

DOI

УДК 631.816.355:633.15

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ**А. А. Зиганшин, Р. И. Сафин**

Реферат. Представлены результаты исследований по изучению эффективности некорневой подкормки органоминеральными удобрениями группы «Батр» - Батр 40 Азот и Батр Цинк на кукурузе, возделываемой на зерно. Исследования проводили в Предкамской зоне Республики Татарстана. В задачи исследований входила оценка влияния некорневой подкормки изучаемыми удобрениями на формирование урожая и качество зерна у различных гибридов кукурузы. В качестве объектов исследований выступали раннеспелые гибриды ДКС 3006 и КВС Лионель. Для обработки использовались удобрения Батр 40 Азот (азотсодержащее жидкое органоминеральное удобрение с микроэлементами, гуматами и гидроксикарбоновыми кислотами) и Батр Цинк (жидкое органоминеральное удобрение с содержанием цинка 5%). Изучались варианты с подкормкой только Батр 40 Азот (норма 4 л/га) и баковой смесью Батр 40 Азот (4 л/га) + Батр Цинк (1 л/га). Обработка растений осуществлялась в фазу шести листьев культуры, с расходом рабочей жидкости 200 л/га. Полевые опыты проводились в 2022-2023 годах, на среднесуглинистой серой лесной почве с низким содержанием цинка. В 2022 году в период вегетации условия увлажнения для роста и развития кукурузы были благоприятными, а в 2023 году отмечались засушливые периоды. Некорневая подкормка Батр 40 Азот, в среднем за годы исследований, способствовала увеличению урожайности зерна на 0,4 т/га на гибриде ДКС 3006 и 0,3 т/га на гибриде КВС Лионель. Применение баковой смеси Батр 40 Азот + Батр Цинк привело к росту урожайности на 1,0 т/га у гибрида ДКС 3006 и на 0,8 т/га у гибрида КВС Лионель. Абсолютно сухая биомасса растений кукурузы к уборке при применении подкормки Батр 40 Азот выросла к показателям контроля на 0,8 т/га на первом гибриде и на втором гибридах, тогда как при использовании смеси Батр 40 Азот + Батр Цинк рост составил соответственно на 1,3 и на 1,2 т/га. Некорневая подкормка смесью Батр 40 Азот + Батр Цинк привело к росту содержанию белка на обоих гибридах. На гибриде ДКС 3006 рост содержание белка в сухом веществе зерна выросло на 0,3%, а на гибриде КВС Лионель – на 0,2 %. Наиболее существенным положительное влияние от подкормки на содержание белка было в условиях более засушливого 2023 года. В результате проведенных исследований было установлено, что наилучшие показатели по продуктивности и качеству зерна у обоих гибридов кукурузы были при использовании некорневой подкормки смесью Батр 40 Азот + Батр Цинк.

Ключевые слова: органоминеральные удобрения, микроэлементы, некорневая подкормка, урожайность, содержание белка, кукуруза на зерно.

Для цитирования: Зиганшин А.А., Сафин Р.И. Особенности формирования урожая кукурузы на зерно при использовании некорневой подкормки органоминеральными удобрениями //Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2024. 3(11). С. 28-33

Введение. Кукуруза, наряду с пшеницей и рисом, является важнейшей мировой зерновой культурой [1, 2]. Для Российской Федерации, производство экспорт зерна кукурузы имеет важнейшее значение для устойчивого развития отечественного АПК [3, 4]. Значительная роль зерна кукурузы, в первую очередь в кормопроизводстве, обусловлена высокой его пищевой и энергетической ценностью, а также наличием в нем ценных веществ, пригодных для разностороннего использования [5, 6, 7]. В связи с этим, разработка приемов повышения урожайности и качественных характеристик зерна кукурузы, адаптированных под конкретный генотип (гибрид) и условия производства, имеет важное практическое значение [8, 9].

При производстве высоких урожаев зерна кукурузы, существенную роль играет научно-обоснованная система удобрения, так как данная культура отличается повышенной требовательностью к уровню обеспеченности как макро-, так и микроэлементами [10, 11, 12].

В последние годы, на данной культуре все большее распространение получил такой прием как некорневая подкормка с использованием комплексных органоминеральных удобрений, содержащих, наряду с макроэлементами (преимущественно с азотом), различные микроэлементы и физиологически-активные вещества (гуматы, органические кислоты, экстракты водорослей и т.д.) [13, 14, 15]. Применение данного приема способствует значительному (на 15-20%) росту урожайности кукурузы с повышением качественных характеристик зерна [16]. К числу комплексных органоминеральных удобрений, относятся и удобрения серии Батр, выпускаемых в Республике Татарстан и применяемых на различных культурах, в том числе и на кукурузе [17, 18]. Результаты применения удобрений данной серии показали высокую их эффективность. Так, исследования в Ставропольском крае показали, что использование в течение двух лет для некорневой подкормки Батр 40 Азот на двух гибридах кукурузы

(Машук 220 МВ, Машук 355 МВ) привело к росту урожайности зерна на 0,38-0,40 т/га, причем в более благоприятный по увлажнению год отдача от подкормки была выше [19]. Существенную роль в формировании урожая кукурузы играет такой микроэлемент как цинк [20]. Среди удобрений группы Батр имеется состав Батр Цинк, отличающийся повышенным (до 5%) содержанием данного элемента питания растений. Высокая отдача от использования некорневого внесения Батр Цинка на кукурузе показана на Юге России [21, 22].

В связи с вышеизложенным, целью исследований была оценка эффективности применения некорневой подкормки удобрениями марки Батр на различных гибридах кукурузы, возделываемых на зерно.

Условия, материалы и методы. Полевые исследования на различных гибридах кукурузы проводились в 2022-2023 годах на опытных полях Агробиотехнопарка Казанского ГАУ.

Объект исследования – раннеспелые гибриды кукурузы интенсивного типа ДКС 3006 и КВС Лионель.

Полевые опыты закладывались на средне-суглинистой, высококультурной (содержание гумуса – высокое, подвижного фосфора – очень высокое; обменного калия – повышенное) с серой лесной почве. Обеспеченность почвы цинком (по Пейве-Ринкису) низкая. В 2022 году условия вегетации

характеризовались хорошим увлажнением (ГТК за вегетацию более 1,0), тогда как в 2023 году отмечались острозасушливые условия, особенно в период активного вегетативного роста кукурузы (июнь-июль).

Схема опыта: 1. Контроль (без некорневой подкормки);

2. Батр 40 Азот, 4 л/га;

3. Батр 40 Азот (4 л/га) + Батр Цинк (1 л/га).

Обработка растений осуществлялась в фазу шести листьев культуры, с расходом рабочей жидкости 200 л/га.

Площадь (общая) опытных делянок – 42 м², площадь учетных делянок – 25 м². Повторность – трехкратная. Посев проводился пропашной сеялкой с нормой высева 80 тыс. всхожих семян на гектар. Фон удобрений: под предпосевную культивацию внесено NPK (70 кг/га диаммофоски + 50 кг/га аммиачной селитры). Для контроля сорных растений применялись почвенный гербицид Симба, а в фазу 4 настоящего листа проводилась обработка баковой смесью Дублон + Балерина.

Учет урожайности определяли поделяночной уборкой. Содержание белка в зерне кукурузы определяли по ГОСТ 13496.4-2019.

Результаты и обсуждение. Некорневая подкормка оказала влияние на формирование биомассы растений кукурузы (табл. 1).

Таблица 1 – Накопление сухой биомассы растений кукурузы на зерно к уборке, т/га, 2022-2023 года

Вариант	2022 год	2023 год	В среднем за 2 года	Отклонение от контроля, т/га
ДКС 3006				
Контроль	23,9	14,2	19,05	
Батр 40 Азот	24,5	15,3	19,90	0,85
Батр 40 Азот + Батр Цинк	24,8	16,0	20,40	1,35
КВС Лионель				
Контроль	23,4	14,1	18,75	
Батр 40 Азот	24,1	15,0	19,55	0,80
Батр 40 Азот + Батр Цинк	24,6	15,7	20,15	1,40
НСР ₀₅ А	0,61	0,49		
НСР ₀₅ В	0,31	0,16		

В годы исследований, в контроле, значительных различий между гибридами по накоплению абсолютно сухой биомассы растений не отмечалось. Реакция на некорневую подкормку у изучаемых гибридов была одинаковой. Применение только подкормки Батр 40 Азот привело к росту показателя на 0,80-0,85 т/га (на 4,3-4,5%) к значениям в контроле. В тоже время, добавление в рабочий состав Батр 40 Азот удобрения Батр Цинк значительно усилило положительный эффект от обработки (рост на 1,35-1,40 т/га). Необходимо отметить, что наиболее существенным данный положительный эффект от подкормки был в более засушливом 2023 году. Результаты оценки урожайности кукурузы,

приведенные к стандартной влажности приведены в таблице 2. Оценка урожайности различных гибридов кукурузы в годы проведения опытов показала, что достоверных отличий между ними не наблюдалось, т.е. их продуктивность была примерно на одном уровне. Применение подкормки только Батр 40 Азот несколько увеличило урожайность в засушливом 2023 году, но практически не оказало влияние на данный показатель в более благоприятный по агрометеорологическим условиям 2022 год. Использование для некорневого внесения баковой смеси Батр 40 Азот + Батр Цинк, во все годы исследований оказало положительное влияние на формирования урожая зерна у обоих гибридов кукурузы. В среднем

АГРОНОМИЯ

за 2 года исследований, данный прием способствовал росту урожайности зерна у гибрида ДКС 3006 на 11,9%, а у гибрида КВС Лионель на 11,26%

к значениям в контроле, причем прирост к значениям в вариантах с применением Батр 40 Азот составил 0,55 и 0,50 т/га соответственно.

Таблица 2 – Урожайность гибридов кукурузы на зерно при применении некорневой подкормки, т/га, 2022-2023 года

Вариант (подкормка) (фактор В)	2022 год	2023 год	В среднем за 2 года	Отклонение от контроля	
				т/га	%
ДКС 3006 (фактор А)					
Контроль	10,6	5,4	8,00		
Батр 40 Азот	10,9	5,9	8,40	0,40	5,00
Батр 40 Азот + Батр Цинк	11,5	6,4	8,95	0,95	11,90
КВС Лионель					
Контроль	9,9	5,2	7,55		
Батр 40 Азот	10,0	5,8	7,90	0,35	4,64
Батр 40 Азот + Батр Цинк	10,6	6,2	8,40	0,85	11,26
НСР ₀₅ А	0,39	0,14			
НСР ₀₅ В	0,11	0,09			

Зерно кукурузы содержит в своем составе в среднем 9-12% белка, чем его содержание во многом определяется агроклиматическими условиями и уровнем минерального питания растений (табл. 3).

Таблица 3 – Содержание сырого протеина в сухом веществе зерна кукурузы, % в 2022-2023 годах

Вариант	2022 год	2023 год	В среднем за 2 года	Отклонение от контроля, %
ДКС 3006				
Контроль	9,0	8,9	9,0	
Батр 40 Азот	9,0*	9,2*	9,1	+0,1
Батр 40 Азот + Батр Цинк	9,1*	9,4	9,3	+0,3
КВС Лионель				
Контроль	9,9	10,3	10,1	
Батр 40 Азот	10,0*	10,5*	10,3	+0,2
Батр 40 Азот + Батр Цинк	10,0*	10,5*	10,3	+0,2

Примечание: * – разница недостоверна к значениям в контроле при $P=0,05$.

При сравнении показателей содержания белков в зерне у различных гибридов, можно сделать вывод о том, что гибрид КВС Лионель по данному показателю несколько превосходит гибрид ДКС 3006. Для данных гибридов проявляются и различия в реакции содержания протеина в зерне в зависимости от условий увлажнения вегетационного периода. Так, если для гибрида ДКС 3006 данный показатель слабо изменялся в изучаемые года, то у гибрида КВС Лионель в более засушливых условиях 2023 года содержание белков в зерне увеличивалось. Некорневые подкормки Батр 40 Азот практически не повлияли на дан-

ный параметр. В 2023 году на гибриде ДКС 3006 использование баковой смеси Батр 40 Азот + Батр Цинк привело к достоверному росту показателя к значениям в контроле. В среднем за два года, на гибриде ДКС 3006 рост содержания белка в сухом веществе зерна выросло на 0,3%, а на гибриде КВС Лионель – на 0,2%. Наиболее существенным положительное влияние от подкормки на содержание белка было в условиях более засушливого 2023 года.

Для оценки влияния приемов на рост и развитие растений использовались показатели высоты растений кукурузы (табл. 4).

Таблица 4 – Высота растений кукурузы в период цветения, см, 2022-2023 год

Вариант	2022 год	2023 год	В среднем за 2 года	Отклонение от кон- троля, %
ДКС 3006				
Контроль	296,3	175,6	235,95	
Батр 40 Азот	304,7*	188,7	246,70	4,56
Батр 40 Азот + Батр Цинк	304,8*	190,1	247,45	4,87
КВС Лионель				
Контроль	295,7*	164,0	229,85	
Батр 40 Азот	304,3*	178,7	241,50	5,07
Батр 40 Азот + Батр Цинк	306,3*	180,3	243,30	5,85

Примечание: * – разница недостоверна к значениям в контроле при $P=0,05$.

Значения показателя высоты определялась условиями увлажнения в период вегетации кукурузы. Если в благоприятный по агроклиматическим параметрам для вегетативного роста растений 2022 год высота растений в контроле у изучаемых гибридов была на уровне 295,7-296,3 см, то в более засушливом 2023 году она составляла 164,0-175,6 см, т.е. практически в 1,7-1,8 раза меньше. Характер влияния некорневой подкормки органоминеральными удобрениями на высоту растений, также определялась условиями вегетации. В благоприятный по увлажнению период вегетации 2022 года, эффект от некорневой подкормки в увеличении показателя высоты растений практически не проявлялся, тогда как в 2023 году, в условиях периодических засух, под влиянием подкормки удобрениями Батр отмечалось значительная стимуляции ростовых процессов, что привело к увеличению средней высоты растений. В среднем за годы исследований, под влиянием применения органоминеральных удобрений высота растений (в зависимости от гибрида) по сравнению с контролем выросла на 4,56-5,85%.

Выводы. Эффективность применения некорневого внесения органоминерального удобрения Батр 40 Азот в чистом виде и в смеси с удобрением Батр Цинк, в первую очередь

определялась агрометеорологическими параметрами вегетации кукурузы. В более засушливых условиях 2023 года эффект от данного приема был выше, чем в более благоприятных по увлажнению 2022 года. Независимо от года исследований и изучаемого гибрида, применение смеси Батр 40 Азот + Батр Цинк оказало более выраженное положительное влияние на урожайность, чем применение только удобрения Батр 40 Азот.

Аналогичные закономерности проявились и по биометрическим показателям (высота растений) и по накоплению абсолютно сухой массы растений кукурузы – максимальные значения были при применении подкормки в условиях недостатка влаги в период вегетативного роста.

Влияние подкормки на содержание белка в зерне было слабым и сильнее проявлялось также в условиях недостатка влаги.

Таким образом, применение органоминеральных удобрений серии Батр для некорневой подкормки, за счет антистрессового действия, позволяет значительно снизить негативное влияние недостатка влаги и повышенных температур на формирование урожая зерна у ранних гибридов кукурузы, возделываемых на зерно.

Литература

1. Мировой рынок кукурузы и продуктов её переработки в контексте развития органического сельского хозяйства / А. Н. Ставцев, Х. Н. Гасанова, А. Н. Осипов [и др.] // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2022. 15(87). С. 46-54. <https://doi.org/10.33938/225-46>. EDN KMEVHC.
2. Wang J., Hu X. Research on corn production efficiency and influencing factors of typical farms: Based on data from 12 corn-producing countries from 2012 to 2019//PLoS One. 2021 Jul 9;16(7): e0254423. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254423>.
3. Осипов А. Н., Гасанова Х. Н., Ставцев А. Н. Развитие мирового рынка кукурузы и продуктов ее переработки // Экономика российского села: вчера, сегодня, завтра: Труды Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ, Москва, 24–25 июня 2021 года. Москва: Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства, 2021. С. 231-236. EDN SHUYOO.
4. Ставцев А. Н., Гасанова Х. Н. Особенности экспорта зерна кукурузы // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2022. № 12(94). С. 132-138. <https://doi.org/10.33938/2212-132>. EDN CSADVJ.
5. Оценка биохимического состава зерна кукурузы селекции РосНИИСК "Россорго" для дальнейшего использования в АПК / И. А. Сазонова, В. Н. Титов, Ю. В. Бочкарева [и др.] // АгроЭкоИнфо. 2021. № 6(48). 27. <https://doi.org/10.33938/2212-132>. EDN ORTIC.
6. Михайлова М. Ю. Кормовая ценность зерна кукурузы // Роль аграрной науки в решении проблем современного земледелия: Сб. трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти А.А. Зиганшина, Казань, 05–06 апреля 2023 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2024. С. 16-22. EDN QVFMAMR
7. Губин С. В., Логинова А. М., Гетц Г. В. Оценка кормовой ценности зерна новых гибридов кукурузы, созданных с участием инбредных линий Сибирского филиала ВНИИК // АПК России. 2023. Т. 30, № 3. С. 346-351. <https://doi.org/10.55934/10.55934/2587-8824-2023-30-3-346-351>. EDN FLJSYM.
8. Технология возделывания кукурузы на зерно в адаптивно-ландшафтной системе земледелия юго-западной части ЦЧР России / И. Е. Солдат, П. И. Солнцев, О. Д. Мещеряков [и др.] // Сахарная свекла. 2023. № 10. С. 23-25. <https://doi.org/10.25802/SB.2023.33.89.007>. EDN MWDPEI.
9. Бельченко С. А., Дронов А. В., Ланцев В. В. Адаптивный и продуктивный потенциал среднеранних гибридов кукурузы на зерно в агроландшафтных условиях Брянской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2(54). С. 19-26. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-2-19-26>. EDN AUDPBE.
10. Чекмарев П. А., Фомин В. Н., Турнин С. Л. Влияние сорта и удобрений на урожайность кукурузы при возделывании на зерно // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31, № 9. С. 22-24. EDN ZQPYBN.
11. Иванова О. М., Макаров М. Р. Эффективность возделывания кукурузы на зерно в зависимости от различных видов минеральных удобрений // Сахарная свекла. 2022. № 7. С. 28-30. <https://doi.org/10.25802/6266.2022.18.51.007>. EDN KOSTRR.
12. Влияние минеральных удобрений на формирование зерна кукурузы на каштановых почвах Волгоградской области / А. И. Беляев, В. Н. Павленко, Н. Ю. Петров [и др.] // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2023. № 1(55). С. 8-12. <https://doi.org/10.32935/2221-7312-2023-55-1-8-12>. EDN XKJSXM.
13. Леонов Ф. Н., Зимица М. В. Эффективность применения комплексного удобрения Интермаг Титан во некорневую подкормку озимого рапса и кукурузы на зерно // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 3. С. 97-100. EDN FWMATAA.
14. Ивашенко И. Н., Багринцева В. Н. Оценка эффективности некорневых подкормок азотсодержащими

удобрениями на кукурузе // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 3. С. 40-54. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-3-40-54>. EDN QVHTOO.

15. Влияние некорневой подкормки на формирование урожайности и качества кукурузы / С. А. Семина, О. Н. Кухарев, И. В. Гаврюшина [и др.] // Нива Поволжья. 2023. № 3(67). 1006. <https://doi.org/10.36461/NP.2023.67.3.007>. EDN XXIENK.

16. Кагермазов А. М., Хачидогов А. В. Некорневые подкормки на посевах кукурузы как один из агроприемов повышения урожайности зерна // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2024. № 1(73). С. 89-98. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2024-01-09>. EDN GKRHDI.

17. Минакова О. А. Эффективность применения жидких органо-минеральных удобрений хелатного типа Батр в посевах сахарной свеклы в условиях лесостепи ЦЧР // Сахарная свекла. 2024. № 4. С. 23-27. <https://doi.org/10.25802/SB.2024.60.42.004>. EDN RGFSEN.

18. Эффективность применения удобрений Батр 40 Азот и Батр Макс на кукурузе / В. Н. Багринцева, И. Н. Ивашенко, Г. Ю. Каримов [и др.] // Кукуруза и сорго. 2019. № 2. С. 9-13. <https://doi.org/10.25715/KS.2019.2.31828>. EDN XPYPSN.

19. Ивашенко И. Н., Багринцева В. Н. Оценка эффективности некорневых подкормок азотсодержащими удобрениями на кукурузе // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 3. С. 40-54. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-3-40-54>. EDN QVHTOO.

20. Михайлова М. Ю. Роль цинка для роста и развития кукурузы // Биологическая защита растений с использованием геномных технологий: Сборник научных трудов по материалам I Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 26–27 октября 2022 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2022. С. 215-221. EDN UAMRZD.

21. Багринцева В. Н., Ивашенко И. Н., Сотченко Д. Ю. Влияние некорневой подкормки микроудобрением Батр Цинк на урожайность кукурузы и кормовые качества зерна // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 3. С. 213-224. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-3-213>. EDN MDBLHC.

22. Багринцева В. Н., Ивашенко И. Н. Влияние некорневой подкормки растений удобрением Батр Цинк на формирование урожая кукурузы в Ставропольском крае // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 6. С. 19-21. <https://doi.org/10.31857/S2500262722060047>. EDN MJGURL.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

Зиганшин Андрей Алексеевич - аспирант, e-mail: ziganshinandrei@mail.ru

Сафин Радик Ильясович - доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой, e-mail: radiksaf2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6276-5728>

Казанский государственный аграрный университет, г. Казань, Россия

FEATURES OF THE FORMATION OF THE GRAIN CORN YIELD USING FOLIAR FEEDING WITH ORGANOMINERAL FERTILIZERS

A. A. Ziganshin, R. I. Safin

Abstract. The article presents the results of studies on the effectiveness of foliar feeding with organomineral fertilizers of the "Batr" group - Batr 40 Azot and Batr Zinc on corn grown for grain. The studies were conducted in the Predkama zone of the Republic of Tatarstan. The objectives of the studies included assessing the effect of foliar feeding with the studied fertilizers on the formation of the yield and grain quality in various corn hybrids. The objects of the studies were early-ripening hybrids DKS 3006 and KVS Lionel. Fertilizers Batr 40 Azot (nitrogen-containing liquid organomineral fertilizer with microelements, humates and hydroxycarboxylic acids) and Batr Zinc (liquid organomineral fertilizer with a zinc content of 5%) were used for processing. The studied variants included top dressing with only Batr 40 Nitrogen (rate of 4 l/ha) and tank mixture of Batr 40 Nitrogen (4 l/ha) + Batr Zinc (1 l/ha). Plants were treated in the phase of six leaves of the crop, with a working fluid consumption of 200 l/ha. Field experiments were carried out in 2022-2023, on medium loamy gray forest soil with low zinc content. In 2022, during the growing season, moisture conditions for the growth and development of corn were favorable, and in 2023, dry periods were observed. Foliar top dressing with Batr 40 Nitrogen, on average over the years of research, contributed to an increase in grain yield by 0.4 t/ha on the DKS 3006 hybrid and 0.3 t/ha on the KVS Lionel hybrid. The use of the tank mixture Batr 40 Nitrogen + Batr Zinc resulted in a yield increase of 1.0 t/ha for the DKS 3006 hybrid and 0.8 t/ha for the KVS Lionel hybrid. The absolutely dry biomass of corn plants before harvesting with the use of the Batr 40 Nitrogen fertilizer increased to the control values by 0.8 t/ha for the first hybrid and for the second hybrid, while with the use of the Batr 40 Nitrogen + Batr Zinc mixture the increase was 1.3 and 1.2 t/ha, respectively. Foliar feeding with the Batr 40 Nitrogen + Batr Zinc mixture resulted in an increase in the protein content for both hybrids. On the DKS 3006 hybrid, the protein content in dry matter of grain increased by 0.3%, and on the KVS Lionel hybrid – by 0.2%. The most significant positive effect of feeding on protein content was in the drier conditions of 2023. As a result of the studies, it was found that the best indicators for productivity and grain quality in both corn hybrids were obtained when using foliar feeding with a mixture of Batr 40 Nitrogen + Batr Zinc.

Key words: organomineral fertilizers, microelements, foliar feeding, yield, protein content, corn for grain.

For citation: Ziganshin A.A., Safin R.I. Features of the formation of the grain corn yield using foliar feeding with organomineral fertilizers. *Agrobiotechnology and digital farming*. 2024; 3(11): 28-33

References

1. Stavtsev A. N., Gasanova Kh. N., Osipov A.N. [World market of corn and its processed products in the context of organic agriculture development]. *Ekonomika, trud, upravleniye v sel'skom khozyaystve*. 2022; 5 (87): 46-54. <https://doi.org/10.33938/225-46>. EDN KMEVHC.

2. Wang J., Hu X. Research on corn production efficiency and influencing factors of typical farms: Based on

data from 12 corn-producing countries from 2012 to 2019. *PLoS One*. 2021 Jul 9; 16 (7): e0254423. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254423>.

3. Osipov A. N., Gasanova H. N., Stavtsev A. N. [Development of the world market for corn and its processed products]. *Ekonomika rossiyanskogo sela: vchera, segodnya, zavtra: Trudy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu FGBNU FNC VNIIESSH, Moskva, 24–25 iyunya 2021 goda*. Moskva: Vserossiyskiy NII jekonomiki sel'skogo hozjajstva. 2021. 231–236. EDN SHUYOO.

4. Stavtsev A. N., Gasanova H. N. [Features of corn grain export]. *Ekonomika, trud, upravleniye v sel'skom khozyaystve*. 2022; 12(94): 132–138. <https://doi.org/10.33938/2212-132>. EDN CSADVJ.

5. Sazonova I. A., Titov V. N., Bochkareva Yu. V. [Evaluation of the biochemical composition of corn grain bred by the Russian Research Institute of Vegetable Growing "Rossorgo" for further use in the agro-industrial complex]. *AgroEcoInfo*. 2021; 6 (48): 27. <https://doi.org/10.33938/2212-132>. EDN ORTIIC.

6. Mikhailova M. Yu. [Feed value of corn grain]. *Rol' agrarnoy nauki v reshenii problem sovremennoy zemledeliya: Sb. trudov Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy pamyati A.A. Ziganshina, Kazan', 05–06 aprelya 2023 goda*. Kazan': Kazanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2024. 16-22. EDN QVFAMR.

7. Gubin S. V., Loginova A. M., Getz G. V. [Evaluation of the feed value of grain of new corn hybrids created with the participation of inbred lines of the Siberian branch of the All-Russian Research Institute of Corn Crops]. *APK Rossii*. 2023; 30. 3: 346-351. <https://doi.org/10.55934/10.55934/2587-8824-2023-30-3-346-351>. EDN FLJSYM.

8. Soldat I. E., Solntsev P. I., Meshcheryakov O. D. [Technology of cultivation of corn for grain in the adaptive-landscape farming system of the southwestern part of the Central Black Earth Region of Russia]. *Sakharnaya svekla*. 2023; 10: 23-25. <https://doi.org/10.25802/SB.2023.33.89.007>. EDN MWDPEI.

9. Belchenko S. A., Dronov A. V., Lancev V. V. [Adaptive and productive potential of mid-early hybrids of grain corn in the agro-landscape conditions of the Bryansk region]. *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2021; 2 (54): 19-26. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-2-19-26>. EDN AUDPBE.

10. Chekmarev P. A., Fomin V. N., Turnin S. L. [Influence of variety and fertilizers on the yield of corn when cultivating for grain]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2017; 31. 9: 22-24. EDN ZQPYBN.

11. Ivanova O. M., Makarov M. R. [Efficiency of grain corn cultivation depending on various types of mineral fertilizers]. *Sakharnaya svekla*. 2022; 7: 28-30. <https://doi.org/10.25802/6266.2022.18.51.007>. EDN KOSTRR.

12. Belyaev A. I., Pavlenko V. N., Petrov N. Yu. [The influence of mineral fertilizers on the formation of corn grain on chestnut soils of the Volgograd region]. *Tyeoreticheskiye i prikladnyye problemy agromyshlennogo kompleksa*. 2023; 1 (55): 8-12. <https://doi.org/10.32935/2221-7312-2023-55-1-8-12>. EDN XKJSXM.

13. Leonov F. N., Zimina M. V. [Efficiency of using the complex fertilizer Intermag Titan for foliar feeding of winter rape and grain corn]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2022; 3: 97-100. EDN FWMATA.

14. Ivashenenko I. N., Bagrintseva V. N. [Evaluation of the effectiveness of foliar feeding with nitrogen-containing fertilizers on corn]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2021; 3: 40-54. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-3-40-54>. EDN QBHTOO.

15. Semina S. A., Kukharev O. N., Gavryushina I. V. [The effect of foliar feeding on the formation of yield and quality of corn]. *Niva Povolzh'ya*. 2023; 3 (67): 1006. <https://doi.org/10.36461/NP.2023.67.3.007>. EDN XXIENK.

16. Kagermazov A. M., Khachidogov A. V. [Foliar feeding of corn crops as one of the agronomic techniques for increasing grain yield]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye*. 2024; 1(73): 89-98. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2024-01-09>. EDN GKRHDI.

17. Minakova O. A. [Efficiency of application of liquid organo-mineral fertilizers of chelate type Batr in sugar beet crops in forest-steppe conditions of the Central Black Earth Region]. *Sakharnaya svekla*. 2024; 4: 23-27. <https://doi.org/10.25802/SB.2024.60.42.004>. EDN RGFSEH.

18. Bagrintseva V. N., Ivashenenko I. N., Karimov G. Yu. [Efficiency of application of fertilizers Batr 40 Nitrogen and Batr Max on corn]. *Kukuruza i sorgo 2019*; 2: 9-13. <https://doi.org/10.25715/KS.2019.2.31828>. EDN XPYPSN.

19. Ivashenenko I. N., Bagrintseva V. N. [Evaluation of the efficiency of foliar feeding with nitrogen-containing fertilizers on corn]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2021; 3: 40-54. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-3-40-54>. EDN QBHTOO.

20. Mikhailova M. Yu. [The role of zinc for the growth and development of corn]. *Biologicheskaya zashchita rasteniy s ispol'zovaniyem genomnykh tekhnologiy: Sbornik nauchnykh trudov po materialam I Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Kazan', 26–27 oktyabrya 2022 goda*. Kazan': Kazanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 2022. 215-221. EDN UAMRZD.

21. Bagrintseva V. N., Ivashenenko I. N., Sotchenko D. Yu. [The effect of foliar feeding with Batr Zinc micro-fertilizer on corn yield and forage quality of grain]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*. 2023; 106. 3: 213-224. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-3-213>. EDN MDBLHC.

22. Bagrintseva V. N., Ivashenenko I. N. [Effect of foliar feeding of plants with Batr Zinc fertilizer on the formation of corn yield in the Stavropol Territory]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka*. 2022; 6: 19-21. <https://doi.org/10.31857/S2500262722060047>. EDN MJGURL.

Conflict of interest

The author declares that there is no conflict of interest. There was no funding for the work.

Authors:

Ziganshin Andrey Alekseevich - graduate student, e-mail: ziganshinandrei@mail.ru

Safin Radik Ilyasovich - Doctor of Agricultural Sciences, head of the department, e-mail: radiksaf2@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6276-5728>

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia