

Ханиева И.М., Шогенов Ю.М., Гешева М.В., Виндугов Т.С.
Khanieva I.M., Shogenov Yu.M., Gesheva M.V., Vindugov T.S.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ
ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КАБАРДИНО-
БАЛКАРИИ**
**CORN PRODUCTIVITY DEPENDING ON WAYS OF APPLICATION OF
MICROFERTILIZERS UNDER CONDITIONS OF KABARDINO-
BALKARIA**

Кукуруза – одна из важнейших зерновых культур. Зерно кукурузы широко используется в пищевой промышленности для получения крупы, муки, кукурузных хлопьев, консервов, крахмала, глюкозы, спирта. Недозревшие початки могут идти в пищу в свежем виде.

Кукурузный силос является основной кормовой базой для животноводства. При возделывании кукурузы важно удовлетворить потребность растений в необходимом количестве и оптимальном соотношении основных элементов питания и микроэлементов. В современных условиях важно не только получить прибавки урожайности от удобрений, но и обеспечить экономическую окупаемость. При возделывании кукурузы в Кабардино-Балкарской республике система удобрения должна быть рациональной, основанной на почвенно-климатических условиях, биологических потребностях культуры и отзывчивости конкретных гибридов на улучшение минерального питания. Поэтому изучение влияния способов применения микроудобрений на продуктивность кукурузы актуально и необходимо. В статье приведены исследования по изучению различных способов применения микроудобрений под кукурузу. Научные исследования проводились в 2017-2019 гг. в учебно-опытном комплексе Кабардино-Балкарского ГАУ, предшественник – пшеница. В результате проведенных исследований выявлены особенности роста и развития кукурузы, изучена динамика действия микроэлементов на формирование листовой поверхности, накопление сухого вещества, урожайности зеленой массы и зерна кукурузы, содержание и сбор «сырого» протеина с урожаем. Максимальная урожайность зерна кукурузы получена при сочетании способов применения сульфата кобальта.

Corn is one of the most important crops. Corn grain is widely used in the food industry to produce cereals, flour, corn flakes, canned food, starch, glucose, alcohol. Unripe cobs can go fresh.

Corn silage is the main feed base for livestock. When cultivating corn, it is important to satisfy the need of plants in the required quantity and optimal ratio of basic nutrients and microelements. In modern conditions, it is important not only to obtain productivity increases from fertilizers, but also to provide economic payback. When cultivating corn in the Kabardino-Balkarian Republic, the fertilizer system should be rational, based on soil and climatic conditions, biological needs of the crop, and the responsiveness of specific hybrids to improving mineral nutrition. Therefore, the study of the influence of methods of applying micronutrient fertilizers on the productivity of corn is relevant and necessary. The article presents research on the study of various methods of applying micronutrient fertilizers for corn. Scientific research was carried out in 2017-2019. In the educational experimental complex of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University, the predecessor is wheat. As a result of the studies, the features of the growth and development of corn were revealed, the dynamics of the action of microelements on the formation of the leaf surface, the accumulation of dry matter, the yield of green mass and grain of corn, the content and collection of "crude" protein with the crop were studied. The maximum yield of corn grain was obtained with a combination of cobalt sulfate application methods.

Ключевые слова: кукуруза, удобрение, микроэлементы, микроудобрения, площадь листьев, сухое вещество, урожайность, «сырой» протеин.

Key words: corn, fertilizer, microelements, micronutrient fertilizers, leaf area, dry matter, yield, “raw” protein.

Ханиева Ирина Мироновна – д.с.-х.н., профессор кафедры агрономии, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

E-mail: imhanieva@mail.ru

Шогенов Юрий Мухамедович – к.с.-х.н., доцент кафедры агрономии, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

E-mail: yshogenov@mail.ru

Гешева Марианна Валерьевна – к.э.н., зав. участком компьютерного дизайна, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

E-mail: marinna.gesh@mail.ru.

Виндугов Тембот Сергеевич – аспирант кафедры агрономии, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

Khanieva Irina Mironovna - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Agronomy, FSBEI of HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

E-mail: imhanieva@mail.ru

Shogenov Yuri Mukhamedovich - Candidate of agricultural sciences, associate professor of the Department of Agronomy, FSBEI of HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

E-mail: yshogenov@mail.ru

Gesheva Marianna Valerievna – Candidate of Economic sciences, in charge of Computer Design Department, FSBEI of HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

E-mail: marinna.gesh@mail.ru.

Vindugov Tembot Sergeevich - Postgraduate Student, Department of Agronomy, FSBEI of HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

К настоящему времени многочисленными исследованиями достаточно четко установлено, что на почвах, бедных микроэлементами, снижается урожайность и качество получаемой продукции практически всех культур, а при остром недостатке микроэлементов в рационах животных возможны их заболевания и снижение продуктивности. С другой стороны, микроэлементы, проявляя свойства тяжелых металлов при поступлении их в организм в больших количествах из различных звеньев экосистемы, могут представлять угрозу для здоровья человека. В этой связи, возникает необходимость дальнейшего глубокого изучения проблемы микроэлементов в земледелии всех природно-сельскохозяйственных зон страны.

Роль микроэлементов в питании растений достаточно многогранна. В частности, В, Мо, Zn, Cu, Mn, и Со повышают активность многих ферментов и ферментных систем в растительном организме и улучшают использование растениями питательных веществ из почвы и удобрений. Поэтому

микроэлементы нельзя заменить другими элементами, а их недостаток обязательно должен быть восполнен применением соответствующих удобрений. Только в этом случае реализуется возможность получения более высокой продуктивности культур с содержанием в них оптимального количества белков, сахаров, аминокислот, витаминов и других полезных веществ [1,2,3,4].

Выявлено, что микроэлементы способны ускорять развитие растений и созревание семян. Они защищают растения от ряда бактериальных и грибковых болезней, но в отличие от действия ядохимикатов это происходит за счет повышения иммунитета растений.

Установлено, что применение микроудобрений на недостаточно обеспеченных микроэлементами почвах обеспечивает дополнительные сборы урожая сельскохозяйственных культур в среднем на 10-15%, а при наиболее благоприятных условиях и более.

Цель исследования: изучить способы применения микроудобрений, их влияние на рост, развитие и продуктивность гибридов кукурузы.

Методика исследований. Исследования проводили в 2017 – 2019 годах на черноземах выщелоченных; содержание гумуса в пахотном горизонте 4,9%, общий азот – 0,28%, емкость поглощения – 34,4 мг эквивалент на 100 грамм почвы, реакция почвенного раствора нейтральная (рН - 7.0). Содержание подвижного фосфора составляет 5-10 мг на 100 г почвы, то есть средняя обеспеченность (по Чирикову), обеспеченность обменным калием повышенная – 10-15 мг на 100 г почвы (по Пейве). По механическому составу данная почва тяжелосуглинистая. Содержание в ней физической глины составляет 57,2%.

В полевом опыте использовались микроудобрения: сульфат цинка и сульфат кобальта. Агротехника в опытах – рекомендованная зональной системой земледелия для условий предгорной зоны Кабардино-Балкарской республики. Посев семян проводили сеялкой СПЧ-6, норма высева – 80 тыс. всхожих семян на 1 га. Обработка семян до посева проводилась растворами микроудобрений: сульфатом цинка – 4 г/ц семян с нормой рабочей жидкости –

8 л и сульфатом кобальта – 10 г/ц и 2 л воды и растений кукурузы в фазу 3-5 листа: сульфатом цинка и сульфатом кобальта – 100 г/га и нормой расхода рабочей жидкости – 200 л.

Полевой опыт проводили по следующей схеме: 1) контроль без удобрений; 2) N₆₀P₆₀ (фон); 3) фон + цинк (обработка семян перед посевом); 4) фон + кобальт (обработка семян перед посевом); 5) фон + цинк (опрыскивание в фазе 3-5 листа); 6) фон + кобальт (опрыскивание в фазе 3-5 листа); 7) фон + цинк (обработка семян перед посевом + опрыскивание в фазе 3-5 листа); 8) фон + кобальт (обработка семян перед посевом + опрыскивание в фазе 3-5 листа). Повторность в опытах 4-х кратная, общая площадь делянки – 50 м², учетная – 38 м².

Результаты исследования и их обсуждение. Условия микроэлементного питания являются одним из важнейших факторов формирования урожая. Формирование сухой надземной массы растений является определяющим в продуктивности культуры.

Накопление сухой массы кукурузы зависит от фазы роста и развития, а также от видов и способа применения микроудобрений (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние микроудобрений на накопление сухой надземной массы гибрида РОСС 186 МВ, ц/га (среднее за 2017 – 2019 гг.)

Вариант	Фаза роста и развития кукурузы			
	3-5 лист	9-11 лист	Выметывание метелки	Початкообразование
1. Контроль без удобрений	0,41	1,83	11,31	17,73
2. N ₆₀ P ₆₀ (фон)	0,51	2,75	17,32	20,28
3. Фон + цинк (обработка семян)	0,71	4,48	22,21	27,00
4. Фон + кобальт (обработка семян)	0,71	4,59	23,95	29,45
5. Фон + цинк (опрыскивание в фазе 3-5 листа)	0,51	5,30	23,13	29,25
6. Фон + кобальт (опрыскивание в фазе 3-5 листа)	0,51	5,60	30,06	34,54
7. Фон + цинк (обработка семян + опрыскивание в фазе 3-5 листа)	0,71	5,40	23,74	27,51
8. Фон + кобальт (обработка семян + опрыскивание в фазе 3-5 листа)	0,71	6,11	29,86	33,83

В фазе 9-11 листа наибольший прирост сухой массы получен в варианте фон + сульфат кобальта (обработка семян и опрыскивание растений) - 6,11 ц/га, что выше фонового варианта на 3,36 ц/га и контроля без удобрений на 4,28 ц/га. В фазе выметывания метелки наибольшее накопление сухого вещества отмечено также при двукратном применении кобальта - 29,86 ц/га, что выше фона на 12,54 ц/га и контроля без удобрений на 18,55 ц/га.

В фазе початкообразования наибольшая прибавка сухой массы получена в варианте фон + сульфат кобальта (опрыскивание растений) – 33,83 ц/га, что выше фона на 13,55 ц/га и контроля без удобрений на 16,1 ц/га.

Совместное применение макро- и микроудобрений положительно влияют на формирование площади листовой поверхности кукурузы (табл. 2). Наибольшая листовая поверхность растений кукурузы в фазу 3-5 листа отмечена в варианте фон + цинк (обработка семян) - 3,4 тыс.м²/га, что выше контроля на 1,7 тыс.м²/га.

В фазе 9-11 листа максимальная площадь листьев сформировалась при обработке растений кобальтом - 19,3 тыс.м²/га, что выше контроля на 3,7 тыс.м²/га.

Таблица 2 – Влияние микроудобрений на площадь листовой поверхности растений гибрида кукурузы РОСС 186 МВ, тыс.м /га (среднее за 2017-2019 гг.)

Вариант	Фаза роста и развития кукурузы				
	3-5 лист	9-11 лист	Выметывание метелок	Початко-образование	Молочная спелость
1. Контроль без удобрений	1,7	15,6	36,1	51,9	34,3
2. N60P30 (фон)	2,1	16,0	40,0	65,5	35,2
3. Фон + цинк (обработка семян)	3,4	16,3	48,6	71,7	44,6
4. Фон + кобальт (обработка семян)	3,0	17,6	56,9	78,7	53,0
5. Фон + цинк (опрыскивание в фазе 3-5 листа)	2,1	17,8	50,9	76,1	48,6
6. Фон + кобальт (опрыскивание в фазе 3-5 листа)	2,1	19,3	59,9	81,7	56,6

7. Фон + цинк (обработка семян + опрыскивание в фазе 3-5 листа)	2,2	17,6	51,1	75,3	45,5
8. Фон + кобальт (обработка семян + опрыскивание в фазе 3-5 листа)	2,1	18,7	62,5	82,3	60,0

В фазе початкообразования максимальное значение листовой поверхности определено в варианте фон + кобальт (обработка семян + опрыскивание растений) – 82,3 тыс.м²/га, что выше контроля на 30,4 тыс.м²/га. В фазе молочной спелости наибольшая площадь листовой поверхности установлена в варианте с двукратным применением кобальтового удобрения - 60,0 тыс.м²/га, что выше контроля на 25,7 тыс.м²/га.

Микроудобрения на фоне азотно-фосфорных удобрений в дозе N₆₀P₆₀ способствовали повышению урожайности кукурузы по всем вариантам опыта по сравнению с контролем без удобрений. Более высокая эффективность получена от применения сульфата кобальта на фоне азотно-фосфорных удобрений при одно- и двукратной обработке (семян и растений) (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность зерна гибрида кукурузы РОСС 186 МВ, ц/га
(среднее за 2017-2019 гг.)

Вариант	Годы			Среднее за три года	Отклонение от контроля ±	Отклонение к фону ±
	2017	2018	2019			
1. Контроль без удобрений	49,8	59,4	56,0	55,0	0,0	
2. N60P30- (фон)	54,4	63,9	62,1	60,1	5,1	
3. Фон + цинк (обработка семян)	67,4	73,2	69,0	69,8	14,8	15,1
4. Фон + кобальт (обработка семян)	77,3	68,1	74,7	73,4	18,4	18,7
5. Фон + цинк (опрыскивание в фазе 3-5 листа)	55,1	75,4	53,9	61,5	6,5	6,6
6. Фон + кобальт опрыскивание в фазе 3-5 листа)	112,8	71,4	75,6	86,6	31,6	32,2
7. Фон + цинк (обработка семян + опрыскивание в фазе 3-5 листа)	55,1	72,0	70,2	65,8	10,8	11,0
8. Фон + кобальт (обработка семян + опрыскивание в фазе 3-5 листа)	99,3	75,3	89,8	88,1	33,1	33,7
НСР05, ц/га	2,41	3,96	2,33	2,70		

Наибольшая урожайность в среднем за три года получена в вариантах с одно- и двукратной обработкой сульфатом кобальта – 86,6 и 88,1 ц/га что выше контроля на 31,5 и 33,1 ц/га и выше фона на 26,5 и 28,0 ц/га.

Наименьшую урожайность показал контрольный вариант без применения удобрений. Также при опрыскивании в фазе 3-5 листа растений кукурузы сульфатом кобальта прибавка к урожаю зерна составила 31,5 ц/га по отношению к контрольному варианту и 26,4 ц/га по отношению к фону. Применение сульфата цинка также показало положительные результаты, и максимальная урожайность зерна кукурузы получена в варианте с обработкой семян – 69,8 ц/га.

Заключение. Результаты полевых исследований по применению микроудобрений на кукурузе показали, что применение сульфата кобальта различными способами влияет на рост и развитие растений кукурузы и урожайность зеленой массы и зерна, а применение сульфата цинка на качество урожая.

Литература

1. Ханиева И. М. Особенности применения регуляторов роста на посевах кукурузы / Ханиева И.М., Шибзухов З.Г.С., Саболиров А.Р., Темиржанов А.М. // В сборнике: SCIENCE AND TECHNOLOGY INNOVATIONS, сборник статей Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2019. С. 105-108.

2. Ханиева И. М. Агротехнические особенности выращивания сахарной кукурузы в условиях КБР / Ханиева И.М., Шогенов Ю.М., Виндугов Т.С., Забаков А.Б. // В сборнике: НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ 2019 сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса. Петрозаводск, 2019. С. 62-68.

3. Ханиева И.М. Влияние применения листовых подкормок на продуктивность кукурузы / Ханиева И.М., Шогенов Ю.М., Улигов З.В., Алоев А.Р., Батырова А.М., Толгурова А.А. // News of Science and Education. 2019. Т. 3. № 5. С. 86-90.

4. Бербеков К.З., Ханиева И.М., Сидакова М.С. Повышение урожая и качество зерна кукурузы в зависимости от биопрепаратов в КБР / В сборнике: Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 28-31.

References

1. Hanieva I. M. Osobennosti primeneniya regulyatorov rosta na posevah kukuruzy / Hanieva I.M., Shibzuhov Z.G.S., Sabolirov A.R., Temirzhanov A.M. // V sbornike: SCIENCE AND TECHNOLOGY INNOVATIONS sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Petrozavodsk, 2019. S. 105-108.

2. Hanieva I. M. Agrotekhnicheskie osobennosti vyrashchivaniya saharnoj kukuruzy v usloviyah KBR / Hanieva I.M., Shogenov Yu.M., Vindugov T.S., Zabakov A.B. // V sbornike: NAUCHNYE DOSTIZHENIYA VYSSHEJ SHKOLY 2019 sbornik statej Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa. Petrozavodsk, 2019. S. 62-68.

3. Hanieva I.M. Vliyanie primeneniya listovyh podkormok na produktivnost' kukuruzy / Hanieva I.M., Shogenov Yu.M., Uligov Z.V., Aloev A.R., Batyrova A.M., Tolgurova A.A. // News of Science and Education. 2019. T. 3. № 5. S. 86-90.

4. Berbekov K.Z., Hanieva I.M., Sidakova M.S. Povyszenie urozhaya i kachestvo zerna kukuruzy v zavisimosti ot biopreparatov v KBR / V sbornike: Prioritetnye vektory razvitiya promyshlennosti i sel'skogo hozyajstva materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2018. S. 28-31.