DOI 10.12737/2782-490X-2026-5-37-43
УДК 631/635:633.15

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕНОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ КАСКАД 195 СВ

© 2026 Фомин В. Н.[1] ✉, Владимиров А. В.[1], Хуснутдинов Р. Г.[2]

[1]Казанский государственный аграрный университет
(г. Казань, Российская Федерация)
[2]ООО «Бионоватик»
(г. Казань, Российская Федерация)
✉*tipka2015@yandex.ru*

Реферат. В работе представлены результаты трехлетнего полевого опыта по оценке эффективности применения минеральных туков и листовых подкормок препаратами Биодукс, Батр и Изагри Вита как в чистом виде, так и в составе сложных баковых смесей при возделывании кукурузы на силос в условиях Республики Татарстан. Для Среднего Поволжья кукуруза остается ключевой культурой силосного конвейера, однако на серых лесных почвах ее продуктивность определяется не только базовым обеспечением элементами питания, но и тем, насколько точно растение получает микроэлементную и антистрессовую поддержку в наиболее чувствительные фазы органогенеза. Цель исследования – оценить влияние уровня минерального питания и различных комбинаций листовых подкормок на урожайность и кормовую ценность зеленой массы гибрида Каскад 195 СВ. Двухфакторный опыт включал: фактор А – фон питания (без удобрений и расчетная доза минеральных удобрений на планируемую урожайность 35 т/га); фактор В – варианты обработки препаратами Биодукс, Батр, Изагри Вита и их баковыми смесями. Почва опытного участка – серая лесная, с содержанием гумуса по Тюрину – 2,6–3,0 %, подвижного фосфора и обменного калия по Кирсанову соответственно 151–159 мг/кг и 179–194 мг/кг и pHKCl 5,8–6,1. Установлено, что максимальная урожайность зеленой массы — 38,13 т/га — сформировалась на расчетном фоне минерального питания при применении трехкомпонентной баковой смеси Батр (2 л/га) + Биодукс (2 мл/га) + Изагри Вита (1 л/га) в фазе 2-5 листьев. В этом же варианте получены наилучшие показатели кормовой ценности: содержание переваримого протеина 4,71 г/кг, выход кормовых единиц 13,52 тыс. т/га и обменной энергии 143,91 ГДж/га. Полученные результаты показывают, что сочетание минерального питания и многокомпонентной внекорневой обработ работает не как механическая сумма приемов, а как согласованный режим питания и стресс-протекции, обеспечивающий более полную реализацию продуктивного потенциала культуры. Установлено, что максимальная (38,13 т/га) урожайность зеленой массы кукурузы сформировалась на расчетном фоне минерального питания при применении трехкомпонентной баковой смеси Батр (2 л/га) + Биодукс (2 мл/га) + Изагри Вита (1 л/га) в фазе 2-5 листьев. В этом же варианте получены наилучшие показатели кормовой ценности: содержание переваримого протеина 4,71 г/кг, выход кормовых единиц 13,52 тыс. т/га и обменной энергии 143,91 ГДж/га. Полученные результаты показывают, что сочетание минерального питания и многокомпонентной внекорневой подкормки работает не как механическая сумма приемов, а как согласованный режим питания и стресс-протекции, обеспечивающий более полную реализацию продуктивного потенциала культуры.

Ключевые слова: кукуруза (*Zea may*s L.), баковые смеси, листовая подкормка, минеральное питание, стимулятор роста, урожайность, кормовая ценность.

Для цитирования: Фомин В.Н., Владимиров А.В., Хуснутдинов Р.Г. Влияние минеральных удобрений и листовых подкормок на урожайность и качество зеленой массы кукурузы Каскад 195 СВ // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2026. № 2 (18). С. 37-43. doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-37-43

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS AND FOLIAR APPLICATIONS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF GREEN MASS OF CORN CASCADE 195 SV

© 2026 Fomin V. N.[a]✉, Vladimirov A. V.[a], Khusnutdinov R. G.[b]

[a]Kazan State Agrarian University
(Kazan, Russian Federation)
[b]Bionovatic LLC
(Kazan, Russian Federation)
✉ *tipka2015@yandex.ru*

Abstract. The paper presents the results of a three-year field experience evaluating the effectiveness of mineral fertilizers and foliar applications of Bioduks, Batr and Izagri Vita, both alone and as part of complex tank mixtures, when cultivating corn for silage in the Republic of Tatarstan. Corn remains a key silage crop for Middle Volga region. However, on gray forest soils, its productivity is determined

not only by the basic supply of nutrients but also by the accuracy with which plant receives microelement and anti-stress support during the most sensitive phases of organogenesis. The aim of the study was to evaluate the effect of mineral nutrition levels and various combinations of foliar applications on productivity and forage value of green mass of Cascade 195 SV hybrid. The two-factor experiment included: factor A – nutrition background (without fertilizers and calculated dose of mineral fertilizers for the planned yield of 35 t/ha); factor B – treatment options with Bioduks, Batr, Izagri Vita and their tank mixtures. The soil of the experimental plot was gray forest, with a humus content according to Tyurin of 2.6-3.0%, mobile phosphorus and exchangeable potassium according to Kirsanov of 151-159 mg/kg and 179-194 mg/kg, respectively, and pHKCl of 5.8-6.1. It was established that the maximum green mass yield of 38.13 t/ha was achieved with the calculated background of mineral nutrition using a three-component tank mixture of Batr (2 l/ha) + Bioduks (2 ml/ha) + Izagri Vita (1 l/ha) in the 2-5 leaf stage. This variant also yielded the best feed value indicators: digestible protein content of 4.71 g/kg, feed unit yield of 13.52 thousand t/ha and exchange energy of 143.91 GJ/ha. Obtained results demonstrate that the combination of mineral nutrition and multi-component foliar treatments functions not as a mechanical sum of applications, but as a coordinated regimen of nutrition and stress protection, ensuring the full realization of the crop's productive potential. It was established that the maximum (38.13 t/ha) green forage yield of corn was achieved with the calculated mineral nutrition background using a three-component tank mixture of Batr (2 l/ha) + Bioduks (2 ml/ha) + Izagri Vita (1 l/ha) in the 2-5 leaf stage. This variant also yielded the best feed value indicators: digestible protein content of 4.71 g/kg, feed unit yield of 13.520 t/ha and metabolizable energy of 143.91 GJ/ha. These results demonstrate that the combination of mineral nutrition and multi-component foliar feeding does not function as a mechanical sum of applications, but rather as a coordinated nutrition and stress protection regimen, ensuring the full realization of the crop's productive potential.

Key words: corn (*Zea mays* L.), tank mixtures, foliar application, mineral nutrition, growth stimulant, yield, feed value.

For citation: Fomin VN, Vladimirov AV, Khusnutdinov RG. [Influence of mineral fertilizers and foliar applications on productivity and quality of green mass of corn Cascade 195 SV]. Agrobiotechnologies and digital farming. 2026; 2(18). 37-43 p. doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-37-43

Введение. Кукуруза на силос в условиях Среднего Поволжья ценится не только за высокий выход биомассы, но и за способность быстро реагировать на изменения пищевого режима посева [1]. Ее высокая потенциальная урожайность и относительно невысокая себестоимость единицы продукции делают ее базовой культурой в кормопроизводстве.

На серых лесных почвах минеральный фон в технологии кукурузы выполняет роль несущего каркаса, тогда как листовая подкормка работает как тонкая настройка метаболизма в те короткие периоды, когда даже слабый дефицит микроэлементов или стрессовый сигнал меняют траекторию формирования урожая [2, 3, 4].

В отечественных исследованиях показана эффективность отдельных микроудобрений и регуляторов роста при возделывании кукурузы на зеленую массу и зерно, включая положительное влияние на морфобиометрические показатели, накопление протеина и энергетическую ценность корма [5, 6, 7]. Зарубежные работы также подтверждают, что фолиарная коррекция питания способна усиливать продуктивность кукурузы, улучшать качество биомассы и повышать использование элементов питания, особенно при сочетании базового минерального питания с листовыми обработками [8, 9, 10].

Вместе с тем для условий Республики Татарстан остается недостаточно изученным вопрос о совместном применении трех препаратов с различными физиологическими функциями – регулятора роста Биодукс, органоминерального удобрения Батр и аминокислотно-микроэлементного комплекса Изагри Вита на фоне расчетного минерального питания.

Благодаря малым дозировкам, такие препараты относятся к экономически выгодным приемам интенсификации, что подтверждают и другие и зарубежные авторы [11, 12]. Микроэлементы играют каталитическую роль в ферментативных процессах, повышая усвояемость основных элементов питания и влияя на накопление белков, углеводов и витаминов Дефицит микроэлементов невозможно компенсировать иными способами, что делает актуальным поиск эффективных составов для листовых подкормок [13].

Научная новизна заключается не просто в сравнении отдельных препаратов, а в оценке того, возникает ли при их совместном применении синергетический эффект, выражающийся в росте урожайности и улучшении кормовой ценности зеленой массы.

Цель исследования — оценить влияние фона минерального питания и вариантов листовой подкормки на урожайность и кормовую ценность зеленой массы кукурузы гибрида Каскад 195 СВ.

Условия, материалы и методы. Полевые исследования выполняли в 2022–2024 годы на базе ООО Агрофирма «Кырлай» Арского района Республики Татарстан. Почва опытного участка — серая лесная, с содержанием гумуса по Тюрину – 2,6–3,0 %, подвижного фосфора и обменного калия по Кирсанову соответственно 151–159 мг/кг и 179–194 мг/кг и pHKCl 5,8–6,1.

Агрометеорологические условия в годы исследований заметно различались, что позволило оценить действие изучаемых факторов в контрастных гидротермических режимах. В 2022 году (ГТК = 1,07) и 2024 году (ГТК = 1,15), тогда как 2023 год характеризовался выраженным дефицитом влаги в летний период, что ограничивало накопление биомассы.

Объект исследования – раннеспелый гибрид кукурузы Каскад 195 СВ. Предшественник – озимая пшеница. Посев проводили в оптимальные для зоны сроки (6–16 мая) сеялкой KUHN-6 с нормой высева 75 тыс. всхожих зерен на 1 га. Агротехника соответствовала зональным рекомендациям [14]. В течении вегетации проводили две междурядные обработки. Уборку выполняли в фазе молочно-восковой спелости початков.

Опыт закладывали по двухфакторной схеме методом расщепленных делянок в трехкратной повторности. Общая площадь делянки составляла 84 м², учетная – 70 м². Фактор А – фон питания: 1) без удобрений (контроль); 2) расчетная доза минеральных удобрений на планируемую урожайность 35 т/га зеленой массы. Фактор В — варианты листовой подкормки: 1) Без обработки (контроль); 2) Биодукс; 3) Батр; 4) Изагри Вита; 5) Биодукс + Батр; 6) Биодукс + Изагри Вита; 7) Батр + Изагри Вита; 8) Биодукс + Батр + Изагри Вита.

Нормы удобрений на 35 т/га зеленой массы рассчитаны расчетно-балансовым методом с учетом коэффициентов выноса и процентов использования элементов питания из почвы и удобрений. На 1 га внесено: в 2022 году – $N_{68}P_{32}K_{36}$; в 2023 году – $N_{89}P_{39}K_{43}$; в 2024 году – $N_{81}P_{35}K_{28}$. Из удобрений использовали аммиачную воду и диаммофоску, которая содержала 10% азота, 26% фосфора и 26% калия. Удобрения вносились следующим образом: аммиачная вода весной, под первую предпосевную культивацию, диаммофоска непосредственно во время посева.

Нормы расхода препаратов составляли: Биодукс – 2 мл/га, Батр – 2 л/га, Изагри Вита – 1 л/га. По составу и предполагаемой физиологической функции препараты различались следующим образом: Биодукс — регулятор роста на основе комплекса биологически активных полиненасыщенных жирных кислот гриба Mortierella alpina; Батр – жидкое органоминеральное удобрение, содержащее гуминовые и органические кислоты, а также макро- и микроэлементы; Изагри Вита – аминокислотно-микроэлементный препарат с L-аминокислотами и микроэлементами в хелатной форме. Листовую подкормку проводили отдельно по вариантам при наступлении фазы 2-5 листьев, расход рабочего раствора – 200 л/га.

Определение химического состава и расчет кормовой ценности проводили по общепринятым методикам оценки кормов; статистическую обработку результатов выполняли методом дисперсионного анализа. Полевой опыт закладывали и учитывали в соответствии с методическими указаниями по проведению опытов с кормовыми культурами [15].

Химический анализ и оценку питательности выполняли по стандартным методикам.

Для характеристики метеорологических условий в годы проведения опытов использованы данные метеостанции г. Арск Республики Татарстан. Метеорологические условия в годы исследований были различными по температурному режиму и влагообеспеченности, что позволило всесторонне проанализировать действие изучаемых факторов.

Метеоусловия в годы проведения опытов различались: 2022 году (ГТК=1,07) и 2024 году (ГТК=1,15) были благоприятными, тогда как 2023 год характеризовался засушливым летним периодом, что снизило продуктивность.

Характеристика исследуемых препаратов:

- Батр – органоминеральный комплекс с гуминовыми и органическими кислотами (янтарная, лимонная), макро- и микроэлементами. Повышает стрессоустойчивость. Норма 2 л/га [16].
- Биодукс – продукт метаболизма гриба *Mortierella alpina* (ПНЖК). Индуцирует системную устойчивость растений. Норма 2 мл/га, одобрен для органического земледелия [17].
- Изагри Вита – антистрессант на основе L -аминокислот (150 г/л) и микроэлементов в хелатной форме. Обеспечивает быстрое проникновение и коррекцию минерального питания. Норма 1 л/га [18]. Норма расхода 1 л/га.

Результаты и обсуждение. Влияние минеральных удобрений и стимуляторов роста на урожайность зеленой массы кукурузы представлены в таблице 1.

Из анализа данных таблицы 1 видно, что листовая подкормка посевов регуляторами роста и микроудобрениями наиболее эффективной была на удобренном фоне, причем следует отметить, что влияние их на урожайность зеленой массы было неодинаковым. Можно отметить некоторое преимущество от применения смеси Батр + Изагри Вита+ Биодукс, которая способствовала росту урожайности зеленой массы во все годы исследований.

Прибавка от фона питания в разрезе вариантов составила 8,08 -9,63 т/га, от микроудобрений и стимуляторов роста 1,32-4,70 т/га. Также хорошо себя проявил использование двухкомпонентной баковой смесей (Батр + Изагри Вита), где с 1 га собрано по 36,74 т зеленой массы.

Несколько уступали им двойные (Батр +Биодукс; Биодукс+Изагри Вита) баковые смеси, где урожайность составила соответственно 35,80 т/га, и 36,08 т/га. Аналогичная закономерность сохранилась и

на неудобренном фоне. Самая низкая (23,80 т/га) урожайность в среднем за три года получена на фоне без удобрений, где микроудобрения и биопрепараты не использовались.

Использование стимулятора роста Биодукс и микроудобрения Батр в чистом виде уступали двойным и тройным смесям по урожайности зеленой массы кукурузы. Применение препаратов в чистом виде было менее эффективным по сравнению с комбинированными баковыми смесями.

Таблица 1 – Влияние макро- и микроудобрений и стимулятора роста на урожайность зеленой массы кукурузы, в среднем за 2022-2024 годы

Table 1 – The effect of macro- and microfertilizers and a growth stimulant on the yield of green mass of corn, on average for 2022–2024

Фон питания	Варианты		Урожайность, т/га				Прибавка , т/га	
			2022 г.	2023 г.	2024 г.	в среднем за 3 года	от стимулятора роста	от фона питания
Без удобрений (контроль)	1	Контроль	26,05	23,31	22,03	23,80	-	-
	2	Биодукс	27,13	25,15	23,07	25,12	1,32	-
	3	Батр	27,97	25,64	23,42	25,68	1,88	-
	4	Изагри Вита	28,29	26,24	23,73	26,09	2,29	-
	5	Биодукс+Батр	28,97	26,85	24,32	26,71	2,91	-
	6	Биодукс+Изагри Вита	29,32	27,56	24,65	27,18	3,38	-
	7	Батр+Изагри Вита	29,76	27,95	25,23	27,65	3,85	-
	8	Биодукс+Батр+Изагри Вита	30,15	29,36	26,00	28,50	4,70	-
1Расчет на 35 т/га зеленой массы	1	Контроль	34,36	32,64	28,64	31,88	-	8,08
	2	Биодукс	36,64	34,82	30,00	33,82	1,94	8,70
	3	Батр	37,50	35,38	30,99	34,62	2,74	8,94
	4	Изагри Вита	37,86	35,17	31,65	34,89	3,01	8,80
	5	Биодукс+Батр	38,65	36,23	32,51	35,80	3,92	9,09
	6	Биодукс+Изагри Вита	39,20	36,06	32,97	36,08	4,20	8,90
	7	Батр+Изагри Вита	39,35	37,45	33,42	36,74	4,86	9,09
	8	Биодукс+Батр+Изагри Вита	41,92	38,29	34,19	38,13	6,25	9,63

$НСР_{05}$ фактор А (фон питания) 0,45 0,63 0,68
фактор В (варианты) 0,48 0,42 1,07
АВ 1,39 0,70 1,85

$НСР_{05}$ factor A (nutrition background) 0.45, 0.63, 0.68
factor B (variants) 0.48, 0.42, 1.07
AB 1.39, 0.70, 1.85

Ниже приведены данные по в одном килограмме корма содержанию переваримого протеина (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений и стимулятора роста на содержание переваримого протеина, 2022-2024 годы

Table 2 – The effect of mineral fertilizers and a growth stimulant on the digestible protein content, 2022–2024

Фон питания	Варианты		Содержание переваримого протеина, г/кг			
			2022 г.	2023 г.	2024 г.	в среднем за 3 года
1	2	3	4	5	6	7
Без удобрений (контроль)	1.	Контроль	2,53	3,05	2,67	2,75
	2.	Биодукс	2,66	3,47	2,79	2,90
	3.	Батр	2,77	3,46	2,86	3,03
	4.	Изагри Вита	2,80	3,54	2,90	3,08
	5.	Биодукс + Батр	2,87	3,71	2,94	3,17
	6.	Биодукс + Изагри Вита	2,99	3,89	3,01	3,30
	7.	Батр + Изагри Вита	3,07	4,02	3,10	3,40
	8.	Биодукс + Батр + Изагри Вита	3,11	4,32	3,22	3,55

Продолжение таблицы 2 / Table 2 (continued)

1	2	3	4	5	6	7
Расчет на 35 т/га зеленой массы	1.	Контроль	3,26	4,28	3,47	3,67
	2.	Биодукс	3,59	4,60	3,66	3,95
	3.	Батр	3,68	4,63	3,81	4,04
	4.	Изагри Вита	3,75	4,61	3,92	4,09
	5.	Биодукс + Батр	3,90	5,07	4,00	4,32
	6.	Биодукс + Изагри Вита	3,96	5,08	4,09	4,38
	7.	Батр + Изагри Вита	4,01	5,36	4,14	4,50
	8.	Биодукс + Батр + Изагри Вита	4,36	5,55	4,21	4,71

НСР$_{05}$ фактор А (фон питания)	*0,03*	*0,02*	*0,02*
фактор В (варианты)	*0,04*	*0,10*	*0,03*
АВ	*0,02*	*0,04*	*0,01*
НСР$_{05}$ factor A (nutrition background)	*0.03*	*0.02*	*0.02*
factor B (variants)	*0.04*	*0.10*	*0.03*
AB	*0.02*	*0.04*	*0.01*

Анализ полученных результатов показал, что внесение минеральных удобрений оказало существенное влияние на содержание переваримого протеина корма. В 2022 году в зеленой массе кукурузы оно увеличилось от 3,26 до 4,36 г/кг.

Наибольшая (1,1 г/кг) прибавка от микроудобрений и стимулятора роста получена на удобренном фоне при использовании трехкомпонентной баковой смеси.

На без удобренном фоне максимальный прирост переваримого протеина также отмечен при применении трёхкомпонентной (Биодукс + Батр + Изагри Вита) смеси (на 0,77 г/кг или 29,1 %).

В условиях вегетации 2023 году наибольшее (4,32 и 5,55 г/кг) содержание переваримого протеина на обоих фонах питания было при использовании трехкомпонентной (Биодукс + Батр + Изагри Вита) баковой смеси. В 2024 году данная тенденция сохранилась.

В среднем за 3 года, максимальное (4,71 г/кг) содержание переваримого протеинав биомассе кукурузы накапливалось на фоне, рассчитанном на 35 т/га зеленой массы при обработке посевов трёхкомпонентной (Биодукс + Батр + Изагри Вита) баковой смесью.

Кормовая ценность зеленой массы кукурузы на силос по вариантам опыта приведена в таблице 3, которая складывается из химического состава, содержания кормовых единиц и обменной энергии корма.

Таблица 3 – Влияние макро- и микроудобрений, и стимуляторов роста на кормовую ценность кукурузы, в среднем за 2022-2024 годы

Table 3 – The effect of macro- and microfertilizers and growth stimulants on the feed value of corn, on average for 2022–2024

Фон питания	Варианты		Получено с 1 га	
			тыс. т корм. ед./га	обменная энергия, ГДж/га
Без удобрений (контроль)	1	Контроль	7,45	82,50
	2	Биодукс	8,05	90,66
	3	Батр	8,47	93,53
	4	Изагри Вита	8,80	96,03
	5	Биодукс + Батр	9,00	99,07
	6	Биодукс + Изагри Вита	9,25	102,67
	7	Батр + Изагри Вита	9,52	104,46
	8	Биодукс + Батр + Изагри Вита	9,93	108,91
Расчет на 35 т/га зеленой массы	1	Контроль	10,47	113,07
	2	Биодукс	10,83	121,07
	3	Батр	11,49	127,32
	4	Изагри Вита	11,92	127,07
	5	Биодукс + Батр	12,11	131,72
	6	Биодукс + Изагри Вита	12,19	133,85
	7	Батр + Изагри Вита	12,92	136,41
	8	Биодукс + Батр + Изагри Вита	13,52	143,91

При листовой подкормке посевов на естественном фоне (контроль) концентрация обменной энергии в среднем за 3 года исследований увеличилась с 82,50 до 108,91 ГДж/га (или на 32,0%). Наибольшая величина этого показателя отмечена при опрыскивании посевов Биодукс + Батр + Изагри Вита – 108, 91 ГДж/га.

Сбор кормовых единиц с 1 га изменялся в том же направлении, что и урожайность. Выход кормовых единиц по вариантам опыта на без удобренном фоне варьировал от 7,45 до 9,93 тыс. корм. ед. т/га и на расчетном от 10,47 до13,52 тыс. корм. ед./га. Наибольший выход кормовых единиц с одного гектара на обоих фонах был получен в 8 варианте (Биодукс+ Батр + Изагри Вита) и составил 9,93 и 13,52 тыс.т корм.ед./га соответственно.

Выводы. Результаты трехлетних исследований, проведенных в условиях Агрофирмы «Кырлай», подтверждают высокую агрономическую эффективность комплексного применения расчетных доз минеральных удобрений и некорневой обработки посевов кукурузы гибрида КАСКАД 195 СВ смесью препаратов Биодукс (2 мл/га) + Батр (2 л/га) + Изагри Вита (1 л/га). В результате возник синергизм: улучшение минерального питания, антистрессовое действие, активация ферментативных процессов, лучшая сохранность листового аппарата.

Данный технологический прием позволил:

- повысить урожайность зеленой массы с 31,88 до 38,13 т/га;
- увеличить содержание переваримого протеина с 3,67 до 4,71 г/кг корма;
- обеспечить максимальный сбор кормовых единиц (13,52 тыс./га) и обменной энергии (143,91 ГДж/га).

Литература

1.Роль макро- и микроудобрений в повышении урожайности и качества зеленой массы кукурузы на серых лесных почвах Республики Татарстан / М. Ю. Михайлова, М. Ю. Гилязов, Р. М. Низамов и др. // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 2. С. 34-41. doi: 10.33284/2658-3135-106-3-213.

2.Фомин В. Н., Гайнутдинов И. Р., Иванова М. В. Продуктивность и кормовая ценность кукурузы в зависимости от макро- и микроудобрений, биопрепаратов // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2025 №5(36). С. 47-53.

3.Багринцева В. Н., Ивашененко И. Н. Эффективность некорневых подкормок кукурузы удобрениями марки Батр // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 1(99). С. 28–36. doi: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-28-36.

4.Титова В. И. Оптимизация применения азотных и калийных удобрений на почвах с высоким содержанием фосфора // Пермский аграрный вестник. 2018. № 1(21). С. 87-93.

5.Семина С. А., Гаврюшина И. В. Влияние препаратов с микроэлементами на морфобио- метрические показатели и урожайность кукурузы // Агрохимический вестник. 2017. № 6. С. 43-46.

6.Рябова Т. Н. Кормовая продуктивность кукурузы при фолиарной обработке посевов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 2(82). С. 14–18. doi: 10.48012/1817-5457_2025_2_14-18.

7.Corn (Zea mays L.) growth, yield and nutritional properties affected by fertilization methods and micronutrient use / Khalafi A., Mohsenifar K., Gholami A., Barzegari M. // International Journal of Plant Production. 2021. Vol. 15. P. 589–597. doi: 10.1007/s42106-021-00148-2.

8.Effects of foliar fertilization: a review of current status and future perspectives / Niu J., Liu C., Huang M., Liu K., Yan D. // Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 2021. Vol. 21. P. 104–118. doi: 10.1007/s42729-020-00346-3.

9.The effect of foliar micronutrient fertilization on yield and nutritional quality of maize grain / Jarecki W., Borza I. M., Rosan C. A., Domuța C. G., Vicas S. I. // Agronomy. 2025. Vol. 15, No. 8. Art. 1859. doi: 10.3390/agronomy15081859.

10.Biofortification of different maize cultivars with zinc, iron and selenium by foliar fertilizer applications / Xue Y.-F., Li X.-J., Yan W., Miao Q., Zhang C.-Y., Huang M., Sun J.-B., Qi S.-J., Ding Z.-H., Cui Z.-L. // Frontiers in Plant Science. 2023. Vol. 14. Art. 1144514. doi: 10.3389/fpls.2023.1144514.

11.Foliar magnesium application improves sweet corn yield: boosting nutrient uptake and grain carbohydrate under dense planting condition / Ye D., Yu Z., Chen J., Wei S., Zhang Z., Huang S., Su D., Liu T., Muneer M. A.// Frontiers in Plant Science. 2025. Vol. 16. Art. 1499391. doi: 10.3389/fpls.2025.1499391.

12.Grabovskyi M., Kucheruk P., Pavlichenko K. Influence of macronutrients and micronutrients on maize hybrids for biogas production // Environmental Science and Pollution Research. 2023. Vol. 30. P. 70022–70038. doi: 10.1007/s11356-023-27235-3.

13. Семина С. А., Гаврюшина И. В., Семина Ю. А. Комплексные удобрения как фактор регулирования урожайности кукурузы // Нива Поволжья. 2019. № 2(51). С. 85-91. 10.

14. Система земледелия Республики Татарстан. Инновации на базе традиций / И. Х. Габдрахманов, Д. И. Файзрахманов, А. Р. Валиев и др. Том Часть 1. – Казань: Центр инновационных технологий, 2013. 168 с.

15. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю. К. Новоселов, В. Н. Киреев, Г. П. Кутузов и др. Москва: Подразделение оперативной полиграфии ВИК, 1983. 197 с.

16. БАТР - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dol-agro.ru/batr-max

17. Bionovatic. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://bionovatic.ru/about.

18. Изагри Вита [Электронный ресурс. Режим доступа: https:// agrotehnik-seeds/ru.

References

1. Mikhaylova MYu, Gilyazov MYu, Nizamov RM. [The role of macro- and microfertilizers in increasing the productuvuty and quality of green mass of corn on gray forest soils of the Republic of Tatarstan]. Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2023; 2. 34-41 p. doi: 10.33284/2658-3135-106-3-213.

2. Fomin VN, Gaynutdinov IR, Ivanova MV. [Productivity and feed value of corn depending on macro- and microfertilizers, biopreparations]. Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2025; 5(36). 47-53 p.
3. Bagrintseva VN, Ivashenenko IN. [Efficiency of foliar feeding of corn with Batr fertilizers]. Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2021; 1(99). 28-36 p. doi: 10.35330/1991-6639-2021-1-99-28-36.
4. Titova VI. [Optimization of nitrogen and potassium fertilizer application on soils with high phosphorus content]. Permskiy agrarnyy vestnik. 2018; 1(21). 87-93 p.
5. Semina SA, Gavryushina IV. [Effect of preparations with microelements on morphobiometric indicators and productivity of corn]. Agrokhimicheskiy vestnik. 2017; 6. 43-46 p.
6. Ryabova TN. [Forage productivity of corn with foliar treatment of crops]. Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. 2025; 2(82). 14-18 p. doi: 10.48012/1817-5457_2025_2_14-18.
7. Khalafi A, Mohsenifar K, Gholami A, Barzegari M. Corn (Zea mays L.) growth, yield and nutritional properties affected by fertilization methods and micronutrient use. International Journal of Plant Production. 2021; Vol.15. 589-597 p. doi: 10.1007/s42106-021-00148-2.
8. Niu J, Liu C, Huang M, Liu K, Yan D. Effects of foliar fertilization: a review of current status and future perspectives. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 2021; Vol.21. 104-118 p. doi: 10.1007/s42729-020-00346-3.
9. Jarecki W, Borza IM, Rosan CA, Domuța CG, Vicas SI. The effect of foliar micronutrient fertilization on yield and nutritional quality of maize grain. Agronomy. 2025; Vol.15. No.8. Art.1859. doi: 10.3390/agronomy15081859.
10. Xue YF, Li XJ, Yan W, Miao Q, Zhang CY, Huang M, Sun JB, Qi SJ, Ding ZH, Cui ZL. Biofortification of different maize cultivars with zinc, iron and selenium by foliar fertilizer applications. Frontiers in Plant Science. 2023; Vol.14. Art. 1144514. doi: 10.3389/fpls.2023.1144514.
11. Ye D, YuZ, Chen J, Wei S, Zhang Z, Huang S, Su D, Liu T, Muneer MA. Foliar magnesium application improves sweet corn yield: boosting nutrient uptake and grain carbohydrate under dense planting condition. Frontiers in Plant Science. 2025; Vol.16. Art. 1499391. doi: 10.3389/fpls.2025.1499391.
12. Grabovskiy M, Kucheruk P, Pavlichenko K. Influence of macronutrients and micronutrients on maize hybrids for biogas production. Environmental Science and Pollution Research. 2023; Vol.30. 70022-70038 p. doi: 10.1007/s11356-023-27235-3.
13. Semina SA, Gavryushina IV, Semina YuA. [Complex fertilizers as a factor in regulating corn yield]. Niva Povolzhya. 2019; 2(51). 85-91 p. 10.
14. Gabdrakhmanov IKh, Fayzrakhmanov DI, Valiev AR. Sistema zemledeliya Respubliki Tatarstan. Innovatsii na baze traditsiy. Chast 1. [Agriculture system of the Republic of Tatarstan. Innovations based on traditions. Chapter 1]. Kazan: Tsentr innovatsionnykh tekhnologiy. 2013; 168 p.
15. Novoselov YuK, Kireev VN, Kutuzov GP. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kulturami. [Methodological guidelines for conducting field experiments with forage crops]. Moscow: Podrazdelenie operativnoy poligrafii VIK. 1983; 197 p.
16. BATR. [Internet]. Available from: https://dol-agro.ru/batr-max
17. Bionovatic. [Internet]. Available from: https://bionovatic.ru/about.
18. Izagri Vita. [Internet]. Available from dostupa: https:// agrotehnik-seeds/ru.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах:
Фомин Владимир Николаевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и плодоовощеводства Казанского государственного аграрного университета (420015, Российская Федерация, г. Казань, ул. Карла Маркса, 65), e-mail: tipka2015@yandex.ru
Владимиров Александр Владимирович – аспирант кафедры растениеводства и плодоовощеводства Казанского государственного аграрного университета (420015, Российская Федерация, г. Казань, ул. Карла Маркса, 65), e-mail: phill-collins@mail.ru
Хуснутдинов Рашит Гарафович – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий агроном ООО «Бионоватик» (420095, Российская Федерация, г. Казань, Технополис "Химград", ул. Восстания, 100, корп. 203 А, офис 10), e-mail: husnutdinov.r.g@bionovatic.ru

Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант рукописи.
Поступила 11.03.2026; одобрена после рецензирования 16.06.2026; принята к публикации 25.06.2026.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Authors:
Fomin Vladimir Nikolaevich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Plant Growing and Horticulture Department Kazan State Agrarian University (65 Karl Marx Street, Kazan, 420015, Russian Federation), e-mail: tipka2015@yandex.ru
Vladimirov Aleksandr Vladimirovich – post-graduate student of Plant Growing and Horticulture Department Kazan State Agrarian University (65 Karl Marx Street, Kazan, 420015, Russian Federation), e-mail: phill-collins@mail.ru
Khusnutdinov Rashit Garafovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, leading agronomist Bionovatic LLC (100 Vosstaniya St., Bldg. 203A, Office 10, Technopolis “Himgrad”, Kazan, 420095, Russian Federation), e-mail: husnutdinov.r.g@bionovatic.ru

The authors have reviewed and approved the final manuscript.
Submitted 11.03.2026; revised 16.06.2026; accepted 25.06.2026.