3 тыс. м<sup>2</sup>/га), ФП – на 0,09 млн. м<sup>2</sup>сут/га (с 0,74 до 0,83 млн. м<sup>2</sup>сут/га) и 0,14 млн. м<sup>2</sup>сут/га (с 0,74 до 0,88 млн. м<sup>2</sup>сут/га), сухое вещество – на 12,8 г (с 1105,4 до 1118,2 г) и 20,1 г (с 1105,4 до 1125,5 г).

3. Комплексное удобрение для основного внесения АФК марки 16:12:20, содержащее 0,20 % Cu и 0,10 % Mn, по сравнению с применением стандартных удобрений в эквивалентной дозе (N<sub>60+30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) увеличивало урожайность зерна яровой пшеницы сорта Бомбона на 8,4 ц/га (с 58,0 до 66,4 ц/га), содержание сырой клейковины – на 3,7 % (с 27,9 до 31,6 %), а урожайность яровой тритикале сорта Садко – на 7,2 ц/га (с 41,6 до 48,8 ц/га), выход сырого белка – на 0,6 ц/га (с 4,3 до 4,9 ц/га), содержание сырой клейковины – на 2,2 % (с 25,7 до 27,9 %) соответственно.

4. Применение удобрений МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне N<sub>60+30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> увеличивало урожайность яровой пшеницы сорта Бомбона на 5,8 и 6,9 ц/га (с 58,0 до 63,8 и 64,9 ц/га). Наиболее высокая урожайность зерна (69,7 и 70,3 ц/га), выход сырого белка (7,4 и 7,9 ц/га), содержание сырой клейковины (33,2 и 34,4 %) отмечены при применении МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне N<sub>60+30+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>.

У яровой тритикале сорта Садко некорневые подкормки удобрениями МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне N<sub>60+30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> увеличивали урожайность зерна на 4,8 и 5,6 ц/га (с 41,6 до 46,4 и 47,2 ц/га). Максимальная урожайность (51,6 и 52,1 ц/га), содержание сырой клейковины (27,9 и 29,2 %), выход сырого белка (4,9 и 5,2 ц/га) отмечены при применении МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне N<sub>60+30+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>.

5. В вариантах с наибольшими показателями урожайности и наилучшим качеством зерна (N<sub>60+30+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>+МикроСтим–Медь Л, N<sub>60+30+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>+Нутривант плюс зерновой) содержание элементов питания в зерне и соломе яровой пшеницы составило: азота – 2,01, 2,14 % и 0,50, 0,55 %; 0,85, 0,90 % и 0,32, 0,36 %; 0,45, 0,49 % и 1,20, 1,22 %. Значения удельного выноса у яровой пшеницы при этом составляли: азота – 21,9 и 22,6 кг/т, фосфора – 10,3 и 10,4 кг/т, калия – 14,0 и 14,4 кг/т основной и соответствующее количество побочной продукции.

При возделывании яровой тритикале в вариантах с высокой урожайностью и хорошим качеством зерна (N<sub>60+30+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>+МикроСтим–Медь Л, N<sub>60+30+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>+Нутривант плюс зерновой) содержание элементов питания в зерне и соломе составило: азота – 1,79, 1,90 % и 0,39, 0,41 %; фосфора – 0,96, 0,99 % и 0,33, 0,36 %; калия – 0,66, 0,73 % и 1,38, 1,52 %. Значения удельного выноса у яровой тритикале при этом составляли: азота – 20,6 и 21,2 кг/т, фосфора – 12,3 и 13,0 кг/т, калия – 23,0 и 25,5 кг/т основной и соответствующее количество побочной продукции.

6. У яровой пшеницы сорта Бомбона и яровой тритикале сорта Садко более экономически эффективными были варианты с некорневыми подкормками микроудобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л и комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой на фоне повышенных доз минеральных удобрений  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ , где чистый доход составил 105,8, 99,3 USD/га и 30,9, 35,4 USD/га, а рентабельность – 49,3, 43,4 % и 16,3, 18,5 % соответственно.

#### **Личный вклад соискателя ученой степени**

На протяжении 2018–2020 гг. автором диссертации лично закладывались полевые опыты, отбирались почвенные и растительные образцы, проводились биометрические измерения. Соискателем была проанализирована отечественная и зарубежная литература по изучаемой теме, обобщены и систематизированы полученные данные, проведена их статистическая обработка, оценка экономической эффективности. Автореферат и диссертация были написаны соискателем самостоятельно.

Научные статьи и материалы конференций по теме исследований написаны в соавторстве [1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13] или самостоятельно [3, 4, 10, 11, 14, 15]. Также написаны рекомендации для агропромышленного комплекса [16] и результаты исследований внедрены в сельскохозяйственное производство и учебный процесс УО «БГСХА».

#### **Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов**

Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены на: XVII Международно-практической конференции «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур», посвященной 95-летию агрономического факультета и 180-летию подготовки специалистов аграрного профиля (Горки, 28–29 января 2021 г.); Международной научно-практической конференции «Современные проблемы использования почв и повышения их плодородия», посвященной 100-летию кафедры почвоведения Белорусской государственной сельскохозяйственной академии (Горки, 6–8 декабря 2021 г.); Международной научно-практической конференции «Пути повышения эффективности удобрений, качества растениеводческой продукции и плодородия почвы», посвященной 100-летию кафедры агрохимии Белорусской государственной орденов Красной Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии и 115-летию со дня рождения деятеля науки БССР, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Р. Т. Вильдфлуша (Горки, 30 ноября 2021 г.); XV Международной научно-практической конференции «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур», посвященной

100-летию Заслуженного агронома БССР, почетного профессора БГСХА А. Н. Богомолва (Горки, 20–21 декабря 2019 г.); Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» (с. Соленое Займище, 10–12 августа 2021 г.); V Международной научно-практической конференции «Научные основы повышения эффективности сельскохозяйственного производства», посвященной 205-летию от основания факультета (Харьков, 25–26 ноября 2021 г.).

Результаты исследований внедрены при возделывании яровой пшеницы в РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района Могилевской области, при возделывании яровой тритикале в КСУП «Лепешинский» Кормянского района Гомельской области в 2020 г. и в образовательный процесс УО БГСХА.

### **Опубликование результатов исследований**

По теме диссертационной работы опубликовано 16 печатных работ, в том числе: в научных изданиях, входящих в Перечень ВАК – 9; материалах научных конференций – 6; рекомендации производству – 1. Общее количество страниц опубликованного материала – 7,45 авторских листа, лично автору принадлежит – 5,75.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, библиографического списка и приложений. Текст диссертационной работы изложен на 178 страницах, содержит 20 таблиц, 13 рисунков, 52 приложения, библиографический список включает 193 наименования, в том числе 12 на иностранных языках и 16 публикаций автора.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

Анализ отечественной и зарубежной литературы свидетельствует о важной роли микроэлементов и регуляторов роста, их влиянии на физиологические и биохимические процессы в растении. Многочисленные научные исследования говорят о том, что микроэлементы и регуляторы роста способствуют повышению урожайности и улучшают качество зерна яровых зерновых культур, что доказывает необходимость их использования в сельскохозяйственном производстве.

Однако эффективность комплексных, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы в северо-восточном регионе Беларуси на данный момент изучена слабо. Для яровой тритикале



такие исследования вообще отсутствуют. Все это и предопределило тему наших исследований.

## ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты с яровой пшеницей сорта Бомбона и яровой тритикале сорта Садко проводили в 2018–2020 гг. в УНЦ «Опытные поля УО БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. Общая площадь делянки – 21 м<sup>2</sup>, учетная – 16,5 м<sup>2</sup>, повторность – четырехкратная.

Норма высева – 5,5 млн всхожих семян. Посев производился рядовым способом посева сеялкой пневматической СПУ – 3, глубина заделки – 4 см. Предшественники в 2018 г. – горох, в 2019–2020 гг. – подсолнечник. Посев в 2018–2020 гг. осуществлялся 3 мая, 19 и 23 апреля.

Протравливание семян проводили препаратами Виал ТТ 0,5 л/т (2018 г.), Раксил 0,2 л/т + Иншур перформ 0,6 л/т (2019 г.), Ламадор 0,15 кг/т (2020 г.). В основное внесение применяли карбамид (N – 46 %), аммонизированный суперфосфат (N – 9 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 30 %), хлористый калий (K<sub>2</sub>O – 60 %). В 2018 г. проводили прополку гербицидом Триммер в фазу 2–3 настоящих листа в дозе 20 г/га, в фазу колошения обрабатывали инсектицидом Фаскорд в дозе 0,15 л/га, фунгицидом Колосаль Про в дозе 0,4 л/га. В 2019 г. проводили обработку гербицидом Секатор турбо в дозе 0,075 л/га в фазу 2–3 настоящих листа, в фазу кущения обработка фунгицидом Рекс Дуо в дозе 0,6 л/га, в фазу колошения обработка инсектицидом Фаскорд в дозе 0,15 л/га. В 2020 г. в фазу появления всходов проводилась прополка посевов гербицидом Секатор Турбо 0,075 л/га, обработка инсектицидами Фаскорд 0,1 л/га и Импакт 0,5 л/га проводилась в фазу выхода в трубку.

Опыты с пшеницей и тритикале включали 13 вариантов: 1) Без удобрений; 2) N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>; 3) N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> + N<sub>30</sub> в фазу начала выхода в трубку – фон 1; 4) Фон 1 + Адоб Медь в фазу начала выхода в трубку; 5) Фон 1 + МикроСтим–Медь Л в фазу начала выхода в трубку; 6) Фон 1 + Нутривант плюс зерновой в фазы кущения и начала выхода в трубку; 7) Фон 1 + Кристалон в фазы кущения (особый) и начала выхода в трубку (коричневый); 8) Фон 1 + Адоб Профит в фазы кущения и начала выхода в трубку; 9) Фон 1 + Экосил в фазу начала выхода в трубку; 10) Комплексное удобрение АФК + N<sub>30</sub> в фазу начала выхода в трубку (эквивалентный по NPK варианту 3); 11) N<sub>60</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub> в фазу начала выхода в трубку + N<sub>30</sub> в фазу флагового листа – фон 2; 12) Фон 2 + МикроСтрим–Медь Л в фазу начала выхода в трубку; 13) Фон 2 + Нутривант плюс зерновой в фазы кущения и начала выхода в трубку.

Основные минеральные удобрения (карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) вносили до посева под культивацию. Азотная подкормка пшеницы проводилась в фазу начала выхода в трубку и фазу флагового листа.

Новое комплексное удобрение (АФК) марки 16–12–20 с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn вносили до посева в дозе, эквивалентной варианту 3 (N<sub>60+30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>), где применяли карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий. Микроудобрение Адоб Медь и комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим–Медь Л применяли в фазу начала выхода в трубку в дозе 0,8 л/га и 0,7 л/га соответственно. Комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой проводили 2 обработки в дозе 2 кг/га в фазу кущения и фазу начала выхода в трубку. Удобрение Кристалон особый в дозе 2 кг/га вносили в фазу кущения, Кристалон коричневый, 2 кг/га – в фазу начала выхода в трубку. Комплексное удобрение Адоб Профит также вносили дважды в фазу кущения и начала выхода в трубку по 2 кг/га. Обработку посевов регулятором роста Экосил в дозе 75 мл/га проводили в фазу начала выхода в трубку.

Некорневые подкормки комплексными, микроудобрениями и регулятором роста проводили согласно схеме опыта ранцевым опрыскивателем. Уход за посевами проводили в соответствии с общепринятыми технологиями возделывания яровых зерновых. Уборка и учет урожая проводилась селекционным комбайном «Wintersteiger Delta» поделочно.

В опытах проводились фенологические наблюдения. В фазу кущения, выход в трубку, колошение и молочно-восковая спелость отбирались растительные образцы для определения биометрических показателей (площадь листьев, высота растений, динамика накопления сухого вещества).

Показатели фотосинтетической деятельности посевов (площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза) определяли согласно методическим указаниям, разработанным Институтом почвоведения и агрохимии.

В растительных образцах зерна и соломы яровой пшеницы и тритикале определяли: в зерне и соломе – NPK; в зерне – Cu, Zn, массу 1000 зерен, содержание и выход сырого белка, сырую клейковину, сырую клетчатку, крахмал, аминокислотный состав.

В зерне яровой пшеницы – стекловидность, натуру зерна; в зерне яровой тритикале – переваримый протеин, обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином.

Числовые данные, полученные в результате опытов обрабатывались дисперсионным и корреляционным методами анализов с использованием программы Microsoft Excel на компьютере (Б. А. Доспехов, 1985).

Расчеты агрономической и экономической эффективности применения удобрений проведены по методике Института почвоведения и агрохимии «Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений» (в ценах по состоянию на 2020 год в долларовом эквиваленте).

## **ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ДИНАМИКУ РОСТА, НАКОПЛЕНИЕ БИОМАССЫ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ**

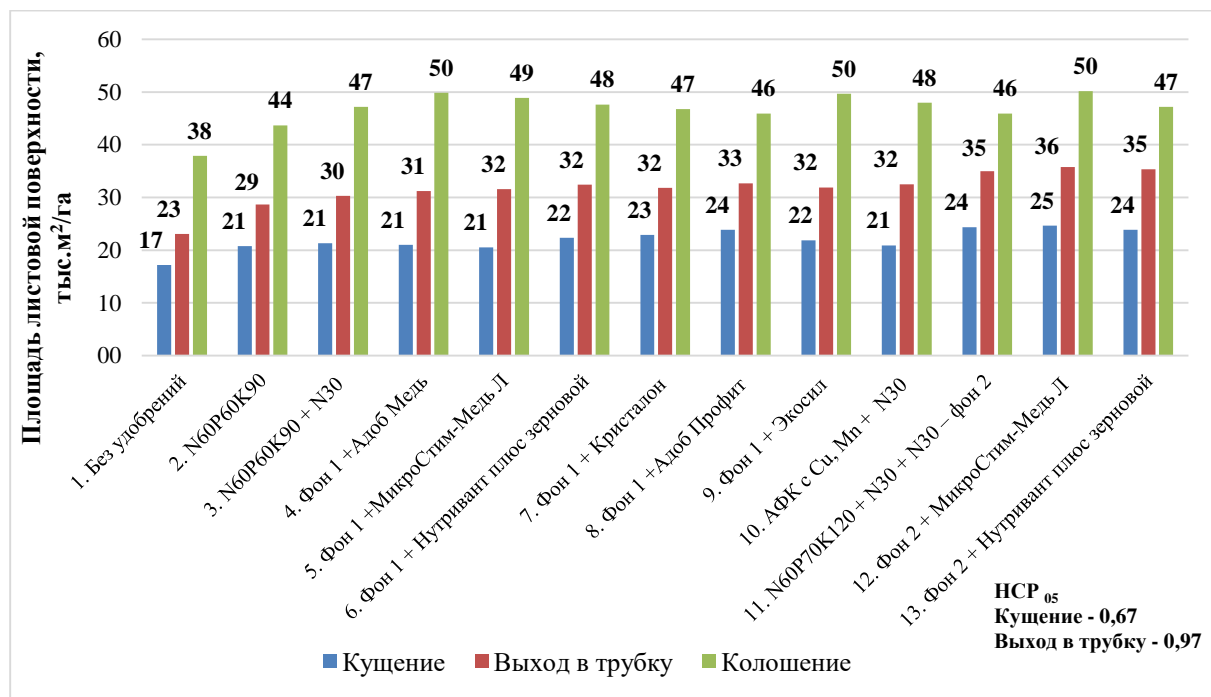
В среднем за 3 года исследований удобрения и регуляторы роста способствовали увеличению роста растений яровых пшеницы и тритикале. Максимальная высота растений яровой пшеницы сорта Бомбона в фазе молочно-восковой спелости в среднем за 3 года исследований отмечена в вариантах с использованием микроудобрения с регулятором роста МикроСтим–Медь Л и комплексного удобрения Нутривант плюс зерновой на фоне повышенных доз минеральных удобрений ( $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ ) – 111,0 и 111,9 см. В данных вариантах отмечена максимальная урожайность зерна яровой пшеницы.

Максимальная высота растений яровой тритикале сорта Садко в фазу молочно-восковой спелости в среднем за 3 года исследований отмечена в варианте с использованием комплексного удобрения Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  и составила 121,5 см.

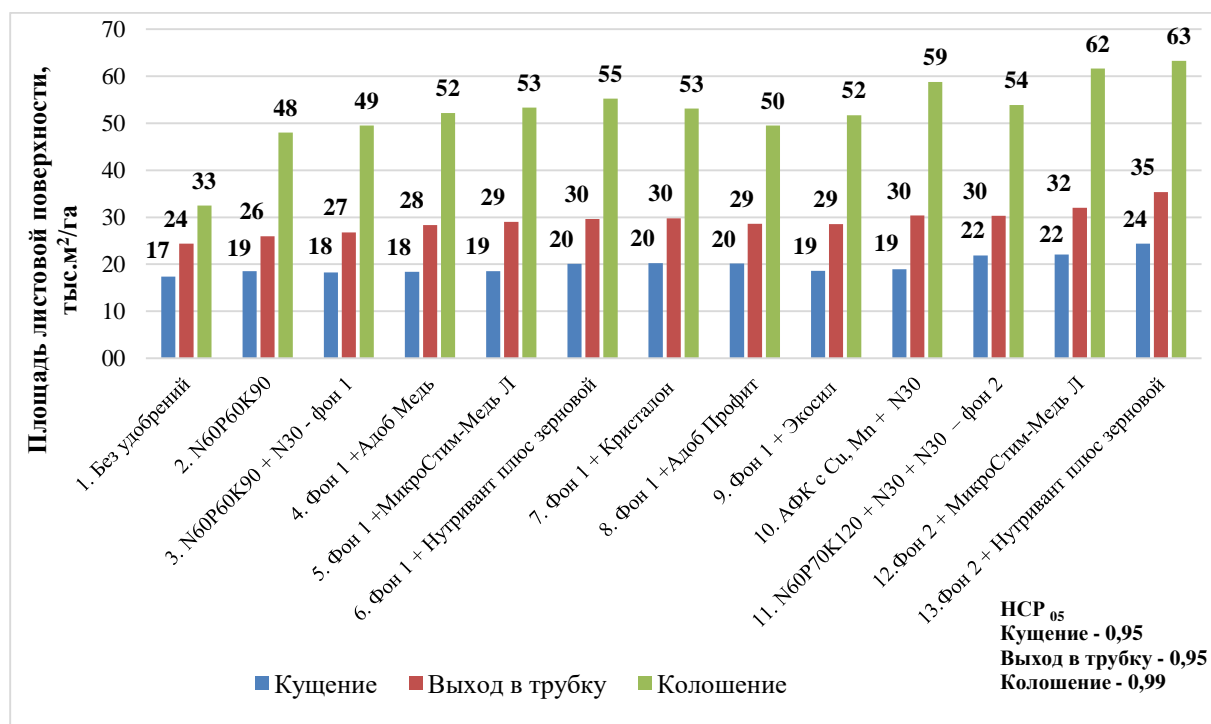
Наибольшая масса сухого вещества растений яровой пшеницы сорта Бомбона и яровой тритикале сорта Садко в фазу молочно-восковой спелости, в среднем за 3 года исследований отмечена в вариантах с применением микроудобрения с регулятором роста МикроСтим–Медь Л и комплексного удобрения Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  и составила 1488,3; 1495,2 и 1118,2; 1125,5 г/100 растений, где и была получена максимальная урожайность зерна яровой пшеницы и яровой тритикале – 69,7; 70,3 и 51,6; 52,1 ц/га.

Макро-, микроудобрения и регуляторы роста увеличивали фотосинтетическую деятельность посевов пшеницы и тритикале. У яровой пшеницы в фазе колошения наибольшая площадь листовой поверхности в среднем за 3 года исследований (49,8 и 50,1 тыс. м<sup>2</sup>/га) была отмечена в варианте с применением микроудобрений Адоб Медь на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  и МикроСтим–Медь Л на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ . Большая площадь листовой поверхности растений яровой тритикале в фазу колошения наблюдалась при применении МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  и составила 61,6 и 63,3 тыс. м<sup>2</sup>/га, что и обеспечивало более высокую урожайность зерна в этих вариантах (рисунок 1, 2). Максимальный ФП (0,66–0,64 млн м<sup>2</sup> сут./га) у яровой пшеницы и яровой тритикале (0,83–

0,88 млн. м<sup>2</sup> сут./га) отмечен в вариантах с применением микроудобрения МикроСтим–Медь Л и комплексного удобрения Нутривант плюс зерновой на фоне N<sub>60</sub>+30+30P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>, что также положительно повлияло на урожайность зерна в данных вариантах (таблица 1).



**Рисунок 1 – Динамика нарастания площади листовой поверхности растениями яровой пшеницы сорта Бомбона в зависимости от применяемых систем удобрения в среднем за 2018–2020 гг., тыс. м<sup>2</sup>/га**



**Рисунок 2 – Динамика нарастания площади листовой поверхности растениями яровой тритикале сорта Садко в зависимости от применяемых систем удобрения в среднем за 2018–2020 гг., тыс. м<sup>2</sup>/га**

Таблица 1 – Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на фотосинтетический потенциал, млн. м<sup>2</sup> сут./га яровых пшеницы и тритикале, г/м<sup>2</sup> сутки в среднем за 2018–2020 гг.

Варианты	Фотосинтетический потенциал, млн.м <sup>2</sup> сут./га			
	Яровая пшеница сорт Бомбона		Яровая тритикале сорт Садко	
	кущение–выход в трубку	выход в трубку– колошение	кущение–выход в трубку	выход в трубку– колошение
1. Контроль (без удобрений)	0,32	0,47	0,33	0,50
2. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	0,39	0,56	0,36	0,66
3. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30</sub> – <b>фон 1</b>	0,41	0,59	0,36	0,67
4. Фон 1 +Адоб Медь	0,42	0,62	0,37	0,71
5. Фон 1 +Микростим–Медь Л	0,41	0,62	0,38	0,73
6. Фон 1 + Нутривант плюс зерновой	0,44	0,62	0,39	0,75
7. Фон 1 + Кристалон	0,44	0,60	0,40	0,73
8. Фон 1 +Адоб Профит	0,45	0,60	0,39	0,69
9. Фон 1 + Экосил	0,43	0,63	0,38	0,71
10. АФК с Cu, Mn + N <sub>30</sub> (эквивалентный по NPK варианту 3)	0,43	0,62	0,39	0,79
11. N <sub>60</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub> – <b>фон 2</b>	0,47	0,62	0,42	0,74
12. Фон 2 + МикроСтим–Медь Л	0,48	0,66	0,43	0,83
13. Фон 2 + Нутривант плюс зерновой	0,47	0,64	0,48	0,88

## ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ

Применение комплексных, микроудобрений и регуляторов роста способствовали значительному увеличению урожайности зерна яровой пшеницы (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность зерна яровой пшеницы сорта Бомбона в среднем за 2018–2020 гг.

Вариант	Урожайность, ц/га				Содержание сырого белка, %	Сырая клейковина, %
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее		
1. Контроль (без удобрений)	30,2	51,8	49,6	43,9	12,3	26,0
2. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	38,2	62,9	59,5	53,5	13,6	27,3
3. N <sub>60+30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> – фон 1	40,4	69,7	64,0	58,0	13,3	27,9
4. Фон 1 + Адоб Медь	43,9	75,1	68,1	62,4	13,3	28,6
5. Фон 1 + Микростим – Медь Л	44,9	76,9	69,5	63,8	12,8	30,4
6. Фон 1 + Нутривант плюс зерновой	45,9	77,9	70,8	64,9	12,9	31,0
7. Фон 1 + Кристалон	44,0	74,4	68,8	62,4	12,8	29,1
8. Фон 1 + Адоб Профит	43,9	77,3	68,7	63,3	12,5	29,1
9. Фон 1 + Экосил	43,9	74,0	67,3	61,7	12,7	28,6
10. АФК с Си, Мп + N <sub>30</sub> (эквивалентный по NPK варианту 3)	46,0	80,7	72,6	66,4	11,8	31,6
11. N <sub>60+30+30</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> – фон 2	42,7	74,6	69,4	62,2	12,9	29,9
12. Фон 2 + МикроСтим–Медь Л	48,9	82,9	77,4	69,7	12,5	33,2
13. Фон 2 + Нутривант плюс зерновой	48,8	83,2	78,8	70,3	13,4	34,4
НСР <sub>05</sub>	1,61	1,77	2,06	1,05	0,83	0,57

Внесение нового комплексного АФК удобрения с 0,20 % Си и 0,10 % Мп повышало урожайность зерна пшеницы на 8,4 ц/га по сравнению с вариантом, где в эквивалентной дозе N<sub>60+30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> вносили карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий.

Максимальная урожайность была получена в вариантах, где применялся МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне N<sub>60+30+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>, и составила 69,7 и 70,3 ц/га с окупаемостью 1 кг NPK 8,3 и 8,5 кг зерна.

Наибольшая окупаемость 1 кг NPK кг зерна яровой пшеницы отмечена в вариантах с использованием нового комплексного удобрения АФК с 0,20 % Си и 0,10 % Мп и комплексного удобрения Нутривант плюс зерновой на фоне N<sub>60+30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>, и составила 9,4 и 8,8 кг соответственно.

Макро-, микроудобрения и регулятор роста значительно влияли на содержание сырого белка и сырой клейковины в зерне яровой пшеницы.

Содержание сырого белка в зерне яровой пшеницы по вариантам опыта колебалось от 11,8 до 13,6 %, содержание сырой клейковины – от 26,0 до 34,4 %. Наиболее высокое содержание сырого белка в зерне яровой пшеницы отмечено в вариантах с применением минеральных удобрений в дозах  $N_{60}P_{60}K_{90}$  и  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  – 13,6 и 13,3 %. Максимальное содержание сырой клейковины отмечено в вариантах с применением МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  – 33,2 и 34,4 %.

Содержание сырого белка и клейковины являются важными показателями качества зерна, так как по ним определяется класс и закупочная стоимость зерна. В наших исследованиях в варианте без удобрений и в вариантах с применением минеральных удобрений в дозах  $N_{60}P_{60}K_{90}$  и  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  зерно яровой пшеницы по содержанию клейковины относится к 3 классу с массовой долей клейковины не менее 23 % (478,35 руб/т). Зерно яровой пшеницы в остальных удобренных вариантах относятся ко 2 классу с содержанием клейковины не менее 28 % (523,36 руб/т) (Приложение к постановлению Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 14.03.2023 № 33).

Применение минеральных, микроудобрений и регулятора роста положительно повлияло также на урожайность яровой тритикале.

При использовании комплексного удобрения АФК с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn в дозе, эквивалентной  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  при внесении карбамида, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия, урожайность зерна тритикале возросла на 7,2 ц/га с окупаемостью 1 кг NPK 6,3 кг.

Наибольшая урожайность зерна яровой тритикале (51,6 и 52,1 ц/га) получена при некорневой подкормке микроудобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л и комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ .

Более высокая окупаемость 1 кг NPK кг зерна тритикале отмечена в вариантах с использованием нового комплексного удобрения АФК с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn и комплексного удобрения Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ , и составила 6,3 и 5,9 кг соответственно.

По вариантам опыта содержание сырого белка в зерне яровой тритикале колебалось от 11,3 до 12,0 %. Наибольшее содержание сырого белка в зерне яровой тритикале отмечено в варианте с применением  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  – 12,1 %.

В вариантах опыта обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином зависела от примененных систем удобрения. Наибольшая обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином отмечена при

применении минеральных удобрений  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ ,  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ , а также регулятора роста Экосил на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  – 77,5, 75,3 и 75,5 г (таблица 3).

Под влиянием удобрений и регулятора роста существенно возростала урожайность яровой пшеницы и яровой тритикале, и общий вынос азота, фосфора и калия. Удельный вынос азота, фосфора и калия в удобряемых вариантах колебался в незначительных пределах.

Таблица 3 – Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность зерна яровой тритикале сорта Садко в среднем за 2018–2020 гг.

Вариант	Урожайность, ц/га				Содержание сырого белка, %	Выход переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином, г
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	среднее			
1. Контроль (без удобрений)	26,5	37,1	37,8	33,8	11,3	3,0	71,6
2. $N_{60}P_{60}K_{90}$	31,6	43,6	43,0	39,4	11,6	3,6	73,6
3. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ – фон 1	33,3	46,1	45,5	41,6	12,1	4,0	77,5
4. Фон 1 +Адоб Медь	36,3	49,9	49,5	45,2	11,5	4,0	71,3
5. Фон 1 +Микростим – Медь Л	37,0	51,4	50,7	46,4	11,6	4,3	74,8
6. Фон 1 + Нутривант плюс зерновой	37,3	52,6	51,6	47,2	11,8	4,4	75,2
7. Фон 1 + Кристалон	36,9	50,3	50,3	45,8	11,5	4,2	73,8
8. Фон 1 +Адоб Профит	36,6	51,6	50,8	46,3	11,2	4,0	69,6
9. Фон 1 + Экосил	36,1	49,4	49,0	44,8	12,0	4,2	75,5
10. АФК с Си, Мп + $N_{30}$ (эквивалентный по НРК варианту 3)	39,1	54,2	53,1	48,8	11,8	4,5	74,4
11. $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ – фон 2	36,5	50,9	50,8	46,1	11,9	4,3	75,3
12. Фон 2 + МикроСтим–Медь Л	40,7	57,2	56,9	51,6	11,2	4,5	70,3
13. Фон 2 + Нутривант плюс зерновой	41,0	57,9	57,5	52,1	11,8	4,8	74,3
НСР <sub>05</sub>	1,54	1,59	1,90	0,97	0,72	–	–

В среднем за 3 года исследований у яровой пшеницы сорта Бомбона несколько выше удельный вынос азота был отмечен в варианте  $N_{60}P_{60}K_{90}$  и Адоб Медь на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  (23,9 и 23,0 кг/т), фосфора –  $N_{60}P_{60}K_{90}$  и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  (10,4 и 10,4 кг/т), калия –  $N_{60}P_{60}K_{90}$  и  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  + Адоб Медь (15,5 и 15,3 кг/т).

У яровой тритикале удельный вынос несколько выше был: по азоту – в варианте  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  и Экосил на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  (22,4 и 22,6 кг/т), по фосфору – Экосил на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  (13,1 и 13,0 кг/т), по калию – Адоб Профит на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  и МикроСтим –Медь Л на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  (24,2 и 25,5 кг/т).



# **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ**

Применение макро-, микроудобрений и регуляторов роста в опытах с яровой пшеницей и яровой тритикале было экономически выгодным. По комплексу экономических показателей у яровой пшеницы сорта Бомбона за 2018–2020 гг. исследований в опыте наиболее экономически эффективным было применение микроудобрения МикроСтим–Медь Л и комплексного удобрения Нутривант плюс зерновой на фоне повышенных доз минеральных удобрений  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ , где чистый доход составил 105,8 и 99,3 USD/га при рентабельности 49,3 и 43,4 %.

У яровой тритикале сорта Садко наиболее высокий чистый доход и рентабельность обеспечивало внесение микроудобрения МикроСтим–Медь Л и комплексного микроудобрения Нутривант плюс зерновой на фоне максимальных доз минеральных удобрений  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ , где чистый доход составил 30,9 и 35,4 USD/га, а рентабельность – 16,3 и 18,5 % соответственно.

Применение белорусского микроудобрения МикроСтим–Медь Л на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  у яровой пшеницы и яровой тритикале по экономической эффективности превосходит микроудобрение польского производства Адоб Медь на том же фоне и может быть использовано для импортозамещения.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **Основные научные результаты диссертации**

1. Некорневые подкормки микроудобрением Адоб Медь на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  и микроудобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  увеличивало площадь листовой поверхности у яровой пшеницы сорта Бомбона на 2,6 тыс. м<sup>2</sup>/га (с 47,2 до 49,8 тыс. м<sup>2</sup>/га) и 4,2 тыс. м<sup>2</sup>/га (с 45,9 до 50,1 тыс. м<sup>2</sup>/га). Некорневая подкормка комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой и комплексным микроудобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  повышала ФП на 0,02 млн. м<sup>2</sup>сут/га (с 0,62 до 0,64 млн. м<sup>2</sup>сут/га) и 0,04 млн. м<sup>2</sup>сут/га (с 0,62 до 0,66 млн. м<sup>2</sup>сут/га), накопление сухого вещества – на 34,4 г (с 1460,8 до 1495,2) и 27,5 г (с 1460,8 до 1488,3 г), что и обеспечивало получение максимальной урожайности зерна в опыте [1, 3].

2. У яровой тритикале сорта Садко некорневые подкормки микроудобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л и комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  повышали площадь листовой поверхности на 7,7 тыс.  $m^2/га$  (с 53,9 до 61,6 тыс.  $m^2/га$ ) и 9,4 тыс.  $m^2/га$  (с 53,9 до 63,3 тыс.  $m^2/га$ ), ФП – на 0,09 млн.  $m^2сут/га$  (с 0,74 до 0,83 млн.  $m^2сут/га$ ) и 0,14 млн.  $m^2сут/га$  (с 0,74 до 0,88 млн.  $m^2сут/га$ ), биомассу – на 12,8 г (с 1105,4 до 1118,2 г) и 20,1 г (с 1105,4 до 1125,5 г) [2, 4, 6].

3. Комплексное удобрение для основного внесения АФК марки 16:12:20 с 0,20 % Cu и 0,10 % Mn по сравнению с применением стандартных удобрений в эквивалентной дозе ( $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ ) увеличивало урожайность зерна яровой пшеницы сорта Бомбона на 8,4 ц/га (с 58,0 до 66,4 ц/га), содержание сырой клейковины – на 3,7 % (с 27,9 до 31,6 %), а урожайность яровой тритикале сорта Садко – на 7,2 ц/га (с 41,6 до 48,8 ц/га), выход сырого белка – на 0,6 ц/га (с 4,3 до 4,9 ц/га), содержание сырой клейковины – на 2,2 % (с 25,7 до 27,9 %) соответственно [1-9, 16].

4. Некорневые подкормки удобрениями МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  увеличивали урожайность яровой пшеницы сорта Бомбона на 5,8 и 6,9 ц/га (с 58,0 до 63,8 и 64,9 ц/га). Наиболее высокая урожайность зерна у яровой пшеницы (69,7 и 70,3 ц/га), выход сырого белка (7,4 и 7,9 ц/га), содержание сырой клейковины (33,2 и 34,4 %) отмечены при применении МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ .

У яровой тритикале сорта Садко некорневые подкормки удобрениями МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30}P_{60}K_{90}$  увеличивали урожайность зерна на 4,8 и 5,6 ц/га (с 41,6 до 46,4 и 47,2 ц/га). Максимальная урожайность (51,6 и 52,1 ц/га), содержание сырой клейковины (27,9 и 29,2 %), выход сырого белка (4,9 и 5,2 ц/га) отмечены при применении МикроСтим–Медь Л и Нутривант плюс зерновой на фоне  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$  [1-16].

5. В вариантах с наибольшими показателями урожайности и наилучшим качеством зерна ( $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ +МикроСтим–Медь Л,  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ +Нутривант плюс зерновой) содержание элементов питания в зерне и соломе яровой пшеницы составило: азота – 2,01, 2,14 % и 0,50, 0,55 %; 0,85, 0,90 % и 0,32, 0,36 %; 0,45, 0,49 % и 1,20, 1,22 %. Значения удельного выноса у яровой пшеницы при этом составляли: азота – 21,9 и 22,6 кг/т, фосфора – 10,3 и 10,4 кг/т, калия – 14,0 и 14,4 кг/т основной и соответствующее количество побочной продукции [5].

При возделывании яровой тритикале в вариантах с высокой урожайностью и хорошим качеством зерна ( $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ +МикроСтим–

Медь Л,  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ +Нутривант плюс зерновой) содержание элементов питания в зерне и соломе составило: азота – 1,79, 1,90 % и 0,39, 0,41 %; фосфора – 0,96, 0,99 % и 0,33, 0,36 %; калия – 0,66, 0,73 % и 1,38, 1,52 %. Значения удельного выноса у яровой тритикале при этом составляли: азота – 20,6 и 21,2 кг/т, фосфора – 12,3 и 13,0 кг/т, калия – 23,0 и 25,5 кг/т основной и соответствующее количество побочной продукции [6].

6. У яровой пшеницы сорта Бомбона и яровой тритикале сорта Садко более экономически эффективными были варианты с некорневыми подкормками микроудобрением с регулятором роста МикроСтим–Медь Л и комплексным удобрением Нутривант плюс зерновой на фоне повышенных доз минеральных удобрений  $N_{60+30+30}P_{70}K_{120}$ , где чистый доход составил 105,8, 99,3 USD/га и 30,9, 35,4 USD/га, а рентабельность – 49,3, 43,4 % и 16,3, 18,5 % соответственно [9].

7. Белорусское комплексное микроудобрение с регулятором роста МикроСтим–Медь Л по экономической эффективности превосходит польское микроудобрение Адоб Медь и его рекомендуется использовать для импортозамещения [9].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

При возделывании яровых пшеницы и тритикале на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах северо-восточной части Беларуси для получения урожайности 69,7–70,3 ц/га с высоким качеством зерна (2-3 класса) для пшеницы и урожайности зерна 51,6–52,1 ц/га, выходом сырого белка 4,9-5,2 ц/га, обеспеченности 1 кормовой единицы переваримым протеином 70,3-74,3 г для тритикале, рекомендуется применять  $N_{60}P_{70}K_{120}$  (до посева)+ $N_{30}+N_{30}$ +МикроСтим–Медь Л (0,7 л/га в фазу выхода в трубку) или  $N_{60}P_{70}K_{120}$  (до посева)+ $N_{30}+N_{30}$ +Нутривант плюс зерновой (2 кг /га в фазу кущения+2 кг/га в фазу начала выхода в трубку).

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

### Статьи в научных изданиях, входящих в Перечень ВАК

1. Вильдфлуш, И. Р. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на динамику роста и продуктивность яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / И. Р. Вильдфлуш, **А. А. Кулешова** // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2020. – № 2. – С. 71–76.

2. **Кулешова, А. А.** Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на динамику роста и продуктивность яровой тритикале на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / **А. А. Кулешова** // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2020. – № 2. – С. 77–83.

3. Вильдфлуш, И. Р. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на продукционные процессы и урожайность яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / И. Р. Вильдфлуш, Г. В. Пироговская, **А. А. Кулешова** // Почвоведение и агрохимия. – 2021. – № 2 (67). – С. 88–100.

4. Вильдфлуш, И. Р. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность и урожайность яровой тритикале на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / И. Р. Вильдфлуш, **А. А. Кулешова** // Земледелие и растениеводство. – 2022. – № 3 (142). – С. 18–21.

5. Вильдфлуш, И. Р. Влияние новых форм макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность, содержание и вынос элементов питания яровой пшеницы / И. Р. Вильдфлуш, **А. А. Кулешова** // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2022. – № 3. – С. 76–80.

6. **Кулешова, А. А.** Влияние новых форм макро-, микроудобрений и регуляторов роста на динамику роста, накопление сухого вещества, урожайность, содержание и вынос элементов питания яровой тритикале / **А. А. Кулешова** // Почвоведение и агрохимия. – 2022. – № 2. – С. 97–109.

7. Вильдфлуш, И. Р. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на структуру урожая, урожайность и качество зерна яровой тритикале / И. Р. Вильдфлуш, **А. А. Кулешова** // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2023. – № 3. – С. 70–74.

8. Вильдфлуш, И. Р. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность, структуру урожая и качество зерна яровой пшеницы / И. Р. Вильдфлуш, **А. А. Кулешова** // Почвоведение и агрохимия. – 2023. – № 1. – С. 126–135.

9. Вильдфлуш, И. Р. Экономическая эффективность применения новых форм макро-, микроудобрений и регуляторов роста при

возделывании яровой пшеницы и яровой тритикале / И. Р. Вильдфлуш, А. А. Кулешова // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2023. – № 3. – С. 94–97.

### Материалы конференций и тезисы

10. **Кулешова, А. А.** Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании яровой тритикале / **А. А. Кулешова, В. Е. Литвякова** // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : материалы XV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Заслуженного агронома БССР, Почетного профессора БГСХА А. Н. Богомолова, 20–21 дек. 2019 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2020. – С. 198–202.

11. **Кулешова, А. А.** Влияние комплексных удобрений и регулятора роста на продуктивность и качество яровой тритикале / **А. А. Кулешова** // Научные основы повышения эффективности сельскохозяйственного производства : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 205-летию от основания факультета 25–26 нояб. 2021 г. / Гос. биотехнолог. ун-т. – Харьков, 2021. – С. 132–134.

12. **Кулешова, А. А.** Влияние микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зерна яровой тритикале / **А. А. Кулешова** // Сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 10–12 авг. 2021 г. / ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН». – с. Соленое Займище, 2021. – С. 109–114.

13. **Кулешова, А. А.** Эффективность применения макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы / **А. А. Кулешова** // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию агрономического факультета и 180-летию подготовки специалистов аграрного профиля, 28–29 янв. 2021 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2021. – С. 177–180.

14. Вильдфлуш, И. Р. Эффективность комплексных удобрений и регулятора роста при возделывании яровой пшеницы / И. Р. Вильдфлуш, **А. А. Кулешова** // Пути повышения эффективности удобрений, качества растениеводческой продукции и плодородия почвы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию кафедры агрохимии Белорусской государственной орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии и 115-летию со дня рождения деятеля науки БССР, д-ра с.-х. наук, проф. Р. Т. Вильдфлуша, 30 нояб. 2021 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2022. – С. 61–65.

15. **Кулешова, А. А.** Влияние микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / **А. А. Кулешова** // Современные проблемы использования почв и повышения их плодородия : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию кафедры почвоведения Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, 6–8 дек. 2021 г.: в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2022. – Ч. 2. – С. 219–224.

### **Рекомендации**

16. Применение макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур : рекомендации / И. Р. Вильдфлуш, О. И. Мишура, Н. Э. Хизанейшвили, С. С. Мосур, **А. А. Кулешова**, О. В. Малашевская. – Горки : БГСХА, 2022. – 54 с.

## РЕЗЮМЕ

Кулешова Анна Александровна

### ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВЫХ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

**Ключевые слова:** яровая пшеница, яровая тритикале, производционные процессы, урожайность, качество, минеральные удобрения, микроудобрения.

**Цель исследований** – оптимизация системы удобрения яровой пшеницы и яровой тритикале на основе применения комплексных удобрений для допосевного внесения и некорневых подкормок отечественного и зарубежного производства, микроудобрений, комплексных микроудобрений с регуляторами роста, обеспечивающей повышение урожайности и улучшение качества зерна при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

**Методы исследований:** для проведения исследований были использованы полевые и лабораторные методы, статистический анализ полученных результатов.

**Результаты исследований и их новизна.** Впервые на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Беларуси исследовано влияние комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы и яровой тритикале.

Установлена высокая эффективность белорусского комплексного микроудобрения с регулятором роста МикроСтим–Медь Л, которое превосходит по экономической эффективности польское микроудобрение Адоб Медь и может быть использовано для импортозамещения.

Усовершенствована и обоснована ресурсосберегающая система применения удобрений яровой пшеницы и яровой тритикале, характеризующаяся высокой экономической эффективностью и обеспечивающая повышение урожайности, улучшение качества зерна.

**Рекомендации по использованию.** На основе полученных результатов сельскохозяйственным предприятиям для получения урожайности зерна яровой пшеницы 69,7–70,3 ц/га и яровой тритикале 51,6–52,1 ц/га рекомендуется применять  $N_{60}P_{70}K_{120}$  (до посева) +  $N_{30}+N_{30}$ +МикроСтим–Медь Л (0,7 л/га в фазу выхода в трубку) или  $N_{60}P_{70}K_{120}$  (до посева) +  $N_{30}+N_{30}$ +Нутривант плюс зерно (2 кг /га в фазу кущения +2 кг/га в фазу начала выхода в трубку).

**Область применения:** сельскохозяйственные предприятия, высшие и средние специальные учебные заведения аграрного профиля.

## РЭЗЮМЭ

Куляшова Ганна Аляксандраўна

### УПЛЫЎ КОМПЛЕКСНЫХ МАКРА-, МІКРАЎГНАЕННЯЎ І РЭГУЛЯТАРАЎ РОСТУ НА ПРАДУКТЫЎНАСЦЬ І ЯКАСЦЬ ЗБОЖЖА ЯРАВЫХ ПШАНІЦЫ І ТРЫЦІКАЛЕ НА ДЗЯРНОВА-ПАДЗОЛІСТАЙ ЛЁГКАСУГЛІНКАВАЙ ГЛЕБЕ

**Ключавыя словы:** яравая пшаніца, яравая трыцікале, прадукцыйныя працэсы, ўраджайнасць, якасць, мінеральныя ўгнаенні, мікраўгнаенні.

**Мэта даследаванняў** – аптымізацыя сістэмы ўгнаення яравой пшаніцы і яравой трыцікале на аснове прымянення комплексных угнаенняў для дапасяўнога ўнясення і некаранёвых падкормак айчыннай і замежнай вытворчасці, мікраўгнаенняў, комплексных мікраўгнаенняў з рэгулятарамі росту, якая забяспечвае павышэнне ўраджайнасці і паляпшэнне якасці збожжа пры вырошчванні на дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебе.

**Метады даследаванняў:** для правядзення даследаванняў былі скарыстаны палявыя і лабараторныя метады, статыстычны аналіз атрыманых вынікаў.

**Вынікі даследаванняў і іх навізна.** Упершыню на дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебе паўночна-ўсходняй часткі Беларусі даследаваны ўплыў комплексных угнаенняў для асноўнага ўнясення і некаранёвых падкормак, мікраўгнаенняў і рэгулятараў росту пры вырошчванні яравой пшаніцы і яравой трыцікале.

Устаноўлена высокая эфектыўнасць беларускага комплекснага мікраўгнаення з рэгулятарам росту МікраСтым–Медзь Л, якое пераўзыходзіць па эканамічнай эфектыўнасці польскае мікраўгнаенне Адоб Медзь і можа быць выкарыстана для імпартазамышчэння.

Удасканалена і абгрунтавана рэсурсазберагальная сістэма прымянення ўгнаенняў яравой пшаніцы і яравой трыцікале, якая характарызуецца высокай эканамічнай эфектыўнасцю і забяспечвае павышэнне ўраджайнасці, паляпшэнне якасці збожжа.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні.** На аснове атрыманых вынікаў сельскагаспадарчым прадпрыемствам для атрымання ўраджайнасці збожжа яравой пшаніцы 69,7–70,3 ц/га і яравой трыцікале 51,6–52,1 ц/га рэкамендуецца ўжываць  $N_{60}P_{70}K_{120}$  (да пасева) +  $N_{30}+N_{30}$ +МікраСтым–Медзь Л (0,7 л/га ў фазу выхаду ў трубку) або  $N_{60}P_{70}K_{120}$  (да пасева)  $N_{30}+N_{30}$  + Нутрывант плюс зерне (2 кг /га ў фазу кушчэння +2 кг/га ў фазу пачатку выхаду ў трубку).

**Галіна прымянення:** сельскагаспадарчыя прадпрыемствы, вышэйшыя і сярэднія спецыяльныя навучальныя ўстановы аграрнага профілю.



## SUMMARY

**Kuleshova Anna Alexandrovna**

### **INFLUENCE OF COMPLEX MACRO-, MICROFERTILIZERS AND GROWTH REGULATORS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF GRAIN OF SPRING WHEAT AND TRITICALE ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL**

**Key words:** spring wheat, spring triticale, production processes, productivity, quality, mineral fertilizers, microfertilizers.

**Goal of the research** is to optimize the fertilization system for spring wheat and spring triticale based on the use of complex fertilizers for pre-sowing application and foliar fertilizing of home and foreign production, microfertilizers, complex microfertilizers with growth regulators, which ensures an increase of yield and quality of grain when cultivated on sod-podzolic light loamy soil.

**Research methods:** field and laboratory methods, statistical analysis of the results obtained were used for research.

**Research results and their novelty.** For the first time the effect of complex fertilizers for the main application and foliar top dressing microfertilizers and growth regulators in the cultivation of spring wheat and spring triticale on the sod-podzolic light loamy soil of the northeastern part of Belarus, was studied.

The high efficiency of the Belarusian complex microfertilizer with a growth regulator MicroStim–Copper L, which is superior in economic efficiency to the Polish microfertilizer Adob Copper has been established and it can be used for import substitution.

A resource-saving system for the use of fertilizers for spring wheat and spring triticale has been improved and justified, which is characterized by high economic efficiency and provides an increase of yield and improvement of grain quality.

**Recommendations for use.** Based on the results obtained, agricultural enterprises are recommended to use  $N_{60}P_{70}K_{120}$  (before sowing) +  $N_{30}+N_{30}+$  MicroStim–Copper L (0.7 l/ha in the tube exit phase) or  $N_{60}P_{70}K_{120}$  (before sowing) +  $N_{30}+N_{30}+$ Nutrivant plus cereals (2 kg/ha in the tillering phase + 2 kg/ha in the tube start phase) to obtain the grain yield of spring wheat 69.7–70.3 c/ha and spring triticale 51.6–52.1 c/ha

**Field of application:** agricultural enterprises, higher and secondary specialized educational institutions of agrarian profile.



**Кулешова Анна Александровна**

**Влияние комплексных макро-, микроудобрений  
и регуляторов роста на продуктивность и качество  
зерна яровых пшеницы и тритикале на дерново-подзолистой  
легкосуглинистой почве**

Подписано в печать 18.03.2024. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,52. Тираж 60 экз. Заказ 7.

Полиграфическое исполнение:

Государственное предприятие

«Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси».

Ул. Казинца, 103, 220108, Минск