

УДК 631.81.095.337:633.15: (478.9)

UDC 631.81.095.337:633.15: (478.9)

ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ

INFLUENCE OF MICROFERTILIZERS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF CORN

Булдыкова Ирина Александровна
к.с.-х.н., доцент

Buldykova Irina Alexandrovna
Cand.Agr. Sci., associate professor

Шеуджен Асхад Хазретович
д.б.н., чл.-корр. РАСХН, профессор

Sheudzhen Askhad Hazretovich
Dr.Sci.Biol., corresponding member of Russian Academy of Agricultural Sciences, professor

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Установлено положительное действие микроудобрений на урожайность и качество зерна кукурузы на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья

Positive effect of microelements on productivity and quality grain of corn on the leached black soil of the West Fore-Caucasus has been determined

Ключевые слова: КУКУРУЗА, МИКРОЭЛЕМЕНТЫ, НЕКОРНЕВАЯ ПОДКОРМКА, ФАЗЫ ВЕГЕТАЦИИ, СТРУКТУРА УРОЖАЯ, УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО

Keywords: CORN, MICROELEMENTS, FOLIAR PLANT FERTILIZING, PHASES OF VEGETATION, CROP STRUKTURE, PRODUCTIVITY, QUALITY

Рост народонаселения, интенсивная разработка полезных ископаемых, активная техногенная деятельность человека – все это свидетельствует о сужении жизненного пространства, в том числе земельного фонда, что вызывает потребность неотложного решения продовольственной проблемы. Предпринятые попытки увеличить урожайность сельскохозяйственных культур за счет одностороннего внесения азотно-фосфорно-калийных удобрений оказались неоправданными из-за разбалансированности минерального питания. В этой ситуации возникла необходимость включения микроэлементов в систему удобрения и технологию возделывания сельскохозяйственных культур [4].

Кукуруза – одна из наиболее распространенных сельскохозяйственных культур в мире. Она выращивается практически на всех континентах на площади более 110 млн. га ежегодно. В России под кукурузой занято 830 тыс. га, в Краснодарском крае 282 тыс.га. В

современном производстве зерна, кукуруза занимает одно из лидирующих положений, являясь растением универсального использования [5-7].

Важным фактором повышения урожайности кукурузы является оптимизация минерального питания растений всеми необходимыми и незаменимыми макро- и микроэлементами [1-3].

Микроэлементы входят в состав многочисленных ферментов, витаминов, гормонов и тем самым оказывают существенное влияние на обмен веществ и продуктивность растений.

В связи с вышеизложенным и в соответствии с планом научных исследований, в 2009-2011 гг. был проведен полевой опыт по изучению влияния микроудобрений на урожайность и качество зерна кукурузы на черноземе выщелоченном. Исследования проводили в учебно-опытном хозяйстве «Кубань» Кубанского государственного аграрного университета на опытном поле кафедры агрохимии.

Цель исследований – агроэкологическая оценка микроудобрений на посевах кукурузы.

Объект исследования сорт кукурузы – Краснодарская-382.

Действие микроудобрений изучали на фоне $N_{60}P_{60}K_{40}$. Азотно-фосфорно-калийные удобрения вносили осенью под основную обработку почвы вручную. В качестве азотного удобрения была использована мочевины (карбамид)- $CO(NH_2)_2$, N-46 %, калийного – хлористый калий, KCl, K_2O - 60 %, комплексного – аммофос, $NH_4H_2PO_4$, N-12 %, P_2O_5 -50 %. В качестве микроудобрений были использованы соли микроэлементов: сульфаты - цинка, меди, марганца, кобальта; борная кислота и молибдат аммония. Их применяли путем некорневой подкормки растений в фазу

6-7 листьев кукурузы 0,1 % водными растворами микроэлементов из расчета 350 л/га.

Площадь делянок – 30 м², расположение вариантов – рендомизированное.

Агротехника: осеннее лущение стерни дисковыми лущильниками, зяблевая вспашка на глубину 25-27 см и ранне-весенняя культивация с боронованием для предотвращения потерь влаги и уничтожения сорняков. Ширина междурядий – 70 см и норма высева семян – 25 кг/га.

Во время вегетации растений кукурузы в растительных образцах по фазам вегетации (8-9 листьев, цветение початка, полная спелость зерна) определяли содержание общего азота, фосфора и калия из одной навески по методу Куркаева. Уборку урожая кукурузы на зерно проводили сплошным методом поделяночно вручную в фазу полной спелости зерна. Убранные початки взвешивали с учетной площади каждой делянки непосредственно в поле. Определяли структуру урожая. Содержание белка рассчитывали умножением общего азота в зерне на коэффициент 6,00. Оценка экспериментальных данных проводили дисперсионным методом.

В начальный период развития растения накапливают значительное количество азота (таблица 1). Затем его содержание в вегетативных органах постепенно уменьшается в связи с тем, что он транспортируется в генеративные органы.

На содержание азота микроэлементы действуют неодинаково. Цинк, кобальт, молибден, медь и марганец увеличивают содержание азота в растениях во все фазы вегетации кукурузы. Бор в какой-то степени снижает количество его в растениях, но повышает в зерне.

В среднем, за годы исследований содержание азота в растениях увеличивалось в фазу 8-9 листьев при применении микроудобрений на 0,05-0,30 %, цветения початка – на 0,02-0,40 %, полной спелости зерна –

листо-стебельной массе – на 0,07-0,23 %, зерне на 0,07-0,25 % по сравнению с контролем.

Таблица 1 - Динамика содержания азота в растениях кукурузы при некорневой подкормке посевов микроудобрениями, % сухой массы (среднее за 2009-2011 гг.)

Вариант	Фаза вегетации			
	8-9 листьев	цветение початка	полная спелость	
			листо-стебельная масса	зерно
Контроль – фон	1,98	1,66	0,58	1,62
Фон + Zn	2,28	2,06	0,81	1,85
Фон + В	1,98	1,60	0,58	1,69
Фон + Со	2,18	1,78	0,79	1,75
Фон + Мо	2,04	1,87	0,72	1,78
Фон + Сu	2,10	1,68	0,86	1,87
Фон + Mn	2,03	1,75	0,65	1,73

Максимальное количество азота в фазу 8-9 листьев было отмечено при некорневой подкормке растений кобальтом и цинком, что превысило контроль на 0,20 и 0,30 % соответственно, в фазу цветения початка – молибденом и цинком, превысив контроль на 0,22 и 0,40 %, в фазу полной спелости – листостебельная масса – цинком и медью – 0,23 и 0,28, % соответственно.

Содержание азота в зерне было максимальным при обработке цинком и медью, что составило 1,85 и 1,87 %, и по сравнению с контролем увеличение составило 0,23 и 0,25 %. Наименьшее влияние на содержание азота оказала некорневая подкормка растений бором.

Наблюдаемая динамика содержания азота в растениях кукурузы позволяет заключить, что бор и в какой-то степени марганец обеспечивают наиболее полную реутилизацию накопленного в вегетативных органах азота, а цинк, кобальт, медь – способствуют поглощению его растениями вплоть до фазы полной спелости зерна.

Количество фосфора в вегетативных органах кукурузы в значительной степени зависит от фазы развития растений (таблица 2).

Таблица 2 - Динамика содержания фосфора в растениях кукурузы при некорневой подкормке посевов микроудобрениями, % сухой массы (среднее за 2009-2011 гг.)

Вариант	Фаза вегетации			
	8-9 листьев	цветение початка	полная спелость	
			листо-стебельная масса	зерно
Контроль – фон	0,49	0,32	0,24	0,51
Фон + Zn	0,62	0,39	0,27	0,57
Фон + B	0,58	0,36	0,24	0,54
Фон + Co	0,62	0,37	0,27	0,55
Фон + Mo	0,57	0,35	0,25	0,53
Фон + Cu	0,61	0,37	0,30	0,60
Фон + Mn	0,58	0,34	0,25	0,56

Фосфором наиболее богаты молодые, активно растущие растения. По мере ослабления роста и интенсивности метаболических процессов количество фосфора в вегетативных органах кукурузы значительно

снижается. Так, на контрольном варианте содержание фосфора уменьшилось по фазам вегетации растений кукурузы от 0,49 до 0,24 %, то есть на 0,25 %. Наблюдаемое в конце вегетационного периода значительное уменьшение содержания фосфора в растениях связано с реутилизацией его генеративными органами. Так, содержание фосфора в фазу 8-9 листьев растений кукурузы при некорневой подкормке микроудобрениями составило 0,57-0,62 % и способствовало увеличению этого показателя на 0,08-0,13 % по сравнению с контролем. Здесь максимальное содержание отмечено при некорневой подкормке растений медью, кобальтом и цинком.

В фазу цветения початка кукурузы содержание фосфора в растениях значительно уменьшается и составляет в обработанных вариантах 0,34-0,39 %. Положительное действие таких микроэлементов, как цинк, кобальт и медь сохраняется, увеличение по сравнению с фоном составило 0,05-0,07 %.

В фазу полной спелости количество фосфора в листо-стеблевой массе кукурузы минимальное и составляет 0,24-0,30 %. Микроэлементы увеличили содержание этого элемента в растениях на 0,01-0,06 %. Наибольшее влияние оказали обработка цинк, кобальт и медь.

Максимальное содержание фосфора в зерне кукурузы было отмечено при некорневой подкормке растений марганцем, цинком и медью, что составило 0,56-0,60 %, превысив контроль на 0,05-0,09 %.

Содержание калия в растениях наблюдается на высоком уровне вплоть до созревания зерна (таблица 3).

Причем, если азот и фосфор в конце вегетации явно преобладают в зерне, то основная масса калия продолжает оставаться в вегетативных органах. Такое распределение калия связывают с его участием в транспортировке пластических веществ к местам активного синтеза.

Максимальное содержание калия в вегетативной массе кукурузы приходится в фазу 8-9 листьев, а затем происходит его уменьшение. Так, на контрольном варианте, содержание калия в вегетативных органах с 3,18 % в фазу 8-9 листьев снизилось до 1,53 % в фазу полной спелости, то есть уменьшилось на 1,65 %.

Таблица 3 - Динамика содержания калия в растениях кукурузы при некорневой подкормке посевов микроудобрениями, % сухой массы (среднее за 2009-2011 гг.)

Вариант	Фаза вегетации			
	8-9 листьев	цветение початка	полная спелость	
			листо-стебельная масса	зерно
Контроль – фон	3,18	2,31	1,53	0,40
Фон + Zn	3,39	2,43	1,61	0,53
Фон + В	3,30	2,31	1,54	0,45
Фон + Со	3,39	2,32	1,59	0,51
Фон + Мо	3,22	2,32	1,53	0,46
Фон + Cu	3,35	2,42	1,62	0,49
Фон + Mn	3,27	2,30	1,56	0,44

Содержание калия в вегетативных органах растений кукурузы в фазу 8-9 листьев с микроудобрениями находилось в пределах 3,22-3,39 %, превысив контроль на 0,04-0,18 %. Максимальное увеличение этого показателя было отмечено в вариантах с медью, кобальтом и цинком, а наименьшее – молибденом. В фазу цветения початка кукурузы содержание калия изменялось с 2,22 до 2,43%, что превышало контроль на 0,01-0,12 %.

Наименьшее влияние на содержание калия в растениях оказала некорневая подкормка посевов кукурузы марганцем, бором, молибденом и кобальтом. В фазу полной спелости в листо-стеблевой массе кукурузы содержание калия на вариантах с микроэлементами составило 1,54-1,62 % и превысило контроль на 0,01-0,22 %. Здесь наименьшее влияние оказала некорневая подкормка марганцем, бором и молибденом.

Содержание калия в зерне кукурузы было значительно меньше, чем в листо-стеблевой массе. Это можно объяснить тем, что основная масса калия продолжает оставаться в вегетативных органах. Такое распределение калия связывают с его участием в транспортировке пластических веществ к местам активного синтеза [7]. Содержание калия в зерне кукурузы опытных вариантов составило 0,44-0,53 %, что превысило контроль на 0,04-0,13 %. Максимальное влияние проявилось при некорневой подкормке растений кобальтом и цинком, и минимальное – марганцем, бором и молибденом, превысив фон лишь на 0,04-0,06 %.

Включение микроэлементов в систему удобрения кукурузы способствует росту урожайности (таблица 4).

Таблица 4 - Урожайность зерна кукурузы при некорневой подкормке растений микроудобрениями, ц/га (среднее за 2009-2011 гг.)

Вариант	Урожайность по годам				Прибавка	
	2009	2010	2011	среднее	ц/га	%
Контроль – фон	35,9	54,2	52,0	47,4	-	-
Фон + Zn	40,1	57,1	55,6	50,9	3,5	7,4
Фон + В	38,8	55,4	52,8	49,0	1,6	3,4
Фон + Со	36,4	59,0	55,2	50,2	2,8	5,9
Фон + Мо	38,2	57,9	53,9	50,0	2,6	5,5
Фон + Си	36,8	60,1	56,1	51,0	3,6	7,6
Фон + Mn	37,3	58,6	54,4	50,1	2,7	5,7
НСР ₀₅	0,9	2,7	1,3			

Максимальная урожайность зерна кукурузы была получена в 2010 году, что было связано с благоприятными погодными условиями. Урожайность на контрольном варианте в этом году составила 54,2 ц/га, а на варианте с микроэлементами находилась в пределах 55,4-60,1 ц/га. Здесь прибавка по сравнению с другими годами также была наибольшей и составила 1,2-5,9 ц/га.

Засушливые погодные условия 2009 года способствовали получению невысокой урожайности зерна кукурузы. Так, на контрольном варианте она составила 35,9 ц/га, а при некорневой подкормке растений

микроудобрениями 36,4-40,1 ц/га, прибавка урожайности составила 0,5-4,2 ц/га.

В среднем, за годы исследований урожайность зерна кукурузы на контроле $N_{60}P_{60}K_{40}$ составила 47,4 ц/га, на вариантах с некорневой подкормкой микроэлементами она находилась в пределах 49,0-51,0 ц/га и превысила фон на 1,6-3,6 ц/га или на 3,4-7,6 %.

Во все годы исследований действие микроэлементов на урожайность кукурузы проявлялось по-разному. В 2009 году максимальное увеличение урожайности было получено при обработке бором и цинком, в 2010 – марганцем, кобальтом и медью, а в 2011 - марганцем, цинком и медью. В среднем, за три года исследований максимальная урожайность была получена при некорневой подкормке растений кукурузы цинком и медью.

Для анализа действия микроудобрений в качестве некорневой подкормки растений на урожайность кукурузы были проанализированы следующие элементы урожая: число рядов в початке, количество зерен в ряду, количество зерен в початке, длина початка, масса зерен в початке и масса 1000 зерен (таблица 5).

Наибольшее влияние на число рядов в початке кукурузы в среднем за 3 года исследований оказала некорневая подкормка растений цинком и медью, а наименьшее – оказали молибден и бор.

Таблица 5 – Влияние микроудобрений на структуру урожая кукурузы (среднее за 2009-2011 гг.)

Годы иссле- дований	Вариант							НСР ₀ 5
	Контроль- фон	фон + Zn	фон + B	фон + Co	фон + Mo	фон + Cu	фон + Mn	
Число рядов в початке, шт								
2009	13,5	14,0	13,5	14,5	14,0	15,0	14,3	0,77
2010	14,0	15,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	1,50
2011	13,5	14,5	13,8	14,0	13,8	14,8	14,5	1,27
среднее	13,7	14,5	13,8	14,2	13,9	14,6	14,3	
Количество зерен в ряду, шт								
2009	38,3	43,5	41,5	43,3	38,8	46,5	43,5	1,9
2010	42,0	46,0	45,0	44,0	42,0	48,0	46,0	3,1
2011	38,5	43,3	38,8	42,3	40,8	44,5	43,8	3,3
среднее	39,6	42,3	41,8	43,2	40,5	46,3	44,4	
Количество зерен в початке, шт								
2009	567,0	588,2	579,1	597,0	583,0	601,0	583,1	10,0
2010	585,1	620,0	595,1	602,0	593,1	638,0	601,2	9,7
2011	568,5	607,5	580,3	597,5	578,8	620,5	596,3	13,5
среднее	573,5	605,2	584,8	598,8	585,0	619,8	593,5	
Длина початка, см								
2009	16,7	17,3	16,7	17,6	17,3	17,8	17,5	0,61
2010	17,8	18,4	18,6	19,2	19,1	19,5	19,2	0,49
2011	17,2	17,7	17,3	17,6	17,2	17,8	17,6	0,60
среднее	17,2	17,8	17,5	18,1	17,9	18,4	18,1	
Масса зерен в початке, г								
2009	129,8	146,4	138,7	147,3	149,1	152,1	147,2	5,1
2010	138,5	156,3	144,4	140,1	147,1	151,9	144,5	4,2
2011	136,8	155,8	150,9	153,7	148,2	159,2	154,8	6,3
среднее	135,4	152,8	144,7	147,0	148,1	154,7	148,8	
Масса 1000 зерен, г								
2009	233,7	246,7	244,8	257,2	252,1	258,2	252,6	4,8
2010	251,0	263,0	260,0	268,0	258,0	266,1	260,2	7,9
2011	243,2	267,6	253,3	265,1	254,4	273,4	261,1	9,2
среднее	242,6	259,1	252,7	263,4	254,5	265,9	257,9	

Количество зерен в ряду початка также изменялось. Максимальное увеличение этого показателя в среднем отмечается при некорневой подкормке растений цинком, марганцем и медью, а наименьшее влияние оказали бор и молибден.

Все микроэлементы, за исключением молибдена и бора оказали положительное влияние на количество зерен в початке кукурузы.

Максимальное увеличение этого показателя отмечается при некорневой подкормке растений цинком и медью.

Наибольшее влияние на длину початка кукурузы оказали кобальт, марганец и медь.

Наилучшие результаты по массе 1000 зерен в початке получены на вариантах с цинком и медью.

Установлено, что некорневая подкормка растений кукурузы микроудобрениями увеличивает содержание белка в зерне (таблица 6).

Таблица 6 - Влияние некорневой подкормки растений микроудобрениями на содержание белка в зерне кукурузы,% (среднее за 2009-2011 гг.)

Вариант	Содержание белка				Прибавка, %
	2009 г.	2010 г.	2011 г.	среднее	
Контроль – фон	9,60	9,90	9,66	9,72	–
Фон + Zn	10,50	11,52	11,28	11,10	1,38
Фон + В	10,50	10,26	9,96	10,24	0,52
Фон + Со	10,32	10,56	10,44	10,44	0,72
Фон + Мо	10,74	10,92	10,32	10,66	0,94
Фон + Cu	10,44	11,82	11,40	11,22	1,50
Фон + Mn	10,14	10,20	10,80	10,38	0,66
НСР ₀₅	0,34	0,29	0,31		

В зерне кукурузы контрольного варианта содержалось в среднем 9,72 % белка. В вариантах, где была проведена некорневая подкормка растений микроудобрениями, его содержание составило 10,24-11,22 %, что превысило контроль на 0,52-1,50 %. Максимальное содержание белка было отмечено на вариантах с цинком и медью, а наименьшее - бором и молибденом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследования, проведенные в центральной зоне Краснодарского края на черноземе выщелоченном в 2009-2011 гг. позволили установить положительное влияние некорневой подкормки посевов кукурузы микроудобрениями на содержание азота, фосфора и калия в вегетативных и генеративных органах растений .

2. Наилучшие условия питания азотом, фосфором и калием растений кукурузы по фазам вегетации были отмечены на вариантах с цинком и медью.

3. Некорневая подкормка растений микроудобрениями способствовала увеличению урожайности зерна кукурузы. В среднем, она увеличилась на 1,6-3,6 ц/га или на 3,4 – 7,6 %. Максимальные прибавки урожайности зерна получены при включении в систему удобрения меди и цинка.

4. Микроудобрения положительно повлияли на элементы структуры урожая кукурузы, а именно, на число рядов в початке, длину початка, количество зерен в початке, массу зерен в початке и массу 1000 зерен. Наибольшее влияние оказала некорневая подкормка марганцем, цинком, и медью, а наименьшее - молибденом и бором.

5. Некорневая подкормка микроудобрениями улучшает качество зерна кукурузы, а именно, увеличивает содержание белка. Максимальное содержание белка было получено на вариантах с цинком и медью, что

составило 11,10 и 11,22 % и превысило фон на 1,38 и 1,50 % соответственно.

Список использованной литературы

1. Булдыкова И. А. Потребление элементов питания растениями кукурузы при некорневой подкормке микроэлементами / И. А. Булдыкова // Науч. обеспечение агропром. комплекса: материалы 4-й Всерос. науч.-практ. конф. / КубГАУ.– Краснодар, 2010. – С. 7-9.
2. Булдыкова И. А. Роль микроэлементов в повышении урожайности и качества зерна кукурузы / И. А. Булдыкова // Энтузиасты аграр. науки.- Краснодар, 2010.- Вып. №12. – С.84-86.
3. Булдыкова И. А., Стародедова А. А. Динамика содержания азота, фосфора и калия в растениях кукурузы при некорневой подкормке микроудобрения микроэлементами в повышении урожайности и качества зерна кукурузы / И. А. Булдыкова // Энтузиасты аграр. науки. - Краснодар, 2011. - Вып. №13. – С.163-166.
4. Шеуджен А. Х. Микроудобрения и регуляторы роста на посевах риса/ А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, С. В. Кизинек, А. К. Шхапацев.- Майкоп: «Полиграф-ЮГ», 2010. - 292 с.
5. Шеуджен А. Х., Куркаев В. Т., Котляров Н. С., Онищенко Л. М. Питание и удобрение зерновых культур. Кукуруза / А. Х. Шеуджен.- Майкоп. 2010.- 20 с.
6. Шеуджен А. Х. Питание и удобрение зерновых, крупяных и зернобобовых культур. / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, Л. М. Онищенко.- Краснодар: КубГАУ, 2012.-231с.
7. Шеуджен А. Х. Агрохимические основы применения удобрений/ А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, С. В. Кизинек.- Майкоп: «Полиграф-ЮГ», 2013. - 572 с.

References

1. Buldykova I. A. Potreblenie jelementov pitaniya rastenijami kukuruzy pri nekornevoj podkormke mikrojelementami / I. A. Buldykova // Nauch. obespechenie agroprom. kompleksa: materialy 4-j Vseros. nauch.-prakt. konf. / KubGAU.– Krasnodar, 2010. – S. 7-9.
2. Buldykova I. A. Rol' mikrojelementov v povyshenii urozhajnosti i kachestva zerna kukuruzy / I. A. Buldykova // Jentuziasty agrar. nauki.- Krasnodar, 2010.- Vyp. №12. – S.84-86.
3. Buldykova I. A., Starodedova A. A. Dinamika sodержaniya azota, fosfora i kaliya v rastenijah kukuruzy pri nekornevoj podkormke mikroudobrenija mikrojelementov v povyshenii urozhajnosti i kachestva zerna kukuruzy / I. A. Buldykova // Jentuziasty agrar. nauki. - Krasnodar, 2011. - Vyp. №13. – S.163-166.
4. Sheudzhen A. H. Mikroudobrenija i reguljatory rosta na posevah risa/ A. H. Sheudzhen, T. N. Bondareva, S. V. Kizinek, A. K. Shhapacev.- Majkop: «Poligraf-JuG», 2010. - 292 s.
5. Sheudzhen A. H., Kurkaev V. T., Kotljarov N. S., Onishhenko L. M. Pitanie i udobrenie zernovyh kul'tur. Kukuruza / A. H. Sheudzhen.- Majkop. 2010.- 20 s.

6. Sheudzhen A. H. Pitanie i udobrenie zernovyh, krupjanyh i zernobobovyh kul'tur. / A. H. Sheudzhen, T. N. Bondareva, L. M. Onishhenko.- Krasnodar: KubGAU,2012.-231s.
7. Sheudzhen A. H. Agrohimicheskie osnovy primenenija udobrenij/
A. H. Sheudzhen, T. N. Bondareva, S. V. Kizinek.- Majkop: «Poligraf-JuG», 2013. - 572 s.