

На правах рукописи

Зиганшин

Андрей Алексеевич

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ «БАТР» НА
ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА СЕРЫХ
ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

**4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение,
защита и карантин растений**

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Казань – 2025 г.

Работа выполнена на кафедре общего земледелия, защиты растений и селекции Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» в 2022–2024 гг.

Научный руководитель:

Сафин Радик Ильясович

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий кафедрой общего земледелия,
защиты растений и селекции ФГБОУ ВО
«Казанский государственный аграрный
университет»

Официальные оппоненты:

Кравченко Роман Викторович

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
кафедры общего и орошаемого земледелия
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Ахияров Булат Гилимханович

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры растениеводства, селекции и
биотехнологии ФГБОУ ВО «Башкирский
государственный аграрный университет»

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение "Национальный центр зерна
имени П. П. Лукьяненко"

Защита состоится «24» декабря 2025 г. в 13⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 35.2.017.01 при ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» по адресу: 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65, зал заседаний, тел. +7(843) 598-40-50. e-mail: info@kazgau.com.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке при ФГБОУ ВО Казанский ГАУ, адрес: 420064, г. Казань, ул. Р. Гареева, д.62 и на сайте университета www.kazgau.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Приглашаем Вас принять участие в обсуждении диссертации на заседании диссертационного совета. Отзывы об автореферате в 2-х экземплярах, заверенные гербовой печатью учреждения, просим направлять по адресу: 420064, г. Казань, ул. Ферма-2, д. 53, Институт агробиотехнологий и землепользования Казанского ГАУ, учёному секретарю диссертационного совета Амирову М. Ф., e-mail: dissovet_kazgau@mail.ru

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор _____ Амиров Марат Фуатович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Кукуруза является важнейшей сельскохозяйственной культурой в мировом земледелии благодаря, прежде всего, универсальности её использования (Шпаар, Д, 2014; Мальцев, Е.А. и др., 2025).

Для регионов России с развитым животноводством, и, в частности, для Республики Татарстан, кукуруза имеет важное значение как кормовая культура (Дуборезов, В., Андреев, И., Дуборезов, И, 2022; Михайлова, М.Ю. и др., 2023). Благодаря разнообразию возможного использования (на зерно, корм, биотопливо), а также высокой продуктивности, адаптивности к условиям выращивания и хорошей отзывчивости на факторы интенсификации, в том числе на внесение удобрений, интерес к данной культуре со стороны товаропроизводителей растет.

Для получения высокого урожая зерна и зелёной массы кукурузы с высокими качественными показателями особое значение имеет оптимизация набора гибридов, а также обеспечение потребностей растений в элементах минерального питания (Орлянский, Н. А., Орлянская, Н. А., 2015; Пиркулиев Я., Гурбанова Г., Тачмедова Г., 2024).

Кукуруза, формирующая большую биомассу, отличается высокой потребностью как в макро-, так и в микроэлементах (Никитишен, В.И., Личко, В.И., Остроумов В. Е., 2012; Волошин, Е.И., Аветисян, А.Т., 2018). Для обеспечения потребностей растений в элементах минерального питания все большее распространение получили некорневые подкормки (опрыскивания) в период вегетации с применением различных видов удобрений, в том числе содержащих в своем составе микроэлементы и ростостимулирующие вещества (гуминовые вещества, органические кислоты и т. д.) (Мамсиров, Н. И. и др., 2025). Причем отдача от использования данного приема определяется и особенностями гибридов кукурузы (Саниев, Р.Н. и др., 2023).

Среди микроэлементов, важных для оптимального развития растений кукурузы, особое значение имеет цинк, поэтому эффективность применения цинкосодержащих удобрений на кукурузе достаточно высокая (Ми, Г., 2023; Багринцева, В.Н., Ивашененко, И.Н, Сотченко, Д.Ю., 2023). Кроме того, в почвах Республики Татарстан отмечается низкое содержание цинка (Фролова, О. А., Тафеева, Е. А., Бочаров, Е. П., 2018), что приводит к значительному региональному дефициту данного микроэлемента в продуктах питания и кормах. С учетом этого повышение содержания цинка в зерне и сухой массе кукурузы имеет важное значение для профилактики его дефицита у человека и животных, что может быть обеспечено только при использовании соответствующих цинковых удобрений.

В Республике Татарстан организовано производство органоминеральных удобрений серии «Батр», сочетающих в своем составе гуминовые вещества, стимуляторы роста и микроудобрения в хелатной форме. К числу таких удобрений относится Батр 40 Азот с комплексом микроэлементов и

цинксодержащее удобрение Батр Цинк. Данные удобрения рекомендованы для некорневой подкормки на различных сельскохозяйственных культурах.

В связи с этим, изучение эффективности применения некорневой подкормки органоминеральными удобрениями марки «Батр» на различных гибридах кукурузы имеет важное как научное, так и производственное значение.

Степень изученности темы. Изучение эффективности применения различных удобрений на кукурузе в Российской Федерации и в Республики Татарстан посвящено значительное количество исследований (Дёмин Е.А., Еремин Д.И., 2016; Дёмин Е.А., Еремин Д.И., 2020; Сафиоллин Ф.Н. и др., 2023; Михайлова М. Ю. и др., 2023; М. Ю. Михайлова и др., 2024). В том числе установлен значительный положительный эффект от применения удобрений с микроэлементами и на серой лесной почве Республики Татарстан (М. Ю. Михайлова и др., 2024). Перспективность использования различных органоминеральных удобрений с микроэлементами при возделывании кукурузы была показана в исследованиях в различных регионах России и мира (Волков, Д.П. и др., 2023; Рыбина В.Н. и др., 2023; Uddin, Md. K. Et al., 2025). В ряде работ указывается на значительную отдачу от применения на кукурузе цинковых удобрений, используемых как в неорганической, так и в хелатной формах (Склярова, М. А., 2014; Бочкарев, В. Д., Вишняков, А. Г., 2024). В работах В. Н. Багринцева, И.Н. Ивашененко (2021) и В. Н. Багринцева, И.Н. Ивашененко, Д. Ю. Сотченко (2023) представлен положительные результаты от применения на кукурузе некорневых подкормок органоминеральными удобрениями серии «Батр».

Вместе с тем, исследований по оценке влияния органоминеральных удобрений серии «Батр» при использовании на серых лесных почвах Республики Татарстан на гибридах кукурузы разного типа (зубовидный, кремнистый) при разном целевом назначении (зерно, сухая масса) не проводилось.

Цель исследований: оценить влияние некорневого внесения органоминеральных удобрений марки «Батр» на особенности роста, формирование урожая, а также качественные характеристики зерна и сухой массы у различных гибридов кукурузы на серых лесных почвах Предкамской агропроизводственной зоны Республики Татарстан.

Для достижения поставленной цели исследований были поставлены следующие задачи:

- оценить особенности влияния некорневых подкормок марки «Батр» на рост и развитие растений, их фотосинтетическую деятельность у различных гибридов кукурузы;
- определить характер влияния подкормки на фитосанитарное состояние посевов кукурузы;
- установить характер воздействия применения различных удобрений марки «Батр» при некорневом внесении на урожайность зерна и сырой массы у гибридов кукурузы;

- дать оценку влияния некорневого внесения изучаемых удобрений на качественные характеристики зерна и сырой массы у разных гибридов кукурузы;
- установить изменения в водном и питательном режиме почв под кукурузой при использовании некорневой подкормки;
- определить химический состав и вынос элементов минерального питания с урожаем кукурузы;
- дать экономическую оценку изучаемого приёма на разных гибридах кукурузы.

Научная новизна исследований. Впервые на серых лесных почвах Предкамской зоны Республики Татарстан было установлено положительное влияние различных органоминеральных удобрений марки «Батр» при их использовании в качестве некорневой подкормки на формирование фотосинтетического аппарата, вынос элементов питания, урожайность и качественные характеристики зерна и сухой массы растений у различных гибридов кукурузы.

Установлено положительное влияние подкормки цинкосодержащими удобрениями марки «Батр» на накопление в зерне и сухой массе цинка, что способствует решению проблемы дефицита данного элемента в кормах в Республике Татарстан.

Теоретическая и практическая значимость выражается в том, что проведенные исследования доказали свою эффективность, которая выражается в существенном увеличении уровня урожайности, качества и рентабельности производства кукурузы. Некорневые подкормки марки «Батр» могут быть использованы в современных технологиях выращивания кукурузы как на зерно, так и на силос.

Данные приемы могут быть использованы в растениеводстве Республики Татарстан, а также в регионах Поволжья России.

Методология и методы исследований. В качестве основного метода исследований выступал полевой опыт, закладываемый на серой лесной почве. Использовались рекомендованные для исследований на кукурузе соответствующие методики учетов, наблюдений и анализов. Статистическая обработка полученных экспериментальных данных осуществлялась с использованием стандартных методов анализа.

Положения, выносимые на защиту:

1. Положительное влияние подкормки органоминеральными удобрениями «Батр» на рост и развитие различных гибридов кукурузы.
2. Увеличение площади листовой поверхности и накопления хлорофилла, а также улучшение фитосанитарной ситуации под влиянием некорневой подкормки изучаемыми удобрениями на гибридах кукурузы.
3. Рост урожайности сухой массы и зерна у различных гибридов кукурузы при применении некорневой подкормки.
4. Положительные изменения в качественных показателях зерна и зелёной массы.

5. Увеличение выноса с урожаем макроэлементов и цинка при применении некорневой подкормки.

5. Увеличение экономической эффективности производства кукурузы на зерно и силос при использовании некорневой подкормки.

Степень достоверности результатов определяется соответствующим объемом данных полевых и лабораторных опытов, а также их статистической обработкой. Полученные выводы не противоречат основным положениям и достижениям в данной области современной мировой и отечественной науки в области агрохимии и защиты растений. Материалы диссертации были опубликованы в научной литературе и апробированы на научных конференциях различного уровня.

Апробация результатов. Основные результаты исследований доложены и одобрены на международных и всероссийских научно-практических конференциях: II Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию Института агробиотехнологий и землепользования (Казань, 2024), Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.А. Зиганшина (Казань, 2023), Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти А.Ш. Шакирова (Казань, 2023), I Международной научно-практической конференции «Биологические препараты и приемы биологизации в современной земледелии» (Казань, 2023), II Международной научно-практической конференции посвященной памяти профессора Б.И. Горизонтова (Казань, 2023), Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Казанского государственного аграрного университета (Казань, 2022).

Внедрение результатов исследований. Результаты исследований внедрены в технологии производства кукурузы в ООО «Агрофирма «Кырлай» Арского района Республики Татарстан, а также используются при подготовке студентов по агрономическим специальностям в ФГБОУ ВО Казанский ГАУ.

Публикации результатов исследований. Результаты исследований опубликованы в 3 печатных работах, в том числе 2 статьи в изданиях из перечня ВАК Российской Федерации.

Личный вклад соискателя. Работа выполнена согласно тематике научно-исследовательских работ, проводимых в ФГБОУ ВО Казанский ГАУ. Исследования проводились в основном автором лично. Общий личный вклад соискателя в объеме диссертационной работы составляет не менее 80%. Доля личного участия в опубликованных научных трудах в целом не менее 80%, в том числе в статьях из перечня ВАК не менее 80%.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов и приложений. Изложена на 149 страницах, включает 45 таблиц, 19 рисунков, 21 приложение. Список литературы состоит из 199 источников, в том числе 28 на иностранном языке.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В результате изучения современного состояния исследований по теме исследований был проведен анализ научной литературы по агробиологическим особенностям кукурузы, в том числе её требованиям к уровню обеспеченности макро- и микроэлементами. Были рассмотрены результаты исследований отечественных и зарубежных ученых по определению эффективности применения некорневых подкормок различными удобрениями, в том числе и содержащими микроэлементы. Проведена оценка научных работ по особенностям формирования урожая у различных типов и гибридов кукурузы.

2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты были заложены в 2022–2024 гг. на территории предприятия Агробиотехнопарк ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» в Лаишевском МО Республики Татарстан (Предкамская природно-экономическая зона).

Схема опыта включает два исследуемых фактора – гибрид (фактор А) и некорневое внесение (фактор В).

Фактор А (раннеспелые гибриды): 1. ДКС 3006 (зубовидный тип); 2. КВС Лионель (кремнистый тип).

Фактор В (некорневая подкормка): 1. Контроль – без обработки; 2. Батр 40 Азот, 4 л/га. 3. Батр 40 Азот 4 л/га + Батр Zn 1 л/га.

Повторность опыта – трёхкратная. Общая площадь каждой делянки – 126 м², учётная площадь – 20 м². Размещение делянок – систематическое. Некорневая подкормка проводилась в фазу 6 листьев кукурузы с использованием ручного опрыскивателя (со стандартным щелевым наконечником) при расходе рабочей жидкости – 200 л/га.

Агроклиматические условия вегетационного периода кукурузы складывались по-разному в году исследований. Наиболее благоприятными они были в 2022 году (ГТК май-сентябрь был равен 1,29). В 2023 и в 2024 годах погодные условия отличались периодически засушливыми явлениями (ГТК соответственно 0,72 и 0,89). В 2023 и 2024 г. отмечался засушливый сентябрь, что способствовало быстрому созреванию как сухой массы, так и зерна у кукурузы.

Агрохимические показатели почвы: почва опытного участка серая лесная легкосуглинистая, содержание гумуса по Тюрину в пахотном слое составляло 3,5–4,7%, подвижных форм фосфора и калия по Кирсанову – соответственно 140–155 и 112–120 мг/кг, реакция среды слабокислая – рН почвенного раствора 5,3–6,5. Обеспеченность почвы микроэлементами (по Пейве-Ринкису) в пахотном слое: цинком – низкая, молибденом – низкая (<0,3 мг/кг и <0,05 мг/кг соответственно), марганцем, медью, бором – высокая (>30 мг/кг, >1,5 мг/кг и >0,3 мг/кг соответственно).

Перед предпосевной культивацией фоном вносилась тукосмесь, состоящая из 70 кг/га диаммофоска + 50 кг/га аммиачной селитры в физическом весе (общая норма – $N_{24}P_{18}K_{18}$).

Агротехнология возделывания кукурузы на зерно и на силос по зерновой технологии была согласно зональным рекомендациям для Предкамья Республики Татарстан.

На заложенных опытах проводились следующие наблюдения, учеты и анализы. Площадь листьев определялась методом промеров. Влажность почвы определяли весовым методом. Азот и подвижный фосфор почвы определялся по методу Кирсанова, обменный калий и гумус по методу Тюринга, pH солевой вытяжки по методу ЦИНАО (ГОСТ 4649–76). Содержание цинка в почве определялось согласно ГОСТ Р 50686–94. Для определения сухой массы отбирались растения и отправлялись в лабораторию. Определение проводили в сушильном шкафу при температуре 105 °C в течение 6 часов.

Определение содержания массовой доли азота в растениях проводилось согласно ГОСТ 13496.4–2019; фосфора – по ГОСТ 26657–97; калия – по ГОСТ 30504–97. Определение содержания крахмала в зерне – ГОСТ 26176–2019. Высота растений определялась от поверхности почвы до верхушки метёлки и путем математических вычислений получено среднее арифметическое значение.

Урожайность зеленой массы и зерна с делянки определяли путем сплошной уборки с последующим взвешиванием. Пересчет урожайности на стандартную влажность проводили по ГОСТ 4680–49. Экономическая эффективность рассчитывалась по методике СибНИИСХ в ценах 2024 года и соответствующим технологическим картам возделывания. Статистическая обработка данных проводилась согласно общепринятым методикам (Доспехов Б.А.).

3. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕКОРНЕВОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ С МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ НА КУКУРУЗЕ

Результаты фенологических наблюдений. Наиболее длительное прохождение фаз развития кукурузой наблюдалось в благоприятный по увлажнению 2022 год. Умеренные температуры и достаточное количество влаги способствовали нормальному развитию растений. В 2023 и 2024 годах, наблюдалось более быстрое прохождение фаз развития, что вызвано стрессовыми условиями, прежде всего высокими температурами.

Существенных различий по скорости наступления и прохождения фаз развития между вариантами обработок не отмечено. В тоже время, отмечались различия между гибридами по продолжительности прохождения периода молочно-восковая – полная спелость. Так, продолжительность данного периода у гибрида ДКС 3006 составляла 34,7–35 дней, тогда как у гибрида КВС Лионель 39,3–38 дней. По всей видимости, особенности строения зубовидного типа

зерна у ДКС 3006 позволяют ему быстрее терять влагу в сравнении с кремнистым типом у гибрида КВС Лионель.

Полевая всхожесть и сохранность растений к уборке. Полевая всхожесть семян кукурузы (при посеве качественным посевным материалом и оптимальном качестве сева) во многом зависит от климатических условий периода прорастания. В благоприятном 2022 году полевая всхожесть была максимальной и составила 92,9–93,3%. Условия начала сезона 2023 года снизили полевую всхожесть до уровня 86,3–87,5%, что, в том числе, сказалось на продуктивности культуры. В 2024 году наблюдалась полевая всхожесть на уровне 90–90,4. Существенных различий между изучаемыми гибридами и вариантами подкормок не выявлено. Аналогичные результаты были получены и по показателю сохранности растений к уборке.

Фотосинтетическая деятельность растений кукурузы.

Площадь листовой поверхности растений кукурузы нарастала до момента цветения, к фазе спелости происходило небольшое снижение (табл. 1). Максимальная площадь листьев отмечена в 2022 году, минимальная – в засушливом 2023 году.

Таблица 1 – Площадь листовой поверхности кукурузы в различные фазы развития при применении некорневой подкормки, тыс. м²/га, 2022–2024 гг.

Вариант	Фазы развития								
	6-й лист			Цветение			Молочно-восковая спелость		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024	2022	2023	2024
ДКС 3006 (зубовидный тип)									
Контроль	6,71	4,23	4,69	51,65	35,60	37,75	47,52	31,35	32,63
Батр Азот	6,68	4,23	4,54	53,25	36,86	38,44	49,49	34,48	35,19
Батр Азот + Батр Цинк	6,67	4,23	4,60	53,83	37,43	38,67	50,20	35,02	35,79
КВС Лионель (кремнистый тип)									
Контроль	6,75	4,22	4,63	51,26	35,27	37,46	47,19	30,36	32,07
Батр Азот	6,76	4,32	4,57	53,28	36,28	38,18	49,68	33,85	34,00
Батр Азот + Батр Цинк	6,74	4,17	4,57	53,90	36,82	38,91	50,00	34,49	34,80
Р для фактора А	0,03	0,89*	0,52*	0,57*	0,03	0,60	0,54	0,04	0,04
Р для фактора В	0,40*	0,50*	0,15*	0,01	0,01	0,06	0,01	< 0,01	0,01

Примечание: Р-значение по результатам дисперсионного анализа (* - недостоверно при Р=0,05).

Применение некорневой подкормки несколько увеличивало площадь листьев по сравнению с контролем. Особенно заметным стимуляцией нарастания листовой поверхности кукурузы в фазы цветения и молочно-восковой спелости, под влиянием подкормки было в условиях засушливого 2023 года. В этот же год

проявились и достоверные отличия между гибридами. В другие годы, исследуемые гибриды обеспечивали близкие показатели площади листовой поверхности.

Фотосинтетический потенциал (ФП) изучаемых гибридов кукурузы увеличивался при применении некорневых подкормок. Наиболее существенно – на варианте с подкормкой баковой смесью Батр Азот + Батр Цинк. Между гибридами и при применении некорневых подкормок не выявлено значительных отличий по величине чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ).

Одним из важнейших показателей, характеризующих фотосинтетическую деятельность растений является содержания хлорофилла в листьях растений. Содержание хлорофилла *a*, а также сумма хлорофиллов *a* + *b* имеют тенденцию к нарастанию на всех вариантах обработок. Максимальное содержание хлорофилла в листьях отмечается в фазу цветения на варианте Батр Азот + Батр Цинк на обоих гибридах кукурузы.

Формирование надземной массы гибридов кукурузы. Высота растений изучаемых гибридов кукурузы в большей степени коррелировала с условиями вегетационного периода. Максимальная высота растений (до 3 м) наблюдалась в благоприятном сезоне 2022 года, минимальная (1,6–1,9 м) – в засушливом 2023 году. Гибрид КВС Лионель на начальном этапе развития имел некоторое преимущество по высоте, но к моменту уборки уже несколько отставал.

Во все годы исследований наблюдалась тенденция увеличения высоты растения на вариантах с применением некорневой подкормки. При этом вариант Батр Азот + Батр Цинк обеспечивал большую прибавку высоты растений кукурузы.

Анализ динамики нарастания надземной массы показал, что некорневые подкормки оказали положительное влияние на данный показатель. В фазу цветения различия достигали 1,13–2,77 т/га, а в фазы молочно-восковой и полной спелости эффект был еще более выражен. Надземная масса растений кукурузы в фазы, цветения, молочно-восковой и полной спелости была максимальной на варианте Батр Азот 4 л/га + Батр Цинк 1 л/га. При этом закономерность проявлялась во все годы исследований. Вариант Батр Азот 4 л/га также обеспечивал прирост показателя, но в меньшей степени.

В наиболее благоприятном по тепло- и влагообеспеченности 2022 году отмечено максимальное накопление сухой биомассы кукурузы у всех гибридов, во все фазы развития и на всех изучаемых вариантах с подкормками. Варианты некорневой подкормки способствовали увеличению сухой биомассы, начиная со второй половины вегетации. Максимальный прирост (1,8 т/га) сухой биомассы отмечен на варианте Батр Азот + Батр Цинк в 2023 году. Следует отметить, что в засушливом 2023 году в целом получены наиболее существенные прибавки сухой биомассы от использованных некорневых подкормок. В среднем за годы исследований, все варианты обработок показали увеличение данного показателя на 0,7–1,47 т/га в зависимости от варианта обработки.

Фитосанитарное состояние посевов кукурузы

Проведение 2-кратной гербицидной обработки (до всходов и в фазу 3–5 настоящих листьев) позволило снять конкуренцию с сорными растениями. Различий между вариантами обработок и гибридами не отмечалось.

Между исследуемыми гибридами выявлено существенное различие в распространении гусениц хлопковой совки (2,6–3,0 у гибрида ДКС 3006 и 1,4–1,8 у гибрида КВС Лионель). Это объясняется различиями в морфологических особенностях, в частности в плотности прилегания и раскрытии оберточных листьев. КВС Лионель имеет большую плотность прилегания оберточных листьев и более позднее их раскрытие.

Распространение фузариозной гнили початков коррелирует с развитием хлопковой совки. Некорневые подкормки, особенно смесью Батр Азот + Батр Цинк несколько снижали распространенность данного микоза.

Урожайность и качественные показатели зелёной массы. Данные по выходу зеленой массы кукурузы на силос приведены в таблице 2

Таблица 2 – Урожайность зеленой массы гибридов кукурузы при применении некорневой подкормки (фаза молочно-восковой спелости), т/га, 2022–2024 гг.

Вариант	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Средняя	Прибавка, т/га	Прибавка, %
ДКС 3006 (зубовидный тип)						
Контроль	44,7	22,3	33,4	33,5	-	-
Батр Азот	46,8	24,6	37,0	36,1	2,6	7,8
Батр Азот + Батр Цинк	48,3	26,4	39,4	38,0	4,5	13,4
КВС Лионель (кремнистый тип)						
Контроль	44,9	20,4	32,1	32,5	-	-
Батр Азот	47,3	23,3	36,2	35,6	3,1	9,5
Батр Азот + Батр Цинк	48,4	25,6	39,6	37,9	5,4	16,6
НСР ₀₅ А	0,23	0,23	0,26			
НСР ₀₅ В	0,62	0,34	0,51			
НСР ₀₅ АВ	0,33	0,87	1,20			

Примечания: фактор А – гибрид, фактор В – некорневая подкормка
АВ – совокупность факторов (гибрид и некорневая подкормка)

Некорневая подкормка позволила увеличить урожайность зеленой массы кукурузы на 2,6–5,4 т/га или на 7,8–16,6% к контролю. Урожайность зеленой массы кукурузы оказалась максимальной в наиболее благоприятном 2022 году с благоприятными погодно-климатическими условиями, минимальной – в засушливом 2023 году, средней – в умеренно засушливом 2024 году. Это позволяет сделать вывод о том, что погодно-климатические условия оказались основным фактором, вызвавшим различия в продуктивности культуры. Однако, в засушливые 2023 и 2024 года, эффективность некорневых подкормок оказалась выше. Прибавки выхода массы кукурузы достигали 2,3–7,5 т/га. Оба

изучаемых гибрида показали близкие значения продуктивности – в среднем за годы исследований 33,5–38 т/га (ДКС 3006) и 32,5–37,9 т/га (КВС Лионель). Все варианты с подкормкой обеспечивали достоверное увеличение урожайности зеленой массы в сравнении с контролем.

Максимальная урожайность зеленой массы обеспечивалась на варианте с применением баковой смеси Батр Азот + Батр Цинк, в фазу 6 настоящих листьев. На гибриде ДКС 3006 средняя урожайность зеленой массы составила 38 т/га (прибавка к контролю 4,5 т/га, 13,4%), на гибриде КВС Лионель прибавка составила 5,4 т/га (16,6%).

Для производства кукурузы на силос важен не только показатель урожайности, но и качественные характеристики полученной массы (табл. 3).

Таблица 3 – Химический состав и питательная ценность зеленой массы гибридов кукурузы при применении некорневой подкормки, 2022–2024 гг

Вариант	Сухое вещество, %	ОЭ, мДж	Крахмал, %	Протеин, %	НДК, %
ДКС 3006 (зубовидный тип)					
Контроль	34,6	3,49	28,7	7,0	42,4
Батр Азот	35,1	3,55	30,8	7,6	42,8
Батр Азот + Батр Цинк	35,2	3,56	32,3	8,0	42,9
КВС Лионель (кремнистый тип)					
Контроль	34,8	3,52	29,0	7,2	42,8
Батр Азот	34,9	3,52	30,7	7,7	42,9
Батр Азот + Батр Цинк	35,2	3,56	31,8	8,0	43,0

Примечание: ОЭ – обменная энергия; НДК – нейтральная детергентная клетчатка.

Некорневые подкормки оказали выраженное положительное влияние на качественные характеристики зеленой массы. Наиболее существенно изменялось содержание крахмала в зеленой массе (в среднем по годам прибавка составила 1,7–3,6 % в абсолютном выражении). Максимальное значение данного показателя наблюдалось у гибрида ДКС 3006 при применении баковой смеси Батр Азот + Батр Цинк. Помимо содержания крахмала, выраженный положительный эффект наблюдался в отношении содержания сырого протеина. Прибавка по данному показателю составила 0,5–1% в абсолютном выражении.

Между собой гибриды по изучаемым качественным показателям имели схожие качественные характеристики зеленой массы.

Среди изучаемых вариантов некорневой подкормки наилучшие показатели обеспечивало применение комбинации Батр Азот + Батр Цинк.

Урожайность и структура урожая кукурузы на зерно. Урожайность кукурузы является основным показателем, характеризующим продуктивность культуры при ее возделывании на зерно (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность (при стандартной влажности) гибридов кукурузы на зерно при применении некорневой подкормки, т/га, 2022–2024 гг.

Вариант	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Средняя	Прибавка, т/га	Прибавка , %
ДКС 3006 (зубовидный тип)						
Контроль	10,60	5,44	7,14	7,73	-	-
Батр Азот	10,93	5,89	7,55	8,12	0,39	5,04
Батр Азот + Батр Цинк	11,48	6,41	8,21	8,70	0,97	12,55
КВС Лионель (кремнистый тип)						
Контроль	9,86	5,19	6,69	7,25	-	-
Батр Азот	9,96	5,84	7,08	7,63	0,38	5,24
Батр Азот + Батр Цинк	10,56	6,23	8,01	8,27	1,02	14,07
НСР ₀₅ А	0,11	0,04	0,10			
НСР ₀₅ В	0,15	0,08	0,05			
НСР ₀₅ АВ	0,19	0,16	0,24			

Примечания: фактор А – гибрид, фактор В – некорневая подкормка
АВ – совокупность факторов (гибрид и некорневая подкормка)

Ка отмечалось выше, годы исследований были контрастными по погодным условиям, в связи с чем урожайность зерна сильно колебалась по годам. Так, в благоприятный 2022 год урожайность была максимальной (9,96–11,48 т/га). Наименьшая урожайность зерна зафиксирована в засушливый 2023 год (5,19–6,41 т/га). В 2024 году урожайность зерна была лишь несколько ниже (6,69–8,27 т/га) по сравнению со средней урожайностью за годы исследований (7,25–8,7 т/га).

Во все годы исследований и в среднем наилучший результат по урожайности отмечен на варианте Батр Азот 4 л/га + Батр Цинк 1 л/га (средняя по годам прибавка по отношению к контролю составила 0,97–1,02 т/га или 12,55–14,07%). Обработка Батр Азот 4 л/га также способствовало росту урожайности зерна, особенно в 2023 и 2024 гг. Однако, средняя прибавка к контролю была ниже и составила 0,38–0,39 т/га или 5,04–5,24%.

Анализ вклада различных факторов показал, что наибольшее влияние на формирование урожая зерна кукурузы, во все годы исследований, оказало взаимодействие факторов А и В.

Показатели влажности зерна кукурузы к моменту уборки главным образом коррелировали с особенностями гибрида и метеоусловиями года. В 2022 году влажность зерна к уборке составила 29,5% на всех изучаемых вариантах у гибрида ДКС 3006 и 33,6–33,7% у гибрида КВС Лионель. В острозасушливом 2023 году влажность зерна гибрида ДКС 3006 колебалась от 23,5 до 23,9 % по вариантам опыта, у гибрида КВС Лионель – от 24,5 до 24,7 %. В 2024 году 24,5–24,6% и 26,5–26,8% соответственно.

Некорневые подкормки оказали влияние практически на все элементы структуры урожайности кукурузы. Максимально выраженная зависимость выявлена по показателям массы зерна с початка (прибавка составила от 4,7 до 14 %) и количества зерен в ряду (прибавка 2,01–10,7%). Также существенно возросло количество рядов зерен (от 2,5 до 7,4 % в зависимости от варианта). Применение баковой смеси удобрений Батр Азот + Батр Цинк в фазу шести настоящих листьев было более эффективным и позволило увеличить в среднем за годы исследований массу зерна с початка, количество зерен в початке, количество рядов зерен, а также массу 1000 зерен. Достоверная прибавка по всем показателям, однако с меньшей отдачей, наблюдалась и при применении только удобрения Батр Азот.

Между гибридами выявлены существенные различия по массе зерна с початка. Гибрид ДКС 3006 несколько превосходил гибрид КВС Лионель по данному показателю.

4. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕКОРНЕВОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ И АГРОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ

Водный режим почвы и коэффициент водопотребления. Данные анализа **коэффициента водопотребления растений** кукурузы показывают, что отмечается четкая тенденция к увеличению данного показателя в годы с засушливыми условиями. Так, коэффициент водопотребления в благоприятном 2022 году составлял 29,4–33,3 мм/1 т зерна, тогда как в засушливые 2023 и 2024 гг. данный показатель составлял 37,3–48,7 мм/1 т зерна. Также отмечается, что некорневые подкормки, особенно в засушливых условиях, позволили значительно снизить коэффициент водопотребления (в среднем по годам до 4,8 мм/т зерна). Между гибридами отмечены существенные различия, и полученные данные позволяют сделать вывод о том, что гибрид ДКС 3006 имеет меньший коэффициент водопотребления и более эффективно использует влагу.

Агрохимический свойства почвы. Содержание легкогидролизуемого азота перед посевом находилось на уровне 85,6–85,9 мг/кг почвы, к фазе цветения снижалось до уровня 52,9–54,4 (благодаря активному использованию растениями), к моменту полной спелости происходило дальнейшее снижение – до 37,2–40,6 мг/кг в зависимости от варианта опыта. В среднем за годы исследований можно отметить тенденцию к более интенсивному расходованию легкогидролизуемого азота почвы на опытных вариантах. Это можно объяснить более высоким урожаем зеленой массы и зерна при использовании изучаемых некорневых подкормок.

Аналогичная тенденция наблюдалась в динамике содержания подвижного фосфора и обменного калия в почве по фазам вегетации. Содержание подвижного фосфора в среднем за годы исследований перед началом вегетации было на уровне 145,6–145,8 мг/кг почвы. К фазе цветения происходило снижение показателя до уровня 116,5–120,1 мг/кг, к фазе полной спелости – до 107–110,4 мг/кг. Запасы обменного калия в почве до посева находились на

уровне 115,6–115,8 мг/кг. Благодаря интенсивному потреблению растениями кукурузы, к моменту цветения содержание в почве снижалось до уровня 107–108,7 мг/кг, к уборке – до уровня 75,5–79,5 мг/кг. В вариантах с подкормками отмечалось более интенсивное падение содержания данных макроэлементов в сравнении с контролем.

Химический состав и вынос элементов минерального питания с урожаем кукурузы.

Важными показателями качества зерна являются содержание в нем протеина и крахмала. Результаты анализа данного показателя представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Качественные показатели зерна гибридов кукурузы при применении некорневой подкормки, 2022–2024 гг.

Вариант	Показатель, %	2022	2023	2024	Среднее	Прибавка
ДКС 3006 (зубовидный тип)						
Контроль	Сырой протеин	9,0	8,9	7,8	8,6	-
	Крахмал	77,4	57,5	57,7	64,3	-
Батр Азот	Сырой протеин	9,0	9,2	8,1	8,8	+0,2
	Крахмал	78,1	60,2	60,5	66,3	+2,1
Батр Азот + Батр Цинк	Сырой протеин	9,1	9,4	8,3	8,9	+0,3
	Крахмал	80,5	62,1	63,6	68,7	+4,5
КВС Лионель (кремнистый тип)						
Контроль	Сырой протеин	9,9	10,3	9,7	10,0	-
	Крахмал	75,0	55,6	61,4	64	-
Батр Азот	Сырой протеин	10,0	10,5	9,9	10,1	+0,1
	Крахмал	77,1	57,7	64,0	66,3	+2,3
Батр Азот + Батр Цинк	Сырой протеин	10,0	10,5	10,0	10,2	+0,2
	Крахмал	78,6	59,3	67,0	68,3	+4,3

Содержание сырого протеина имело сильную зависимость от гибрида и года исследований. Достоверной прибавки содержания сырого протеина в зерне кукурузы по изучаемым вариантам не выявлено. Можно говорить лишь о наблюдаемой тенденции. Так, максимальное содержание (10,2 % в среднем за годы исследований) отмечено на гибриде КВС Лионель при применении Батр Азот + Батр Цинк. Также, в целом, гибрид КВС Лионель во всех вариантах и по всем годам превосходил гибрид ДКС 3006 по данному показателю.

Содержание крахмала имело еще большую зависимость от вышеперечисленных факторов. Максимальное содержание (68,7 % в среднем по годам) отмечено на гибриде ДКС 3006 при применении баковой смеси удобрений Батр Азот + Батр Цинк. Прибавка к контролю составила 4,5 % в абсолютном выражении. Вариант Батр Азот также обеспечивал достоверную прибавку по содержанию крахмала (прибавка составила 2,1–2,3 % в среднем по годам). Таким образом, содержание сырого протеина по вариантам изменялось

незначительно. Между собой варианты достоверно различались лишь по содержанию крахмала (в среднем по годам на 2–2,4 %).

По **содержанию макроэлементов в зерне кукурузы** различия наблюдались как между гибридами. На гибриде КВС Лионель отмечено существенно большее содержание в зерне азота (различия с гибридом ДКС 3006 достигают 0,26%). Некорневые подкормки не оказали существенного влияния на содержание фосфора и калия в зерне кукурузы у обоих гибридов.

Помимо макроэлементов, большее значение уделяется содержанию в зерне кукурузы микроэлементов, т. к. от их состава и соотношения зависит питательная ценность продукции и физиологическое функционирование растений. Результаты оценки представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Содержание микроэлементов в зерне гибридов кукурузы, среднее за годы исследований, мг/кг, 2022–2024 гг.

Вариант	Железо	Цинк	Медь	Марганец
ДКС 3006 (зубовидный тип)				
Контроль	27,9	13,4	2,3	5,0
Батр Азот	30,6	14,3	2,7	5,8
Батр Азот + Батр Цинк	30,7	16,5	2,7	5,8
КВС Лионель (кремнистый тип)				
Контроль	29,5	13,3	2,2	4,8
Батр Азот	31,5	14,1	2,5	5,6
Батр Азот + Батр Цинк	31,7	16,7	2,5	5,6

Некорневая подкормка оказала существенное влияние на содержание цинка, меди и марганца в зерне кукурузы. Наибольшие различия отмечены в содержании цинка. Так, максимальное содержание (16,5–16,7 мг/кг) оказалось на варианте Батр Азот + Батр Цинк. Различия с контрольным вариантом достигали 3,1–3,4 мг/кг. Вариант Батр Азот не обеспечил получение достоверной прибавки содержания цинка в зерне.

Хозяйственный вынос элементов питания. Данные расчёта хозяйственного выноса макроэлементов с урожаем основной и побочной продукции показали, что вынос увеличивается на вариантах обработок в сравнении с контролем. Хозяйственный вынос макроэлементов имел тенденцию к нарастанию на вариантах обработок вследствие, прежде всего, увеличения урожайности. Максимальный вынос во все годы исследований и в среднем отмечался на варианте Батр Азот + Батр Цинк. В среднем, на данном варианте, вынос азота составил 246,5–254,1 кг/га, фосфора 74,9–77,6 кг/га, калия 357,1–358,6 кг/га, тогда как на контроле 202,3–202,9 кг/га, 63,3–66,4 кг/га и 308–318,7 кг/га соответственно.

Наибольшие различия отмечены в хозяйственном выносе азота, т. к. помимо увеличения урожайности, на вариантах обработки происходило увеличение содержания азота в зерне.

Расчёт хозяйственного выноса цинка (табл. 7) с урожаем зерна показывает, что вынос данного микроэлемента увеличивается на вариантах обработок.

Таблица 7 – Хозяйственный вынос цинка с урожаем зерна гибридов кукурузы, г/га, 2022–2024 гг.

Вариант	2022	2023	2024	Среднее	Отклонение, г/га	Отклонение, %
ДКС 3006 (зубовидный тип)						
Контроль	149,1	70,2	95,0	104,8	-	
Батр Азот	161,4	80,7	109,7	117,2	12,4	11,8
Батр Азот + Батр Цинк	197,5	101,5	136,0	145,0	40,2	38,6
КВС Лионель (кремнистый тип)						
Контроль	140,3	65,2	86,8	97,4	-	
Батр Азот	149,7	77,7	99,6	109,0	11,6	11,9
Батр Азот + Батр Цинк	183,7	102,0	131,9	139,2	41,8	42,9

Среднее по годам увеличение в выносе цинка составила 11,6–12,4 г/га или 11,8–11,9 % на варианте с применением Батр Азот, а на варианте Батр Азот + Батр Цинк эффект был максимально выражен и составил 40,2–41,8 г/га или 38,6–42,9 %. Гибриды показали схожую реакцию на обработки. Максимальный вынос цинка (197,5–183,7 г/га) отмечен в 2022 году, когда наблюдалась максимальная продуктивность культуры. Также отмечены различия по хозяйственному выносу цинка между гибридами кукурузы. Гибрид ДКС 3006 показал более высокий уровень данного показателя, что связано только с более высокой продуктивностью гибрида, т. к. различий по концентрации цинка в зерне кукурузы не отмечено.

Для оценки зависимости урожайности от различных факторов был проведен корреляционно-регрессионный анализ (табл. 8).

Таблица 8 – Оценки зависимости (коэффициент корреляции) урожайности зерна у разных гибридов кукурузы от содержания в нем макро- и микроэлементов, 2022–2024 гг.

Показатель	Гибрид ДКС 3006 (зубовидный тип)	Гибрид Лионель (кремнистый тип)
Содержание в зерне азота, %	0,967	0,150*
Содержание в зерне фосфора, %	0,507*	-0,496*
Содержание в зерне калия, %	0,973	0,975
Содержание в зерне железа, мг/кг	0,693	0,831
Содержание в зерне цинка, мг/кг	0,485*	0,507*
Содержание в зерне меди, мг/кг	0,833	0,979
Содержание в зерне марганца, мг/кг	0,918	0,932

Примечание: * – показатели ниже уровня достоверности при 5% ошибке.

Полученные данные показали, что на обоих гибридах кукурузы отмечается тесная положительная зависимость между содержанием в зерне калия, меди, марганца и железа и урожайностью. Для зубовидного гибрида ДКС 3006 отмечалась тесная корреляция и для показателя содержания азота. Зависимость между урожайностью и содержанием в зерне цинка у обоих гибридов кукурузы средняя. По фосфору проявились различия между гибридами, для зубовидного типа она положительная, для кремнистого – отрицательная.

5. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Расчет экономической эффективности возделывания кукурузы на силос (уборка в фазе молочно-восковой спелости) показал существенное уменьшение себестоимости продукции, увеличение чистого дохода и уровня рентабельности при использовании изучаемых органоминеральных удобрений.

Снижение себестоимости в расчете на 1 т продукции при выращивании на силос составило 73,3–99,4 руб./т на варианте с применением Батр Азот и 129,6–173 руб./т на варианте совместного применения Батр Азот + Батр Цинк. Прибавка по показателю чистого дохода на варианте с использованием Батр Азот составила 6266,6–7500 руб./га и 11100–13566,6 руб./га на варианте Батр Азот + Батр Цинк при выращивании на силос. Увеличение уровня рентабельности при выращивании изучаемых гибридов кукурузы на силос составило от 8,58 % до 11,11 % на варианте с использованием Батр Азот. Вариант совместного применения Батр Азот + Батр Цинк га позволил обеспечить еще большее увеличение уровня рентабельности – от 15,73 % до 20,27 %.

Рентабельность производства зеленой массы зубовидного типа (ДКС 3006) по сравнению с гибридом кремнистого типа (Лионель КВС) оказалась более высокой на всех вариантах, включая контроль. Однако, при выращивании гибрида кремнистого типа наблюдались более существенные прибавки показателей себестоимости, чистого дохода и уровня рентабельности между контролем и вариантами обработок.

Экономическая эффективность возделывания кукурузы на зерно оказалось схожа по выявленным закономерностям с экономической эффективностью возделывания кукурузы на силос по всем определяемым показателям, включая уровень рентабельности и чистый доход.

Так, уровень рентабельности при выращивании гибрида зубовидного типа (ДКС 3006) составил на контроле 83,13 %, на опытных вариантах – 86,64–97,6 %. При выращивании гибрида кремнистого типа (КВС Лионель) уровень рентабельности на контроле составил 71,71 %, на опытных вариантах 75,26–87,38 %. В целом, наиболее рентабельным оказалось использование подкормки кукурузы смесью Батр Азот + Батр Цинк.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Применение некорневых подкормок удобрениями Батр оказывает существенный положительный эффект на показатели, характеризующие фотосинтетическую деятельность растений (площадь листовой поверхности, содержание хлорофилла и др.), а также на накопление сырой и сухой биомассы. В большинстве случаев, преимущество на обоих гибридах кукурузы имела баковая смесь Батр Азот + Батр Цинк.

2. Применение некорневых подкормок удобрениями «Батр» не оказало существенного влияния на численность личинок хлопковой совки и зараженность початков фузариозной гнилью. Большое значение имели особенности гибридов – гибрид КВС Лионель (кремнистый тип) повреждался вредителем и поражался микозом меньше, чем гибрид ДКС 3006 (зубовидный тип).

3. Некорневая подкормка позволила получить достоверную прибавку в урожайности зелёной массы (2,6–5,4 т/га) и зерна (0,38–1,02 т/га). Наибольший эффект был достигнут на варианте Батр 40N 4 л/га + Батр Zn 1 л/га.

4. Применение некорневого внесения удобрений Батр оказало положительное влияние на содержание крахмала как в зелёной массе (прибавка 1,7–3,6% в абсолютном выражении), так и в зерне (прибавка 0,1–2,3 % в абсолютном выражении) на обоих изучаемых гибридах.

5. Гибрид ДКС 3006 показал меньшую на 2,4% уборочную влажность зерна в сравнении с гибридом КВС Лионель.

6. Некорневые подкормки, особенно в засушливых условиях, позволили значительно снизить коэффициент водопотребления (в среднем по годам до 4,8 мм/т зерна) кукурузы, возделываемой на зерно. При этом, между гибридами отмечены существенные различия. Так, гибрид ДКС 3006 имеет меньший коэффициент водопотребления и более эффективно использует влагу.

7. При использовании подкормок проявилась тенденцию к более интенсивному расходованию легкогидролизуемого азота почвы на посевах кукурузы, что обусловлено более высоким урожаем зеленой массы и зерна при использовании изучаемых внекорневых подкормок. Аналогичная закономерность проявилась и в отношении подвижного фосфора и обменного калия.

8. Максимальное содержание (10,2 %) в зерне сырого протеина отмечено на гибриде КВС Лионель при применении Батр Азот + Батр Цинк. Также, в целом, КВС Лионель во всех вариантах и по всем годам превосходил гибрид ДКС 3006 по содержанию сырого протеина. В то же время, по содержанию крахмала в зерне наибольшее его содержание (68,7 %) было на гибриде ДКС 3006 при использовании баковой смеси удобрений Батр Азот + Батр Цинк.

9. Некорневые подкормки не оказали существенного влияния на содержание фосфора и калия в зерне кукурузы, однако позволили несколько увеличить содержание общего азота. Максимальное его значение (1,17–1,39 %) достигнуто на варианте Батр Азот + Батр Цинк. Однако различия с вариантом с подкормкой Батр Азот были несущественны.

10. Некорневые подкормки способствовали увеличению содержания микроэлементов в зерне, что повышает его кормовую ценность. Наибольшие различия отмечены в содержании в зерне кукурузы цинка. Так, максимальное содержание его в зерне (16,5–16,7 мг/кг) на обоих гибридах оказалось на варианте с подкормкой Батр Азот + Батр Цинк. На обоих гибридах кукурузы отмечается тесная положительная зависимость между содержанием в зерне калия, меди, марганца и железа и урожайностью (коэффициенты корреляции $r=0,630-0,979$).

11. Все варианты обработок позволили увеличить уровень рентабельности выращивания кукурузы на силос и на зерно благодаря увеличению урожайности при низких затратах на гектар. Однако наиболее эффективной была подкормка баковой смесью Батр Азот + Батр Цинк. Так уровень рентабельности при возделывании кукурузы в данном варианте на гибриде ДКС 3006 (зубовидный тип) достигла 98,83% (против 83,11% в контроле) и на гибриде КВС Лионель (кремнистый тип) рентабельность составила 97,91% (в контроле 77,64%). При возделывании кукурузы на зерно аналогичные показатели были 97,16 и 87,38% (против 83,13 и 71,71% в контроле).

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

С целью увеличения урожайности зерна, зеленой массы, питательной ценности и уровня рентабельности производства как зерна, так и зеленой массы кукурузы проводить некорневую подкормку баковой смесью Батр Азот (4 л/га) + Батр Цинк (1 л/га) в фазу 6 настоящих листьев культуры с расходом воды 200 л/га.

Список работ соискателя, опубликованных по теме диссертации

Публикации в изданиях рекомендованных ВАК РФ:

1. **Зиганшин, А. А.** Особенности формирования урожая кукурузы на зерно при использовании некорневой подкормки органоминеральными удобрениями / **А. А. Зиганшин, Р. И. Сафин** // Агробιοтехнологии и цифровое земледелие. – 2024. – № 3(11). – С. 28–33.

2. **Зиганшин, А.А.** Влияние жидких органоминеральных удобрений на урожайность, качество зерновой продукции кукурузы и динамику выноса питательных элементов из почвы / **А. А. Зиганшин, Р. И. Сафин** // Агробιοтехнологии и цифровое земледелие. – 2025. – Т. 4, № 1(13). – С. 29–35.

Статьи в прочих научных журналах и сборниках трудов

1. **Зиганшин, А.А.** Эффективность применения органоминеральных удобрений на кукурузе / **А. А. Зиганшин, Р. И. Сафин** // Биологические препараты и приемы биологизации в современном земледелии : Сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции, Казань, 23–24 ноября 2023 года. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2023. – С. 270–277.