

Научная статья

УДК 633.15:631.81.095.337(470.64)

doi: 10.55196/2411-3492-2023-3-41-32-43

Продуктивность раннеспелых гибридов кукурузы в зависимости от сроков внесения микроудобрений в предгорной зоне Кабардино-Балкарии

Юрий Мухамедович Шогенов

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0224-057X>

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению воздействия микроудобрения цинка на рост, развитие и продуктивность раннеспелых гибридов кукурузы в богарных условиях в предгорной зоне Кабардино-Балкарии на выщелоченном черноземе. Установлено, что наилучшие условия для развития и роста растений и получение более высокого урожая зерна кукурузы складываются при совместной обработке семян и растений во время вегетации цинком. При внесении цинковых удобрений создаются наиболее благоприятные условия, при которых развивается мощный фотосинтетический аппарат, обеспечивающий формирование максимального урожая. При обработке семян и растений во время вегетации листовая площадь увеличивалась у Катерины СВ на 8,2-24,7%, Машук 150 МВ – 5,1-12,6% и НУР – 14,7-19,8%. Наибольшая площадь в среднем по всем фазам была в варианте Фон + обработка семян + обработка растений цинком. При совместном внесении $N_{60}P_{60}K_{30}$ и обработке цинком семян и растений во время вегетации была получена прибавка урожая у гибрида Катерина СВ 13,7-17,2 ц/га, у гибрида Машук 150 МВ – 13,9-15,9 ц/га и у гибрида НУР – 11,3-17,0 ц/га. Масса початков увеличилась в варианте Фон + обработка семян цинком на 1,1%, в вариантах Фон + обработка растений цинком и Фон + обработка семян и растений цинком, соответственно, 5,2 и 5,8%. Масса 1000 семян повысилась в зависимости: от обработки семян цинком на 2,7%, обработки растений во время вегетации – 2,6% и 2,8%. На посевах гибрида Машук 150 МВ количество початков на 100 растений в вариантах Фон + обработка семян цинком, Фон + обработка растений цинком и Фон + обработка семян и растений цинком выше на 1-3%, а масса початка – на 0,4-1,7%, масса 1000 зерен в диапазоне – 0,6-4,3%. Элементы продуктивности у гибрида НУР выросли до 1% по числу початков – 0,7-4,7% и по массе 1000 зерен – 0,9-2,5%.

Ключевые слова: гибриды кукурузы Катерина СВ, Машук 150 МВ и НУР, число початков на 100 растений, количество зерен в початке, масса 1000 зерен, длина початка, масса зерна с початка, урожайность, микроэлемент, цинк

Для цитирования. Шогенов Ю. М. Продуктивность раннеспелых гибридов кукурузы в зависимости от сроков внесения микроудобрений в предгорной зоне Кабардино-Балкарии // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2023. № 3(41). С. 32–43. doi: 10.55196/2411-3492-2023-3-41-32-43

Original article

The productivity of early-ripening corn hybrids depending on the timing of microfertilizers application in the foothill zone of Kabardino-Balkaria

Yuri M. Shogenov

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,
Russia, 360030

yshogenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0224-057X>

Abstract. The article presents the results of studies on the impact of zinc microfertilizer on the growth, development and productivity of early maturing corn hybrids under rainfed conditions in the foothill zone of Kabardino-Balkaria on leached chernozem. It has been established that the best conditions for the development and growth of plants and obtaining a higher yield of corn grain occur when seeds and plants are jointly treated with zinc during the growing season. When applying zinc fertilizers, the most favorable conditions are created under which a powerful photosynthetic apparatus develops, ensuring the formation of maximum yield. When treating seeds and plants during the growing season, the leaf area increased for Katerina SV by 8.2-24.7%, Mashuk 150 MV – 5.1-12.6% and NUR – 14.7-19.8%. The largest area on average for all phases was in the variant Background + seed treatment + zinc treatment of plants. With the combined application of $N_{60}P_{60}K_{30}$ and treatment of seeds and plants with zinc during the growing season, an increase in yield was obtained for the Katerina SV hybrid of 13.7-17.2 c/ha, for the Mashuk 150 MV hybrid – 13.9-15.9 c/ha and hybrid NUR – 11.3-17.0 c/ha. The weight of ears increased in the variant Background + treatment of seeds with zinc by 1.1%, in the variants Background + treatment of plants with zinc and Background + treatment of seeds and plants with zinc, respectively, by 5.2 and 5.8%. The weight of 1000 seeds increased depending on: the treatment of seeds with zinc by 2.7%, the treatment of plants during the growing season – 2.6% and 2.8%. On the crops of the hybrid Mashuk 150 MV, the number of ears per 100 plants in the variants Background + seed treatment with zinc, Background + plant treatment with zinc and Background + treatment of seeds and plants with zinc is higher by 1-3%, and the weight of the ear is 0.4-1.7 %, weight of 1000 grains in the range – 0.6-4.3%. The productivity elements of the NUR hybrid increased to 1% in terms of the number of cobs – 0.7-4.7% and in the weight of 1000 grains – 0.9-2.5%.

Keywords: corn hybrids Katerina SV, Mashuk 150 MV and NUR, number of cobs per 100 plants, number of grains per cob, weight of 1000 grains, cob length, grain weight per cob, yield, trace element

For citation. Shogenov Yu.M. Productivity of early-ripening corn hybrids depending on the timing of microfertilizers application in the foothill zone of Kabardino-Balkaria. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2023;3(41):32–43. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2023-3-41-32-43

Введение. Микроэлементы являются важнейшими действующими элементами в жизни растений и ключевыми компонентами системы удобрений для поддержания баланса питательных веществ в посевах. На почвах с низким содержанием микроэлементов урожайность сельскохозяйственных культур может быть увеличена на 10-15% и более за счет применения микроудобрений. Микроудобрения оказывают положительное влияние на накопление белков и углеводов, тем самым значительно улучшая качество продукции растениеводства.

Интенсификация сельского хозяйства увеличила необходимость использования микроудобрений в сельском хозяйстве. Это связано с повышением урожайности сельскохозяйственных культур и использованием новых высокоурожайных видов и гибридов с сильным метаболизмом, которые нуждаются в обеспечении всеми питательными веществами, включая микроэлементы, по мере необходимости [1–13].

Микроэлементы выступают в качестве основных компонентов и кофакторов во

многих основных физиологических процессах в растениях.

Российские ученые А. Х. Шеуджен, Х. Д. Хуруми, Т. Н. Бондарева также утверждают, что физиологическая роль цинка в растениях во многом определяется его включением в состав многих металлоферментов и участием в активации металлоферментных комплексов. Цинк является компонентом многих, если не всех, дегидрогеназ. Исследования показали, что при дефиците цинка в растениях происходит значительное накопление нитратов и небелковых азотных соединений, амидов и аминокислот. Предполагается, что накопление растворимых азотных соединений при дефиците цинка свидетельствует о нарушении синтеза белка. Характерной особенностью дефицита цинка у растений является замедление их роста, что связано с участием цинка в синтезе ростовых веществ. Исследованиями установлено участие цинка в процессе дыхания у растений. По данным авторов, дефицит цинка снижает скорость дыхания листьев [11].

Целью исследования являлось определение влияния микроудобрения цинка на рост, развитие растений, накопление сухого вещества, фотосинтетической деятельности раннеспелых гибридов и продуктивность их в богарных условиях предгорий Кабардино-Балкарии.

Материалы, методы и объекты исследования. Полевые эксперименты велись в 2020-2022 гг. в учебно-производственном комплексе Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова. Опыты закладывались на черноземе выщелоченном. Опытный участок характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса в пахотном горизонте – 3,3%, общий азот – 0,28%, емкость поглощения – 34,4 мг-эквивалент на 100 г почвы, реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 7). Содержание подвижного фосфора составляет 15,0 мг на 100 г почвы, то есть средняя обеспеченность (по Чирикову), обеспеченность обменным калием повышенная – 15-18 мг на 100 г почвы (по Чирикову). По механическому составу эта почва тяжелосуглинистая. Содержание в ней физической глины составляет 57%.

По эколого-токсикологическим нормативам чернозем выщелоченный был экологически чистым по содержанию доступных форм марганца (0,5 ПДК), меди (0,06 ПДК), цинка (0,05 ПДК), кобальта (0,07 ПДК), свинца (0,15-0,40 ПДК) и кадмия (0,4-0,6 ПДК). С позиции агрохимических критериев в пахотном слое сложился избыток подвижного марганца, дефицит меди и цинка, высокий уровень содержания кадмия и свинца. Метеорологические условия в годы проведения исследований были благоприятными, количества осадков было достаточно для хорошего прохождения вегетации кукурузных растений, температура не превышала среднесуточные данные.

Площадь делянок в полевом опыте – 100 м². Повторность четырехкратная, расположение рендомизированное.

В полевом эксперименте в качестве объектов изучения использовались раннеспелые гибриды кукурузы Катерина СВ, Машук 150 МВ, НУР. В схему включались варианты по исследованию воздействия предпосевной

обработки семян биопрепаратами на рост, формирование и высокоурожайность кукурузы. Схема эксперимента включала пять вариантов:

1. Без удобрений (контроль); 2. N₆₀P₆₀K₃₀ (Фон); 3. Фон + обработка семян (Ф + ОС + Zn); 4. Фон + обработка растений в период вегетации (Ф + ОР + Zn); 5. Фон + обработка семян + обработка вегетирующих растений (Ф + ОС + ОР + Zn).

В качестве цинкового удобрения был применен сернокислый цинк (сульфат цинка) – кристаллический порошок белого цвета, в котором содержится 20-25% водорастворимого цинка. Для внекорневой подкормки используют 0,02-процентный раствор цинковых удобрений, а при обработке семян перед посевом их замачивают в 0,1-процентном растворе.

Все предусмотренные программой наблюдения и анализы выполнены по соответствующим ГОСТам и методикам, принятым в научных учреждениях.

Результаты исследования. Исследованием установлено, что у растений раннеспелых гибридов кукурузы отмечается быстрое наступление молочно-восковой и полной спелости и заметное сокращение продолжительности периодов от всходов до молочно-восковой и полной спелости при совместном внесении азота, фосфора и калия в норме N₆₀P₆₀K₃₀ + обработка семян и растений цинком (табл. 1).

У гибрида Катерина СВ сокращение вегетационного периода растений в сравнении с контролем составило от 3 до 6 дней, Машука 150 МВ – от 5 до 8 дней и НУРа – от 7 до 9 дней. Все нормы удобрений оказывали существенное влияние на сроки наступления основных фаз вегетации.

В таблице 2 представлены межфазные периоды у растений раннеспелых гибридов Катерина СВ, Машук 150 МВ и НУР за 2022 год.

В 2022 году у гибрида Катерина СВ разница между фазами в период всходы – начало появления метелок составила лишь один день, у гибрида Машук 150 МВ – 7 дней и НУР – 5 дней, всходы – полное появление нитей початка, соответственно, 1, 13 и 8 дней, всходы – полная спелость, соответственно, 12, 7 и 3 дня.

Таблица 1. Наступление основных фаз вегетации у растений раннеспелых гибридов при разных сроках внесения микроудобрений
Table 1. The onset of the main phases of vegetation in plants of early-ripening hybrids at different terms of applying micronutrient fertilizers

Варианты	Катерина СВ		Машук 150 МВ		НУР	
	мол.-воск. сп.	полн. сп.	мол.-воск. сп.	полн. сп.	мол.-воск. сп.	полн. сп.
1. Б/у (контроль)	78	98	87	110	80	103
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон)	76	95	82	103	78	98
3. Фон + обработка семян цинком	76	96	85	107	81	100
4. Фон + обработка растений цинком	70	93	82	103	82	100
5. Фон + обработка семян и растений цинком	74	92	81	102	79	101

Таблица 2. Межфазные периоды у растений раннеспелых гибридов кукурузы в зависимости от условий года (контроль)

Table 2. Interphase periods in plants of early ripe corn hybrids depending on the conditions of the year (control)

Фазы	Катерина СВ	Машук 150 МВ	НУР
	мол.-воск. сп. / полн. сп.	мол.-воск. сп. / полн. сп.	мол.-воск. сп. / полн. сп.
Посев всходы	7	12	16
Всходы – начало появления метелок	47	49	51
Всходы – полное появление нитей	52	67	70
Всходы – молочно-восковая спелость	78	80	87
Всходы – полная спелость	98	103	110

Таким образом, гибрид Катерина СВ во время вегетации сохранял стабильность, межфазные периоды были относительно короткие по сравнению с гибридами Машук 150 МВ и НУР.

В ходе исследования за время вегетации раннеспелых гибридов Катерина СВ, Машук 150 МВ и НУР были проведены некоторые биометрические промеры. Как видно из таблицы 3, высота растений гибрида Катерина СВ несколько выше, чем высота растений других гибридов. Одна из характерных особенностей первого гибрида – длинные междоузлия и более тонкие, чем у второго и третьего. Машук 150 МВ отличается от двух других более прочным стеблем, который в

состоянии выдержать тяжелые початки, не полегая при этом. Высота прикрепления початков у растений Машук 150 МВ выше, чем у растений Катерина СВ и НУР, также диаметр стебля у основания (на высоте 20-25 см от поверхности почвы) толще.

Как видно из таблицы 3, высота растений в фазе восковой спелости у разных гибридов кукурузы была следующей: у Катерины СВ от 228,9 до 236,9 см, разница с контролем 1,6-3,5%, у Машука 150 МВ от 220,6 до 235,6 см, разница с контролем 2,3-6,8%, у НУРа от 170,9 до 185,4 см, разница с контролем 2,8-8,5%. Показатели высота прикрепления початка и диаметр стебля у основания также менялись в зависимости от внесения микроудобрений на фоне основных удобрений.

В соответствии с методикой полевых исследований нами проведены наблюдения за динамикой прироста надземной массы (табл. 4).

Первое наблюдение в фазе 7-8 листьев, как видно из таблицы 4, показало, что особых различий по вариантам опыта нет.

Далее в фазе выметывания разница увеличивается и достигает на некоторых вариантах 40-72 г в зависимости от норм удобрения и гибрида. В фазе цветения и молочно-восковой спелости эта разница достигает максимума, в зависимости от биологических особенностей того или иного гибрида. Так, у гибрида Катерина СВ на удобренном варианте на одно растение приходилось 191,5 г или на 1 га – 15,3 т, у гибрида НУР, соответственно, 242,9 г или 19,3 т и Машук 150 МВ – 224,6 г или 17,9 т сухой массы при оптимальной густоте 80 тыс. растений на один гектар.

Таблица 3. Биометрические показатели растений кукурузы в зависимости от сроков внесения микроудобрений
Table 3. Biometric indicators of corn plants depending on the timing of micronutrient application

Варианты	Высота растений в фазе восковой спелости, см	Откл. от контр., %	Высота прикрепления початка, см	Откл. от контр., %	Диаметр стебля у основания, мм	Откл. от контр., %
Катерина СВ						
1. Б/у (контроль)	228,9	0,0	78	0,0	21,4	0,0
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон)	232,5	1,6	79	1,3	22,3	4,2
3. Фон + обработка семян цинком	233,4	2,0	80	2,6	22,7	6,1
4. Фон + обработка растений цинком	235,4	2,8	80	2,6	23,1	7,9
5. Фон + обработка семян и растений цинком	236,8	3,5	82	5,1	23,2	8,4
Машук 150 МВ						
1. Б/у (контроль)	220,6	0,0	75	0,0	20,3	0,0
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон)	225,7	2,3	77	2,7	21,4	5,4
3. Фон + обработка семян цинком	231,4	4,9	80	6,7	22,6	11,3
4. Фон + обработка растений цинком	232,7	5,5	80,4	7,2	23	13,3
5. Фон + обработка семян и растений цинком	235,6	6,8	83,6	11,5	23,9	17,7
НУР						
1. Б/у (контроль)	170,9	0,0	50,9	0,0	22,0	0,0
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон)	175,6	2,8	55,4	8,8	23,6	7,3
3. Фон + обработка семян цинком	177,9	4,1	57,9	13,8	23,3	5,9
4. Фон + обработка растений цинком	180,5	5,6	58,5	14,9	24,0	9,1
5. Фон + обработка семян и растений цинком	185,4	8,5	60,7	19,3	24,1	9,5

При накоплении сухой массы у гибрида Катерина СВ в фазу 7-8 листьев особых различий по изучаемым вариантам с контролем не наблюдалось. В фазе выметывания при внесении N₆₀P₆₀K₃₀ увеличение сухой массы составило 14,3%, при обработке семян возросло до 19,8%, при обработке растений во время вегетации – 25%, а при совместной обработке – 32,1%.

В фазу выметывания при внесении N₆₀P₆₀K₃₀ – 15,4%, при обработке – 23,6%, обработке растений – 29,6% и при совместной обработке – 30%, в фазу молочно-восковой спелости разница с контролем по накоплению сухого вещества несколько снижалась и составляла в диапазоне 13,8-23,9%.

По гибридам Машук 150 МВ и НУР наблюдались такие же тенденции.

Таблица 4. Накопление сухой надземной массы по фазам вегетации гибридов кукурузы в зависимости от сроков внесения микроудобрений

Table 4. Accumulation of dry above-ground mass in the phases of vegetation of corn hybrids depending on the timing of the introduction of microfertilizers

Варианты	Фазы					
	7-8 листьев	выметы- вание	цветение	молочно-восковая спелость		
				г/растен.	отклонение от контр.,	
					г	%
Катерина СВ						
1. Б/у (контроль)	22,8	127,6	162,0	191,5	–	–
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон)	22,0	145,8	187,0	218	26,5	13,8
3. Фон + обработка семян цинком	22,5	152,9	200,2	223,9	32,4	16,9
4. Фон + обработка растений цинком	24,1	159,5	210,0	230,6	39,1	20,4
5. Фон + обработка семян и растений цинком	22,4	168,5	210,6	237,2	45,7	23,9
Машук 150 МВ						
1. Б/у (контроль)	24,2	83,5	159,1	224,6	–	–
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон)	24,7	99,4	187,3	237,4	12,8	5,7
3. Фон + обработка семян цинком	23,8	107,8	192,4	248,1	23,5	10,5
4. Фон + обработка растений цинком	25,6	121,0	199,7	250	25,4	11,3
5. Фон + обработка семян и растений цинком	24,9	132,9	204,9	255,7	31,1	13,8
НУР						
1. Б/у (контроль)	25,4	93,0	170,0	242,9	–	–
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон)	24,5	112,0	203,0	253,3	10,4	4,3
3. Фон + обработка семян цинком	26,1	112,7	211,3	261,5	18,6	7,7
4. Фон + обработка растений цинком	23,4	145,0	213,0	264	21,1	8,7
5. Фон + обработка семян и растений цинком	25,1	165,0	213,6	269	26,1	10,7

В ходе наблюдений за динамикой накопления сухого вещества параллельно проводились замеры листовой площади растений по мере прохождения отдельных фаз развития.

Как было отмечено выше, по показателям накопления сухой массы и листовой площади в фазе 7-8 листьев растений разницы не отмечено.

В данной фазе Машук 150 МВ и НУР имел некоторое превосходство над гибридом Катерина СВ и в среднем по вариантам он состав-

ляет 1 дм². Далее в фазе выметывания разрыв увеличивается в среднем до 1,5 дм².

В фазе цветения листовая площадь увеличивается в зависимости от генетического потенциала гибридов и погодных условий, сложившихся в этом году. Так, у гибрида Машук 150 МВ и НУР в среднем по всем вариантам листовая площадь составила около 50 дм², что на 4,5-5,0 дм² больше среднего показателя гибрида Катерина СВ на вариантах опыта (табл. 5).

Таблица 5. Динамика нарастания листовой площади в зависимости от сроков внесения микроудобрений
Table 5. Dynamics of the increase in leaf area depending on the timing of the introduction of microfertilizers

Варианты	Фазы					
	7-8 листьев	выметыва- ние	цветение	МОЛОЧНО-ВОСКОВАЯ СПЕЛОСТЬ		
					ОТКЛОНЕНИЕ ОТ КОНТР.,	
				г	%	
Катерина СВ						
1. Б/у (контроль)	8,8	33,2	40,6	38,8	–	–
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон)	9,0	38,6	43,8	41,4	2,6	6,7
3. Фон + обработка семян цинком	9,2	41,4	45,0	42,0	3,2	8,2
4. Фон + обработка растений цинком	10,2	42,2	47,2	45,0	6,2	16,0
5. Фон + обработка семян и растений цинком	10,4	43,0	48,4	48,4	9,6	24,7
Машук 150 МВ						
1. Б/у (контроль)	8,9	34,7	44,2	41,3	–	–
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон)	9,0	44,4	47,5	42,9	1,6	3,9
3. Фон + обработка семян цинком	9,2	42,9	48,4	43,4	2,1	5,1
4. Фон + обработка растений цинком	10,0	43,2	47,9	44,0	2,7	6,5
5. Фон + обработка семян и растений цинком	9,7	45,6	48,3	46,5	5,2	12,6
НУР						
1. Б/у (контроль)	10,0	35,4	46,4	43,4	–	–
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон)	10,3	38,0	49,8	48,2	4,8	11,1
3. Фон + обработка семян цинком	10,4	41,0	51,2	49,8	6,4	14,7
4. Фон + обработка растений цинком	10,7	44,0	52,6	50,4	7,0	16,1
5. Фон + обработка семян и растений цинком	10,8	45,6	53,4	52,0	8,6	19,8

При подробном рассмотрении можно отметить, что у гибрида Катерина СВ в фазу молочно-восковой спелости отклонение в варианте N₆₀P₆₀K₃₀ (Фон) от контроля составило 2,6 г или 6,7%, в варианте Фон + обработка семян Zn несколько выросла – до 3,2 г или 8,2%, при обработке растений во время вегетации цинком прибавка удвоилась до 6,2 г или 16%, а максимальный показатель получен при совместной обработке семян и растений 9,6 г или 24,7%.

При молочно-восковой спелости снижается листовая площадь, что связано с засыхани-

ем и отмиранием листьев нижнего и среднего яруса.

Необходимо отметить, что на вариантах с микроудобрениями листовая площадь увеличивалась у гибрида Катерина СВ – 8,2-24,7%, Машук 150 МВ – 5,1-12,6% и НУР – 14,7-19,8%. Наибольшая площадь в среднем по всем фазам была в варианте Фон + обработка семян и растений цинком.

Результаты исследования показали, что изучаемые гибриды кукурузы в связи с их генетическими различиями заметно отличались по урожайности зерна (табл. 6).

Таблица 6. Урожай зерна раннеспелых гибридов кукурузы в зависимости от сроков внесения микроудобрений
Table 6. Grain yield of early ripe corn hybrids depending on the timing of micronutrient application

Варианты	Повторности				Среднее, ц/га	Откл. от контр., фона		
	I	II	III	IV		ц/га	%	
Катерина СВ								
1. Б/у (контроль)	20,1	21,6	23,1	21,6	21,6	–	–	–
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон)	33,2	34,8	36,3	36,9	35,3	13,7	–	–
3. Фон + обработка семян цинком	38,4	38,0	35,2	36,8	37,1	15,5	1,8	13,1
4. Фон + обработка растений цинком	36,9	38,6	39,3	35,3	37,5	15,9	2,2	16,1
5. Фон + обработка семян и растений цинком	39,9	36,6	40,4	38,3	38,8	17,2	3,5	25,5
Машук 150 МВ								
1. Б/у (контроль)	24,6	22,3	21,8	24,4	23,2	–	–	–
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон)	37,6	38,3	35,7	36,9	37,1	13,9	–	–
3. Фон + обработка семян цинком	35,5	39,4	37,8	37,0	37,4	14,2	0,3	2,2
4. Фон + обработка растений цинком	40,0	37,5	41,4	36,9	38,9	15,7	1,8	12,9
5. Фон + обработка семян и растений цинком	38,1	40,3	38,6	39,4	39,1	15,9	2,0	14,4
НУР								
1. Б/у (контроль)	28,6	29,7	30,4	28,3	28,6	–	–	–
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀ (Фон)	39,4	40,9	40,2	41,8	39,4	11,3	–	–
3. Фон + обработка семян цинком	42,8	43,7	44,4	41,7	42,8	13,9	2,6	22,7
4. Фон + обработка растений цинком	43,7	44,9	43,7	44,1	43,7	14,9	3,5	31,1
5. Фон + обработка семян и растений цинком	45,9	46,7	45,4	46,8	45,9	17,0	5,6	49,7

Ошибка опыта = 1,88 %

НСР для фактора А = 1,21 ц/га

НСР для фактора В = 1,56 ц/га

НСР для взаимодействий = 2,69 ц/га

В условиях опыта установлена значительная зависимость урожайности гибридов от обеспеченности растений микроудобрениями.

Урожайность является наиболее интегральным показателем эффективности влияния того или иного агроприема или препарата на растения, в данном случае на раннеспелые гибриды кукурузы.

Как видно из таблицы 6, микроудобрение цинка эффективно воздействовало на продук-

тивность каждого растения и в целом на посе- вы кукурузы. Урожай гибрида Катерина СВ на контроле составил 21,6 ц/га, при внесении N₆₀P₆₀K₃₀ (Фон) прибавка составила 13,7 ц/га, при обработке семян + фон – 15,5 ц/га, а раз- ница с фоном была 1,8 ц/га или 13,1%, при обработке растений цинком – 2,2 ц/га или 16,1%, при совместной обработке семян и растений эта разница по сравнению с фоном выросла до 3,5 ц/га или 25,5%.

У гибрида Машук 150 МВ эти показатели были ниже. При обработке семян – 0,3 ц/га или 2,2%, при обработке растений – 2,0 ц/га или 14,4%.

Гибрид НУР в сравнении с другими гибридами имел более высокие показатели. На контроле продуктивность составила 28,6 ц/га, тогда как при внесении $N_{60}P_{60}K_{30}$ (Фон) она выросла до 39,4 ц/га, где прибавка была 11,3 ц/га. При обработке семян цинком урожайность выросла на 2,6 ц/га или 22,7%, при обработке растений – 3,5 ц/га или 31,1%. При совместной обработке семян и растений урожай возрос до 5,6 ц/га или 49,7%.

Таким образом, необходимо отметить положительный эффект обработки семян и растений гибридов кукурузы цинковыми удобрениями в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарской Республики.

Анализ элементов структуры урожая показал, что обработка семян и растений гибридов кукурузы была эффективна. Так, в третьем варианте Фон + обработка семян цинком разница составила с фоном 1,9%, на 4 и 5 вариантах – 3% по количеству початков на 100 растений (табл. 7).

Таблица 7. Элементы структуры урожая раннеспелых гибридов кукурузы в зависимости от сроков внесения микроудобрений
Table 7. Elements of the structure of the yield of early-ripening corn hybrids depending on the timing of the introduction of microfertilizers

Варианты	Число початков на 100 растений	Откл. от фона		Масса початка, г	Откл. от фона		Выход зерна, %	Масса 1000 зерен, г	Откл. от фона	
		шт.	%		г	%			г	%
Катерина СВ										
1. Б/у (контроль)	95	–	–	141	–	–	83,0	316	–	–
2. $N_{60}P_{60}K_{30}$ (Фон)	101	–	–	149,2	–	–	84,0	335,9	–	–
3. Фон + обработка семян цинком	103	2,0	1,9	150,8	1,6	1,1	84,2	345,1	9,2	2,7
4. Фон + обработка растений цинком	104	3,0	3,0	157,4	8,2	5,2	84,6	344,8	8,9	2,6
5. Фон + обработка семян и растений цинком	104	3,0	3,0	157,8	8,6	5,8	84,6	345,2	9,3	2,8
Машук 150 МВ										
1. Б/у (контроль)	90	–	–	144,4	–	–	81,9	319,3	–	–
2. $N_{60}P_{60}K_{30}$ (Фон)	100	–	–	149,4	–	–	84	322,8	–	–
3. Фон + обработка семян цинком	101	1,0	1,0	150,0	0,6	0,4	84,1	324,7	1,9	0,6
4. Фон + обработка растений цинком	102	2,0	2,0	150,4	1,0	0,7	84,7	330,4	7,6	2,4
5. Фон + обработка семян и растений цинком	103	3,0	3,0	152,0	2,6	1,7	84,9	336,6	13,8	4,3
НУР										
1. Б/у (контроль)	91	–	–	146,5	–	–	82,6	324,6	–	–
2. $N_{60}P_{60}K_{30}$ (Фон)	103	–	–	149,1	–	–	84,3	330,0	–	–
3. Фон + обработка семян цинком	103	0,0	0,0	150,1	1,0	0,7	84,9	333,1	3,1	0,9
4. Фон + обработка растений цинком	104	1,0	1,0	151,0	1,9	1,3	85,0	337,1	7,1	2,2
5. Фон + обработка семян и растений цинком	104	1,0	1,0	156,1	7,0	4,7	85,0	338,2	8,2	2,5

Масса початков также выросла в третьем варианте Фон + обработка семян цинком на 1,1%, в 4 и 5 вариантах, соответственно, 5,2 и 5,8%.

Масса 1000 семян в зависимости от обработки семян цинком – 2,7%, обработке растений во время вегетации – 2,6% и 2,8%.

На посевах гибрида Машук 150 МВ количество початков на 100 растений в 3, 4 и 5 вариантах выросло на 1-3%, а масса початка на 0,4-1,7%, масса 1000 зерен в диапазоне – 0,6-4,3%.

Элементы продуктивности у гибрида НУР выросли до 1%, по числу початков – 0,7-4,7% и по массе 1000 зерен – 0,9-2,5%.

Выводы. 1. В предгорной зоне Кабардино-Балкарии на выщелоченном черноземе раннеспелые гибриды кукурузы отзывчивы на микроудобрения. Их внесение усиливает рост и развитие растений кукурузы, увеличивает урожай, улучшает качество зерна по сравнению с неудобренной кукурузой.

2. Наилучшие условия для развития и роста растений и получение высокого урожая зерна кукурузы складываются при совместной обработке семян и растений во время вегетации цинком, где наблюдалось ускоренное наступление молочно-восковой спелости и

полной спелости у раннеспелых гибридов кукурузы: у гибрида Катерина СВ на 4 и 6 дней, Машук 150 МВ – 6 и 8 дней и гибрида НУР – 1 и 2 дня.

3. Структура посева раннеспелых гибридов кукурузы лучше при совместной обработке семян и растений во время вегетации цинковыми удобрениями.

4. При внесении цинковых удобрений создаются наиболее благоприятные условия, в результате которых развивается мощный фотосинтетический аппарат, обеспечивающий формирование максимального урожая. При обработке семян и растений во время вегетации листовая площадь увеличивалась у гибрида Катерина СВ – 8,2-24,7%, Машук 150 МВ – 5,1-12,6% и НУР – 14,7-19,8%. Наибольшая площадь в среднем по всем фазам была в варианте Ф+ОС+ОР + Zn.

5. При совместном внесении $N_{60}P_{60}K_{30}$ и обработке цинком семян и растений во время вегетации была получена прибавка урожая у гибридов Катерина СВ – 13,7-17,2 ц/га, Машук 150 МВ – 13,9-15,9 ц/га и НУР – 11,3-17,0 ц/га. При этом увеличивались показатели элементов структуры урожая, такие как число початков на 100 растений, масса початка, масса 1000 зерен.

Список литературы

1. Адиньяев Э. Д., Абаев А. А., Адаев Н. Л. Учебно-методическое руководство по проведению исследований в агрономии. Грозный: Издательство ЧГУ, 2012. 345 с.
2. Пат. 2270548 Российская Федерация. МПК А01С 1/06 (2006.01). Способ предпосевной обработки семян / С. А. Бекузарова, Т. С. Абиева, А. А. Тедеева; заявитель и патентообладатель: Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства. № 2004126835/12; заявл. 06.09.2004; опубл. 27.02. 2006.
3. Завалин А. А., Темботов З. М., Азубеков Л. Х. Урожайность зерна кукурузы при использовании удобрений, витавакса и биопрепаратов // Плодородие. 2008. № 3(42). С. 12–13.
4. Иванова З. А., Шогенов Ю. М., Нагудова Ф. Х. Технологические свойства зерна и посевные качества семян кукурузы в зависимости от способов сушки // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 750.
5. Мамиев Д. М., Абаев А. А., Тедеева А. А. Биологическая интенсификация звена зернопропашного севооборота // Научная жизнь. 2014. № 3. С. 26–29.
6. Топалова З. Х., Шогенов Ю. М., Шибзухов З.-Г. С. Урожайность початков сахарной кукурузы в зависимости от уровня минерального питания в Кабардино-Балкарской республике // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 2(34). С. 97–102.
7. Топалова З. Х., Шогенов Ю. М., Шибзухов З.-Г. С. Продуктивность сахарной кукурузы в зависимости от сроков внесения ЖКУ в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 3 (35). С. 82–86.
8. Топалова З. Х., Шогенов Ю. М., Шибзухов З.-Г. С. Урожайность початков сахарной кукурузы в зависимости от доз агровиткора и флавобактерина в Кабардино-Балкарской республике // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 1(37). С. 121–125.

9. Ханиева И. М., Шибзухов З.-Г. С., Шогенов Ю. М. Влияние сортовых особенностей и сроков посева на урожайность сахарной кукурузы в Кабардино-Балкарии // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 2(34). С. 102–108.
10. Шеуджен А. Х., Хурум Х. Д., Бондарева Т. Н. Физиологическая роль микроэлементов в растениях // Материалы регионально-практической конференции «Удобрения и урожай». Краснодар, Майкоп: Адыгея, 2004. С. 30–31, 36–37, 49, 53.
11. Шибзухов З.-Г. С., Шогенов Ю. М., Гадиева А. А. Влияние уровня влагообеспеченности почв на урожайность сахарной кукурузы // Новые технологии. 2019. № 4. С. 199–208.
12. Шибзухов З.-Г. С., Шогенов Ю. М. Урожайность гибридов разных групп спелости кукурузы в зависимости от сортовых особенностей, сроков посева, густоты стояния и биопрепаратов в Кабардино-Балкарии // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 4(36). С. 116–121.
13. Шогенов Ю. М., Ханиев М. Х. Фотосинтетическая деятельность новых гибридов кукурузы в предгорной зоне КБР // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2005. № 4. С. 2.

References

1. Adinyaev E.D., Abaev A.A., Adaev N.L. *Uchebno-metodicheskoye rukovodstvo po provedeniyu issledovaniy v agronomii* [Educational and methodological guide to research in agronomy]. Grozny: Izdatel'stvo CHGU, 2012. 345 p. (In Russ.)
2. Pat. 2270548 Russian Federation, Int. Cl.A01C 1/06 (2006.01).M ethod for presowing treatment of seeds. S.A. Bekuzarova, T.S. Abieva, A.A. Tedeeva; applicant and patent holder: Severo-Kavkazskij nauchno-issledovatel'skij institut gornogo i predgornogo sel'skogo khozjajstva. No 2004126835/12; application 06.09.2004; publ. 27.02. 2006. (In Russ.)
3. Zavalin A.A., Tembotov Z.M., Azubekov L.Kh. Yield of corn grain when using fertilizers, Vitavax and biological products. *Plodorodiye*. 2008;3(42):12–13. (In Russ.)
4. Ivanova Z.A., Shogenov Yu.M., Nagudova F.Kh. Technological properties of grain and sowing qualities of corn seeds depending on drying methods. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2014;(5):750. (In Russ.)
5. Mamiev D.M., Abaev A.A., Tedeeva A.A. Biological intensification of the grain-crop crop rotation link. *Nauchnaya zhizn'* [Scientific Life]. 2014;(3):26–29. (In Russ.)
6. Topalova Z.Kh., Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.S. Sugar corn yield depending on the level of mineral food in Kabardino-Balkarian Republic. *Problemy razvitiya APK regiona*. 2018;2(34):97–102. (In Russ.)
7. Topalova Z.Kh., Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.S. Productivity of sugar corn depending on the terms of liquid complex fertilizer application in the conditions of the piedmont zone of the Kabardino-Balkaria. *Problemy razvitiya APK regiona*. 2018;3(35):82–86. (In Russ.)
8. Topalova Z.Kh., Shogenov Yu.M., Shibzukhov Z.S. Yield of sugar corn ear depending on doses of agrovitcor and flavobacterin in the Kabardino-Balkarian Republic. *Problemy razvitiya APK regiona*. 2019;1(37):121–125. (In Russ.)
9. Khanieva I.M., Shibzukhov Z.S., Shogenov Yu.M. Influence of varietal characteristics and sowing dates on the yield of sweet corn in Kabardino-Balkaria. *Problemy razvitiya APK regiona*. 2018;2(34):102–108. (In Russ.)
10. Sheudzhen A.Kh., Khurum Kh.D., Bondareva T.N. Physiological role of microelements in plants. *Materialy regional'no-prakticheskoy konferentsii «Udobreniya i urozhay»* [Fertilizers and crops. Materials of the regional-practical conference "Fertilizers and harvest"]. Krasnodar. Maikop: Aдыгея, 2005. Pp. 30-31, 36-37, 49, 53. (In Russ.)
11. Shibzukhov Z.-G.S., Shogenov Yu.M., Gadieva A.A. The effect of soil water availability level on sugar corn yield. *New technologies*. 2019;(4):199–208. (In Russ.)
12. Shibzukhov Z.S., Shogenov Yu.M. Yield of hybrids of different groups of corn damage depending on variety features, crops, standing density and biological products in Kabardino-Balkaria. *Problemy razvitiya APK regiona*. 2018;4(36):116–121. (In Russ.)
13. Shogenov Yu.M., Khaniev M.Kh. Photosynthetic activity of new maize hybrids in the foothill zone of the KBR. *Works of the Kuban state agrarian university*. 2005;(4):2. (In Russ.)

Сведения об авторе

Шогенов Юрий Мухамедович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 5840-7710, Author ID: 483281

Information about the author

Yuri M. Shogenov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 5840-7710, Author ID: 483281

*Статья поступила в редакцию 15.05.2023;
одобрена после рецензирования 26.05.2023;
принята к публикации 09.06.2023.*

*The article was submitted 15.05.2023;
approved after reviewing 26.05.2023;
accepted for publication 09.06.2023.*