

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ РАСТЕНИЙ УДОБРЕНИЕМ БАТР ЦИНК НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ КУКУРУЗЫ В СТАВРОПОЛЬСКОМ КРАЕ

В.Н. Багринцева, доктор сельскохозяйственных наук,
И.Н. Ивашенко, кандидат сельскохозяйственных наук

*Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы,
357528, Пятигорск, ул. Ермолова, 14б
E-mail: maize-techno@mail.ru*

Исследования проводили с целью изучения влияния некорневой подкормки растений кукурузы цинковым микроудобрением Батр Цинк на формирование хозяйственно ценных признаков гибридов Машук 220 МВ и Машук 355 МВ. Работу выполняли в 2019–2021 гг. в Ставропольском крае. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в слое почвы 0...20 см среднее (4,0 %). Обеспеченность почвы нитратным азотом (по Грандваль-Ляжу) перед подкормками низкая (17,0 мг/кг), подвижным фосфором и калием (по Мачигину) – соответственно низкая (11 мг/кг) и средняя (244 мг/кг). Схема полевого эксперимента предполагала изучение следующих вариантов: без листовых подкормок – контроль, листовая подкормка удобрением Батр Цинк (1,0 л/га). Некорневое внесение удобрения осуществляли в фазе 7...8 листьев кукурузы опрыскивателем ОП-2500. Учет урожая в початках проводили вручную с последующим обмолом на молотилке. В зоне достаточного увлажнения на черноземе обыкновенном карбонатном мощном тяжелосуглинистом фолитарное внесение микроудобрения Батр Цинк в дозе 1,0 л/га в фазе 8 листьев кукурузы оказывало положительное воздействие на рост и урожайность гибридов. Некорневая подкормка в 2019–2021 гг. обеспечивала увеличение высоты растений гибрида кукурузы Машук 220 МВ на 5...15 см (2,6...7,3 %), Машук 355 МВ – на 7...14 см (3,0...6,2 %), по отношению к контролю. Одновременно урожайность зеленой массы гибрида Машук 220 МВ возрастала на 5,1...8,7 т/га (17,5...31,4 %), Машук 355 МВ – на 3,1...5,7 т/га (10,2...18,9 %), зерна – соответственно на 0,54...0,90 т/га (9,9...21,8 %) и 0,31...1,17 т/га (4,0...26,1 %).

THE INFLUENCE OF FOLIAR PLANTS FERTILIZING WITH FERTILIZER BATR ZINC ON THE CORN YIELD FORMATION IN THE STAVROPOL REGION

Bagrintseva V.N., Ivashenko I.N.

*All-Russian research scientific institute of corn
357528, Pyatigorsk, ul. Ermolova, 14b
E-mail: maize-techno@mail.ru*

The purpose of the research was to study the effect of foliar feeding of corn plants with zinc microfertilizer Batr Zinc on the formation of economically valuable traits of cultivating hybrids Mashuk 220 MV and Mashuk 355 MV. The experiments were conducted in 2019–2021 in the Stavropol Territory. The experiment involved the study of the following options: 1 – control without foliar application, 2 – foliar application of Batr Zinc fertilizer (1.0 L/ha). Foliar fertilization was applied in the phase of 7–8 corn leaves using an OP-2500 sprayer. The harvest was accounted by ear manually, followed by threshing on the threshing machine. It has been established that in the zone of sufficient moisture on ordinary calcareous heavy loamy chernozem, foliar application of the microfertilizer Batr Zinc at a dose of 1.0 l/ha in the phase of 8 maize leaves had a positive effect on the growth and yield of the hybrids. In 2019–2021 foliar top dressing increased the average height of plants of the corn hybrid Mashuk 220 MV by 5...15 cm; the height of the hybrid Mashuk 355 MV increased by 7...14 cm. The yield of green mass of the hybrid Mashuk 220 MV increased by 5.1...8.7 t/ha; for the hybrid Mashuk 355 MV this indicator increased by 3.1...5.7 t/ha. Fertilizing plants of the corn hybrid Mashuk 220 MV provided an increase in grain yield by 0.54...0.90 t/ha; for the hybrid Mashuk 355 MV grain yield increased by 0.31...1.17 t/ha.

Ключевые слова: кукуруза (*Zea mays* L.), гибрид, микроудобрение, Батр Цинк, высота, урожайность, зеленая масса, зерно, эффективность.

Key words: corn (*Zea mays* L.), hybrid, microfertilizer, Batr Zinc, height, productivity, green mass, grain, efficiency.

Кукуруза проявляет высокую потребность в микроэлементе Zn, который играет важную метаболическую роль в растениях и влияет на их рост и развитие. Цинк выступает активным элементом в биохимических процессах, происходящих в растительных организмах. Он участвует в таких физиологических функциях, как поддержание структурной и функциональной целостности биологических мембран, усиление синтеза белков и экспрессии генов, влияет на структуры ферментов и др. [1]. Цинк способствует значительному увеличению концентрации хлорофилла в листьях, общего сухого вещества, сырого белка и растворимых углеводов [2].

Повышенная потребность кукурузы в Zn и высокая эффективность цинкостойких удобрений установлены во многих странах. В экспериментах, проводившихся в восьми штатах США, кукуруза положительно отзывалась на цинковое удобрение. Средняя урожайность зерна увеличивалась с 10,5 т/га без его внесения до 11,5 т/га при использовании цинкового удобрения [3].

Опрыскивание посевов микроэлементами и Zn способствовало повышению урожайности зерновой кукурузы в Иране [4]. Внесение Zn в почву, обработка им семян или некорневая подкормка улучшали рост и развитие растений кукурузы, увеличивали выход сухого вещества и урожайность зерна в Индии. Эффективность цинковых удобрений увеличивалась при совместном применении с NPK [5].

Использование цинкостойких удобрений способствует увеличению листовой поверхности, высоты растений, урожайности зерна кукурузы [6, 7, 8]. Высокая эффективность цинкового микроудобрения на кукурузе установлена на дерново-среднеподзолистой почве Удмуртской Республики [7], серой лесной почве [9], лугово-черноземной почве Омской области [8], на черноземах Краснодарского края [10].

Запасы подвижного Zn в корнеобитаемом слое большинства почв бывшего СССР недостаточны для питания растений [11, 12]. В Ставропольском крае 99,4 % пашни отно-

Табл. 1. Влияние некорневой подкормки удобрением Батр Цинк на высоту растений гибридов кукурузы, см

Вариант	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее
Машук 220 МВ				
Без подкормки	206	193	214	204
Батр Цинк (1,0 л/га)	221	198	224	214
НСР ₀₅	5	3	3	3
Машук 355 МВ				
Без подкормки	235	203	227	222
Батр Цинк (1,0 л/га)	242	215	241	233
НСР ₀₅	7	14	9	5

сится к группе с низким содержанием подвижного Zn (менее 2,0 мг/кг) [13].

Поэтому количественные и качественные показатели урожая кукурузы во многом зависят от содержания Zn в почве. Его положительное влияние на продуктивность этой культуры бывает соизмеримым с эффективностью азотного удобрения [9].

НПЦ «Сервис-Агро» (Татарстан) производит ряд эффективных органоминеральных удобрений для подкормки растений, содержащих помимо макроэлементов микроэлементы, в том числе Zn. Батр Цинк – новое жидкое микроудобрение для листовых подкормок сельскохозяйственных культур. Преимущества этого микроудобрения состоят в том, что оно содержит 6 % цинка в доступной для растений хелатной форме. Удобрение содержит также янтарную, лимонную, аскорбиновую кислоты, комплекс активных органических компонентов. Согласно рекомендациям производителя, нормы применения удобрения составляют 0,5...1,0 л/га [14].

Цель исследований – установить влияние микроудобрения Батр Цинк в максимальной рекомендуемой дозе 1,0 л/га на рост растений, формирование початков и урожайность кукурузы в условиях Ставропольского края.

Методика. Работу выполняли на опытном поле Всероссийского НИИ кукурузы, расположенном на высоте 541 м над уровнем моря, 44° с.ш., 43° в.д. в четвертой зоне (достаточного увлажнения) Ставропольского края. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный мощный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в слое почвы 0...20 см среднее (4,0 %). Перед подкормками кукурузы ее обеспеченность нитратным азотом (по Грандваль-Ляжу) была низкой (17,0 мг/кг), подвижным фосфором и калием (по Мачигину) – соответственно низкой (11 мг/кг) и средней (244 мг/кг).

Исследования проводили на гибридах кукурузы селекции ВНИИ кукурузы: среднеранний Машук 220 МВ (ФАО 220) и среднеспелый Машук 355 МВ (ФАО 350).

Посев выполняли в оптимальный срок 28...30 апреля сеялкой УПС-8 с повышенной нормой высева (90 тыс. шт./га). Способ посева широкорядный, с шириной междурядий 70 см. После появления всходов в фазе 3...5 листьев формировали оптимальную густоту стояния растений: 70 тыс. шт./га для гибрида Машук 220 МВ, 60 тыс. шт./га для гибрида Машук 355 МВ.

Предшественником кукурузы была озимая пшеница. Основная обработка почвы отвальная. С целью защиты от сорных растений в фазе 3-х листьев осуществляли обработку гербицидом Аденго 0,5 л/га. Для рыхления почвы в фазе 7...8 листьев проводили междурядную культивацию. Некорневую подкормку гибридов кукурузы в фазе 7...8 листьев агрохимикатом Батр Цинк осуществляли поперек посева опрыскивателем ОП-2500 при расходе рабочего раствора 250 л/га.

Общая площадь делянки составляла 19,6 м², учетная – 9,8 м². Повторность в опыте 4-кратная. Учет урожая в початках проводили вручную, с последующим обмоломом на молотилке.

Табл. 2. Влияние некорневой подкормки удобрением Батр Цинк на урожайность зелёной массы гибридов кукурузы, т/га

Вариант	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее
Машук 220 МВ				
Без подкормки	27,7	29,2	32,6	29,8
Батр Цинк (1,0 л/га)	36,4	34,3	39,1	36,6
НСР ₀₅	2,3	6,5	4,2	2,1
Машук 355 МВ				
Без подкормки	30,8	30,2	30,4	30,5
Батр Цинк (1,0 л/га)	35,5	35,9	33,5	35,0
НСР ₀₅	3,8	3,7	1,8	1,3

В 2019 г. за май–сентябрь выпало 302,1 мм осадков, в том числе в мае 50,6 мм, в июне 71,0 мм, июле 114,0 мм, августе 16,0 мм, сентябре 50,5 мм. 2020 г. характеризовался меньшим количеством осадков за период вегетации (272,3 мм). По месяцам суммы осадков составляли соответственно 138,7; 45,0; 18,0; 65,1; 5,5. В 2021 г. из трех лет исследований выпало больше всего осадков (382,2 мм). При этом их распределение по месяцам было равномернее, суммарное количество осадков за май составило 94,3 мм, июнь – 63,9 мм, июль – 73,5 мм, август – 78,1 мм, сентябрь – 72,5 мм.

Результаты и обсуждение. Полученные в опытах данные позволили оценить, насколько некорневая подкормка цинк-содержащим микроудобрением изменяет биометрические показатели растений. В фазе цветения установлено положительное влияние удобрения на высоту растений. По годам исследований у гибрида Машук 220 МВ она увеличивалась на 5...15 см, у Машук 355 МВ – на 7...14 см. Растения гибридов

Табл. 3. Влияние некорневой подкормки удобрением Батр Цинк на элементы структуры урожая гибридов кукурузы

Вариант	Длина початка, см				Число зерен в початке, шт.				Масса початка, г			
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее
Машук 220 МВ												
Без подкормки	16,8	13,7	16,0	15,5	405	285	410	367	139,2	89,5	106,3	111,7
Батр Цинк (1,0 л/га)	17,5	15,3	16,3	16,4	436	363	417	405	150,0	100,7	115,7	122,1
НСР ₀₅	0,2	0,7	0,4	0,4	38	67	8	25	11,1	13,4	9,0	4,1
Машук 355 МВ												
Без подкормки	17,4	14,0	15,5	15,6	440	332	390	387	160,9	118,3	134,9	138,0
Батр Цинк (1,0 л/га)	17,2	15,0	15,9	16,0	462	365	402	410	162,6	138,6	146,2	149,1
НСР ₀₅	1,9	1,4	1,5	0,7	66	76	73	26	8,9	12,8	13,7	6,6

Табл. 4. Влияние некорневой подкормки удобрением Батр Цинк на урожайность зерна гибридов кукурузы, т/га

Вариант	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее
Машук 220 МВ				
Без подкормки	6,98	4,13	5,47	5,53
Батр Цинк (1 л/га)	7,55	5,03	6,01	6,20
НСР ₀₅	0,77	1,11	0,25	0,30
Машук 355 МВ				
Без подкормки	7,71	4,14	4,49	5,45
Батр Цинк (1 л/га)	8,02	4,82	5,66	6,17
НСР ₀₅	0,48	0,74	1,93	0,50

различались по высоте, но прирост в среднем за 3 года различался всего на 1 см.

Высота растений кукурузы изучаемых гибридов была наименьшей в 2020 г., что, вероятно, связано с дефицитом влаги в июне и июле во время интенсивного роста (табл. 1). Прирост в высоту вследствие подкормки не зависел от количества осадков в указанные месяцы. Так, в 2019 г. при сумме осадков за июнь–июль 185 мм, высота растений гибрида Машук 355 МВ увеличивалась – на 7 см, а в 2020 г. при величине этого показателя 63 мм – на 12 см. В 2021 г., когда осадков выпало 137 мм, высота растений увеличилась на 14 см.

Положительное влияние удобрения Батр Цинк на растения кукурузы проявлялось в увеличении урожайности зеленой массы (табл. 2). У гибрида Машук 220 МВ ее сбор в 2019 г. увеличился на 8,7 т/га (31,4 %), в 2020 г. – на 5,1 т/га (17,5 %), в 2021 г. – на 6,5 т/га (19,9 %). Прибавки урожая гибрида Машук 355 МВ по годам составляли соответственно 4,7 т/га (15,3 %); 5,7 т/га (18,9 %); 3,1 т/га (10,2 %). Как в отдельные годы, так и в среднем, прибавка урожая зеленой массы гибрида Машук 220 МВ была выше, чем гибрида Машук 355 МВ.

Недостаточное количество осадков в 2020 г. негативно повлияло на формирование початков, их длина, число зерен и масса были значительно меньше, чем в другие более благоприятные по увлажнению годы (табл. 3). Во все годы отмечено увеличение показателей структуры урожая от подкормки растений удобрением Батр Цинк. В среднем за 2019–2021 гг. длина початка гибрида Машук 220 МВ увеличивалась на 0,9 см, гибрида Машук 355 МВ – на 0,4 см, число зерен – соответственно на 38 и 23 шт., масса початка – на 10,4 и 11,1 г.

Изменения показателей структуры урожая подтверждают положительное действие некорневой подкормки удобрением Батр Цинк на формирование початков у кукурузы. В 2019 г. прибавки урожая зерна гибрида Машук 220 МВ составляли 0,57 т/га (8,16%), Машук 355 МВ – 0,31 т/га (4,02 %), в 2020 г. – соответственно 0,90 и 0,68 т/га (21,79 и 16,43 %), в 2021 г., – 0,54 и 1,17 т/га (9,87 и 26,06 %). При этом эффективность некорневой подкормки цинксодержащим удобрением не зависела от влагообеспеченности растений кукурузы в июне, когда происходит интенсивный рост растений, а также в июле во время цветения. Так, в июне 2019 г. выпало 71,0 мм осадков, в 2020 г. – 45,0 мм, в 2021 г. – 73,5 мм, в июле – соответственно 114,0; 18,0; 73,5 мм (табл. 4).

Таким образом, некорневая подкормка кукурузы удобрением Батр Цинк положительно влияла на рост растений и увеличивала высоту среднераннего гибрида Машук 220 МВ в среднем за 3 года на 10 см, среднеспелого гибрида Машук 355 МВ – на 11 см. Более интенсивный рост растений обеспечивал существенное увеличение урожайности зеленой массы в фазе молочно-восковой спелости зерна, прибавки в среднем составили соответственно 6,8 т/га (22,7 %) и 4,5 т/га (14,8 %).

Применение удобрения Батр Цинк для некорневой подкормки положительно повлияло на формирование

початков кукурузы, в среднем их длина у гибрида Машук 220 МВ увеличилась на 0,9 см, у гибрида Машук 355 МВ – на 0,3 см, число зерен возросло соответственно на 38 и 23 шт., масса початка – на 10,4 и 11,4 г. В результате отмеченных изменений урожайность зерна гибрида Машук 220 МВ повысилась на 0,67 т/га (12,1 %), гибрида Машук 355 МВ – на 0,72 т/га (13,2 %).

Литература.

1. Mousavi S., Galavi M., Rezaei M. Zinc (Zn) importance for crop production – a review // *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 2013. Vol. 4. No. 1. P. 64–68.
2. Sharifi R., Mohammadi K., Rokhzadi A. Effect of seed priming and foliar application with micronutrients on quality of forage corn (*Zea mays*) // *Environmental and Experimental Biology*. 2016. Vol. 14. No. 2. P. 151–156.
3. Ruffo M., Olson R., Daverede I. Maize yield response to zinc sources and effectiveness of diagnostic indicators // *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2016. Vol. 47. No. 2. P. 137–141.
4. Safyan N., Naderidarbaghshahi M., Bahari B. The effect of microelements spraying on growth, qualitative and quantitative grain corn in Iran // *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*. 2012. Vol. 3. P. 2780–2784.
5. Palai J.B., Jena J., Lenka S.K. Growth, yield and nutrient of maize as affected by zinc application – A Review // *Indian Journal of Pure Applied Biosciences*. 2020. Vol. 8. No. 2. P. 332–339.
6. Азаренко Ю. А., Ермохин Ю. И., Аксенова Ю. В. Цинк в почвах агроценозов Омского Прииртышья и эффективность применения цинковых удобрений // *Земледелие*. 2019. № 2. С. 13–17.
7. Эффективность foliarной обработки посевов кукурузы комплексными и микробиологическими удобрениями / С. И. Коконов, Р. Д. Валиulina, Т. Н. Рябова и др. // *Кормопроизводство*. 2020. № 5. С. 26–29.
8. Склярва М. А. Эффективность различных приемов применения цинка под кукурузу на лугово-черноземной почве Омской области // *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2014. № 4. С. 28–31.
9. Никитишен В. И., Личко В. И., Остроумов В. Е. Потребность в микроэлементах кукурузы, выращиваемой на длительно удобряемой серой лесной почве // *Агрохимия*. 2012. № 5. С. 3–8.
10. Кукуруза : Агротехнические основы возделывания на черноземах Западного Предкавказья / Т.Р. Толорая, Н.Ф. Лавренчук, М.В. Чулак, и др.; (Науч. ред.: П.П. Васюков; А.А. Романенко); Рос. акад. с.-х. наук, Краснодар. НИИ сел. хоз-ва им. П.П. Лукьяненко, ООО НПО "Кубаньзерно". Краснодар, 2003. 310 с.
11. Жуйков Д. В. Мониторинг содержания микроэлементов (Mn, Zn, Co) в агроценозах юго-западной части центрально-черноземного района России // *Земледелие*. 2020. № 5. С. 9–13.
12. Изменение физико-химических показателей черноземов Центрального Предкавказья при сельскохозяйственном использовании / В. И. Фаизова, В. С. Цховребов, А. М. Никифорова и др. // *Агрохимический вестник*. 2017. № 4. С. 17–19.
13. Динамика содержания цинка в почвах Ставропольского края / А. И. Подколзин, А. Ю. Олейников, М. С. Сигида и др. // *Агрохимический вестник*. 2018. № 4. С. 51–57.
14. BATR Zn // *Сервис Агро*. URL: <http://npsagro.ru/catalogue/show/Batr-Zn> (дата обращения: 11.11.2022 г.).

Поступила в редакцию 06.04.2022
 После доработки 15.06.2022
 Принята к публикации 27.08.2022