

зы на 7,3...9,4 ц/га (6,3-8,1%). При этом по действию на урожайность изучаемые виды (цинковые и борные) и их формы (минеральная, хелатная, органоминеральная) микроудобрений были равноценны. Содержание питательных веществ, валовой и обменной энергии в зерне кукурузы под влиянием микроудобрений существенно не изменяется, в то время как сбор переваримого протеина повышается на 1,4-1,5 ц/га, а обменной энергии – на 16,1-19,5 ГДж/га.

Summary. It was determined in the field experiments in 2009-2010 that the usage of zinc in dose of 150 g/ha and barium in dose of 50 g/ha in sod-podzolic soil into foliar application of 6-8 leaves phase on agro mineral system increases grain yield of corn on 7.3...9.4 ts/ha (6.3-8.1%). Thus according to the influence on yield the learning species (zinc and barium) and its forms (mineral, chelate, organo-mineral) of trace fertilizer were equal. Nutrient content, gross energy and metabolizable energy in corn grain under the influence of trace fertilizer does not change essentially, while the gathering of digest protein increases in 1.4-1.5 ce/ha and metabolizable energy increases in 16.1-19.5 GJ/ha.

Введение. В настоящее время реализация генетического потенциала гибридов кукурузы в производстве находится на уровне 40% [3]. Увеличить валовые сборы высокопитательного зерна кукурузы можно путем совершенствования технологии возделывания данной культуры, решающим элементом которой является оптимизация минерального питания кукурузы не только по макроэлементам, но и микроэлементам.

Кукуруза относится к культурам, чувствительным к дефициту цинка, меди. Недостаток марганца и бора кукуруза ощущает на произвесткованных почвах [3, 6]. Исследования ряда белорусских ученых [1, 4-5] свидетельствуют о положительном действии цинковых удобрений, применяемых в минеральной (сульфат цинка) и хелатной (Эколист, Адоб) формах в некорневую подкормку, на урожайность зерна кукурузы.

Вместе с тем вопросы сравнительной эффективности различных видов и форм микроудобрений, а также питательная ценность зерна при использовании микроудобрений в интенсивной технологии возделывания кукурузы изучены недостаточно.

Цель работы: изучить влияние различных форм цинковых и борных удобрений на урожайность и питательность зерна кукурузы.

Материал и методика исследований. Исследования были проведены в 2009-2010 гг. в условиях СПК «Прогресс-Вертелички» Гродненского района на дерново-подзолистой связносупесчаной почве, развивающейся на пылеватой супеси. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы представлена в таблице 1. Почва опытного участка характеризуется близкой к нейтральной реакцией среды, высоким содержанием подвижного фосфора, повышенным – подвижного калия, средним – гумуса, подвижного цинка и бора.

УДК 636.15:661.152.(476.6)

ВЛИЯНИЕ ЦИНКОВЫХ И БОРНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПИТАТЕЛЬНОСТЬ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ

В.Н. Емельянова, В.А. Парфиневич, Т.И. Рацкевич

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 12.06.2012 г.)

Аннотация. В полевых опытах, проведенных в 2009-2010 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве, установлено, что применение цинка в дозе 150 г/га и бора в дозе 50 г/га в некорневую подкормку в фазу 6-8 листьев на фоне органоминеральной системы удобрения увеличивает урожайность зерна кукурузы на 7,3...9,4 ц/га (6,3-8,1%). При этом по действию на урожайность изучаемые виды (цинковые и борные) и их формы (минеральная, хелатная, органоминеральная) микроудобрений были равноценны. Содержание питательных веществ, валовой и обменной энергии в зерне кукурузы под влиянием микроудобрений существенно не изменяется, в то время как сбор переваримого протеина повышается на 1,4-1,5 ц/га, а обменной энергии – на 16,1-19,5 ГДж/га.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы опытного участка

Мощность пахотного слоя, см	рН _{ксл}	Гумус, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn	B
			мг/кг			
29-32	6,12-6,14	2,17-2,33	300-315	210-224	3,5-4,1	0,66-0,70

Объектом исследования была кукуруза – среднеранний гибрид Алмаз (ФАО - 190) немецкой селекции (фирма KWS), занесен в Государственный реестр в 2002 году.

Схема опыта:

1. Жидкий навоз (100 т/га) + N₁₀₀₋₅₀ P₆₀ K₁₂₀ – фон;
2. Фон + Zn₁₅₀ (Эколист моно Zn);
3. Фон + Zn₁₅₀ (ZnSO₄);
4. Фон + B₅₀ (Эколист моно B);
5. Фон + B₅₀ (H₃BO₃).

Площадь делянки в опыте составляла 49 м², учетная площадь – 28 м², повторность – четырехкратная. Размещение вариантов в опыте систематическое. Предшественник – зерновые.

Изучение эффективности микроудобрений проводилось на фоне органоминеральной системы удобрения: жидкий навоз (100 т/га) + N₁₀₀₋₅₀P₆₀K₁₂₀. Жидкий навоз, фосфорные (аммофос), калийные (хлористый калий) вносили осенью под зяблевую вспашу. Азотные удобрения (карбамид) применяли дробно: 100 кг/га в основной прием под предпосевную культивацию, 50 кг/га – в поверхностную подкормку в фазу 4-5 листьев.

Доза цинка и бора в опыте составила 150 г/га и 50 г/га соответственно. В качестве микроудобрений использованы минеральные формы сульфат цинка (ZnSO₄·7H₂O, 22% Zn), борная кислота (H₃BO₃, 17% B); хелатная форма: Эколист моно Zn – жидкий концентрат удобрения (в 1 литре содержится 108 г Zn, 81 г N, 51 г S) и органоминеральная форма: Эколист моно B – жидкий концентрат удобрения (в 1 литре содержится 150 г B). Производителем удобрений Эколист является фирма «Эколист» (Польша). Удобрения включены в Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь.

Микроудобрения вносили в фазу 6-8 листьев кукурузы в прикорневую подкормку с помощью ранцевого опрыскивателя. Расход рабочего раствора – 300 л/га.

Кукуруза в опыте возделывалась по интенсивной технологии, принятой в хозяйстве. Норма высева семян – 100 тыс./га, густота стояния растений в опыте составляла 85 тыс./га. Для борьбы с сорняками до всходов кукурузы использовали почвенный гербицид Примэстра голд – 3 л/га.

Учет урожая зерна кукурузы проводили поделочно вручную в фазу полной спелости при влажности зерна 34-38%. При этом с учетной площади делянки убрали все початки, их взвешивали. Затем с каждой делянки отбирали по 50 початков, их взвешивали, обмолачивали и определяли выход зерна.

В зерне определяли содержание влаги весовым методом; золы – методом озоления; сырого протеина – по методу Кьельдаля определяли общий азот, содержание азота умножали на коэффициент 6,25; сырой клетчатки – по методу Ганнеберга и Штомана; сырого жира – по методу Рушковского.

Содержание переваримого протеина в зерне кукурузы рассчитывали по следующей формуле:

$$ПП = 0,77 \times СП,$$

где ПП – содержание переваримого протеина в зерне, г/кг сухого вещества;

СП – содержание сырого протеина в зерне, г/кг сухого вещества;

0,77 – коэффициент переваримости.

Количество валовой энергии в зерне кукурузы рассчитывали по формуле [2].

$$ВЭ = СП \times K_1(24) + СЖ \times K_2(40) + СК \times K_3(20) + СБЭВ \times K_4(17,5),$$

где ВЭ – валовая энергия, МДж/кг сухого вещества;

СП – содержание сырого протеина, г/кг сухого вещества;

СЖ – содержание сырого жира, г/кг сухого вещества;

СК – содержание сырой клетчатки, г/кг сухого вещества;

СБЭВ – содержание сырых безазотистых экстрактивных веществ, г/кг сухого вещества;

K₁, K₂, K₃, K₄ – энергетические коэффициенты питательных веществ корма, %.

Содержание обменной энергии рассчитывали по формуле Аксельсона в модификации Н.Г. Григорьева, Н.П. Волкова [2]:

$$ОЭ = 0,73 \times ВЭ \times (1 - СК \times 1,05),$$

где ОЭ – содержание обменной энергии, МДж/кг сухого вещества;

ВЭ – содержание валовой энергии, МДж/кг сухого вещества;

1-СК×1,05 – коэффициент, отражающий понижающее действие клетчатки на энергетическую ценность корма;

0,73 – коэффициент обменности.

Математическая обработка данных по урожайности зерна кукурузы проводилась дисперсионным методом (программа на ПЭВМ).

Наиболее благоприятным годом по погодным условиям для возделывания кукурузы был 2010 год, так как период вегетации отличался высокими температурами, необходимыми для роста и развития кукурузы.

зы. Недостаток влаги в июле месяце не оказал существенного негативного влияния на растения кукурузы.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о высоком уровне урожайности зерна среднераннего гибрида Алмаз при возделывании его по интенсивной технологии на фоне органоминеральной системы удобрения - 100 т/га жидкого навоза + N₁₅₀ P₆₀ K₁₂₀ (таблица 2). При этом урожайность зерна кукурузы определялась погодными условиями. Так, в течение 2010 году урожайность зерна кукурузы на фоновом варианте была выше и составила 119,0 ц/га, в то время как в 2009 году - 112,9 ц/га.

Таблица 2 - Влияние микроудобрений на урожайность зерна кукурузы

Вариант	2009г.			2010г.			Среднее		
	урожайность, ц/га	прибавка		урожайность, ц/га	прибавка		урожайность, ц/га	прибавка	
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
1. Жидкий навоз (100 т/га) + N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₂₀ - фон	112,9	-	-	119,0	-	-	115,9	-	-
2. Фон + Zn ₁₅₀ (Эколист моно Zn)	121,9	9,0	8,1	128,7	9,7	8,2	125,3	9,4	8,1
3. Фон + Zn ₁₅₀ (ZnSO ₄)	120,0	7,1	6,4	126,3	7,3	6,1	123,2	7,3	6,3
4. Фон + B ₃₀ (Эколист моно B)	123,3	10,4	9,3	126,3	7,3	6,1	124,8	8,9	7,7
5. Фон + B ₃₀ (H ₃ BO ₃)	121,6	8,7	7,8	125,0	6,0	5,0	123,3	7,4	6,4
НСР ₀₅		6,1			4,8				

Примечание. Урожайность зерна кукурузы представлена при влажности 14%.

В опытах также отмечена и высокая эффективность цинковых и борных удобрений, применяемых под кукурузу на дерново-подзолистой супесчаной почве, характеризующейся средним содержанием подвижного цинка и бора. Применение цинковых удобрений в минеральной (ZnSO₄) и хелатной (Эколист моно Zn) формах в дозе 150 г/га д.в. некорневую подкормку в фазу 6-8 листьев увеличивало урожайность зерна кукурузы в оба года исследований. При этом эффект от применения цинковых удобрений был практически одинаков. Так, прибавка зерна кукурузы от некорневой подкормки цинком в 2009 году составила 7,1...9,0 ц/га, а в 2010 году - 7,3...9,7 ц/га.

Не установлено существенных различий в действии форм цинковых удобрений на урожайность зерна кукурузы. Можно лишь отметить тенденцию к увеличению прибавки урожайности зерна кукурузы при использовании хелатной формы цинкового удобрения Эколист моно Zn.

При этом не отмечено существенных различий во влиянии органоминеральной (Эколист моно B) и минеральной (H₃BO₃) форм борных удобрений. Применение органоминеральной формы борных удобрений способствовало увеличению урожайности на 7,3...10,4 ц/га, а борной кислоты - на 6,0...8,7 ц/га. Как и в случае с цинковыми удобрениями эти данные свидетельствуют только о тенденции к повышению прибавки зерна кукурузы на варианте с использованием органоминеральной формы борных удобрений по сравнению с внесением минеральной формы (H₃BO₃).

В целом можно отметить равноценное положительное действие всех форм цинковых и борных удобрений на урожайность зерна кукурузы. В среднем за 2 года под влиянием микроудобрений урожайность зерна кукурузы увеличивалась на 7,3...9,4 ц/га, что составило 6,3...8,1% по сравнению с фоном. Этот эффект от микроудобрений, очевидно, обусловлен недостаточным содержанием (средним) цинка и бора в почве, а также высокой урожайностью, а вместе с тем и высоким выносом этих микроэлементов с урожаем.

Проанализировав данные таблицы 3, можно сделать вывод о том, что внесение микроудобрений не оказывало влияние на количество вызревших початков на одном растении. У кукурузы на всех вариантах сформировалось по одному початку. При этом внесение цинковых и борных удобрений способствовало увеличению массы початка на 8...13 г, количества зерен в початке - на 5-14 штук, массы зерен в початке - на 8...10 г, массы 1000 зерен - на 10...11 г по сравнению с фоном. Следовательно, увеличение урожайности зерна кукурузы происходило за счет вышеуказанных показателей структуры урожая зерна культуры.

Таблица 3 - Структура урожая зерна кукурузы при использовании микроудобрений, среднее за 2009-2010 гг.

Вариант	Количество вызревших початков на 1 растении, шт.	Масса початка, г	Количество зерен в 1 початке, шт.	Масса зерна с 1 початка, г	Масса 1000 зерен, г
1. Фон	1	171	499	137	274
2. Фон + Zn ₁₅₀ (Эколист моно Zn)	1	181	507	145	285
3. Фон + Zn ₁₅₀ (ZnSO ₄)	1	179	512	145	284
4. Фон + B ₃₀ (Эколист моно B)	1	183	513	147	285
5. Фон + B ₃₀ (H ₃ BO ₃)	1	181	501	145	284

При оценке качества зерна кукурузы в работе учитывалось содержание основных питательных веществ, характеризующих питательную ценность корма согласно зоотехническим требованиям: сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка, сырые безазотистые экстрактив-

ные вещества (СБЭВ), к последним относятся в основном сахара и крахмал, а также глюкозиды, инсулин, лектин, гемицеллюлоза, органические кислоты и другие вещества.

Результаты исследований показывают, что в зерне кукурузы, сформированном на фоне органоминеральной системы удобрения, содержится 10,2% сырого протеина, 4,7% сырого жира, 2,7% сырой клетчатки и 72% сырых безазотистых экстрактивных веществ (таблица 4).

Таблица 4 - Содержание питательных веществ и энергии в зерне кукурузы в зависимости от применения микроудобрений, среднее за 2009-2010 гг.

Вариант	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	Сырые БЭВ	Валовая энергия	Обменная энергия	Переваримый протеин, г/кг СВ
	%				МДж/кг СВ		
1. Жидкий навоз (100 т/га) + N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₂₀ - фон	10,2	4,7	2,7	72,0	17,46	12,39	78,5
2. Фон + Zn ₁₅₀ (Эколист моно Zn)	10,5	4,4	2,8	72,0	17,41	12,36	81,1
3. Фон + Zn ₁₅₀ (ZnSO ₄)	10,7	4,7	2,8	71,3	17,46	12,40	82,6
4. Фон + B ₆₀ (Эколист моно B)	10,5	4,4	2,7	72,1	17,47	12,40	81,1
5. Фон + B ₆₀ (H ₃ BO ₃)	10,5	4,4	2,7	71,8	17,40	12,36	80,9
НСР ₀₅ (2009-2010 гг.)	0,5-0,6	0,4-0,4	0,2-0,3				

Эти данные свидетельствуют о том, что зерно кукурузы богато углеводами (БЭВ), но бедно по сравнению с другими зерновыми культурами сырым протеином, в нем содержится мало клетчатки.

Содержание переваримого протеина составило 78,5 г/кг сухого вещества зерна, что выше нормативного содержания переваримого протеина в 1 кг сухого вещества зерна кукурузы (75 г).

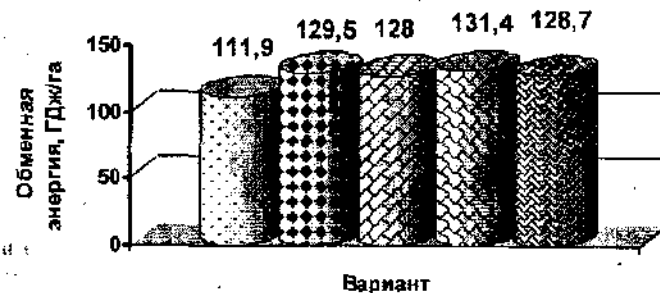
Применение микроудобрений не оказывало существенного влияния на содержание питательных веществ (сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки и сырых БЭВ), а также переваримого протеина. Как тенденцию к увеличению можно охарактеризовать повышение содержания сырого и переваримого протеина под действием всех видов и форм микроудобрений. В настоящее время мировое признание получила биоэнергетическая оценка питательности кормов, позволяющая измерить их питательность по величине обменной энергии (ОЭ) - части валовой энергии (ВЭ) корма, которая используется животными для осуществления процессов жизнедеятельности. Энергетическая кормовая единица (ЭКЕ) соответствует 10,5 МДж ОЭ.

ИЗВЕЩЕНИЕ

А. В. В. В. В.

В нашей работе для оценки питательности зерна кукурузы мы использовали энергетические ее показатели (ВЭ и ОЭ). Содержание обменной энергии в зерне кукурузы на фоне фона составило 12,39 МДж/кг сухого вещества (СВ). Эта величина свидетельствует о высокой (12-13 МДж/кг СВ) энергетической питательности зерна кукурузы и соответствует нормативному показателю питательности зерна кукурузы - 1,18 ЭКЕ. Данные исследований свидетельствуют о том, что применение микроудобрений существенно не отразилось на содержании валовой и обменной энергии в 1 кг сухого вещества (СВ) зерна кукурузы, оно оставалось на уровне фонового варианта.

Вместе с тем сбор переваримого протеина и обменной энергии с 1 гектара был выше при использовании микроудобрений, что обусловлено большей урожайностью на вариантах с микроудобрениями (рисунки 1, 2).



- Фон
- Фон + Zn (Эколист моно Zn)
- ▨ Фон + Zn (ZnSO₄)
- ▩ Фон + B (Эколист моно B)
- ▧ Фон + B (H₃BO₃)

Рисунок 1 - Влияние микроудобрений на сбор обменной энергии, ГДж/га

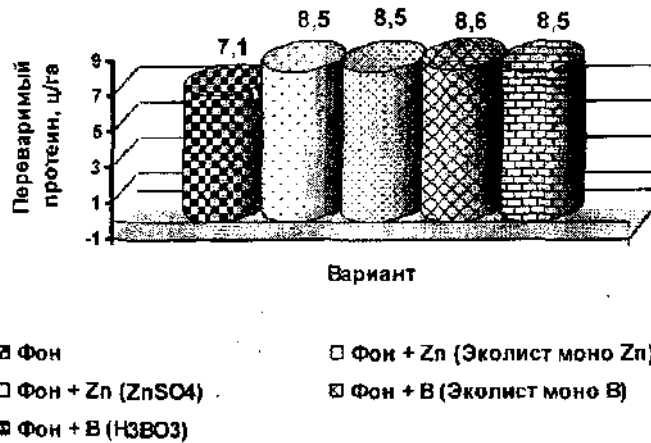


Рисунок 2 – Влияние микроудобрений на сбор переваримого протеина ц/га

Применение цинковых и борных удобрений повышало сбор переваримого протеина на 1,4...1,5 ц/га, а обменной энергии – на 16,1...19,5 ГДж/га. Таким образом, применение медных и борных удобрений как в минеральной, так и хелатной, органоминеральной формах обеспечивает повышение не только урожайности зерна кукурузы, но и сбора переваримого протеина и обменной энергии с одного гектара.

Заключение. Применение цинка в дозе 150 г/га и бора в дозе 50 г/га в минеральной (ZnSO₄, H₃BO₃), хелатной (Эколист моно Zn) и органоминеральной (Эколист моно B) формах в некорневую подкормку в фазу 6-8 листьев на фоне – жидкий навоз (100 т/га) + N₁₅₀P₆₀K₁₂₀ при возделывании кукурузы на зерно на дерново-подзолистой супесчаной почве со средним содержанием цинка и бора увеличивает урожайность зерна на 7,3...9,4 ц/га (6,3...8,1%).

Борные и цинковые удобрения, используемые в минеральной (ZnSO₄, H₃BO₃), хелатной (Эколист моно Zn) и органоминеральной (Эколист моно B) формах, по действию на урожайность зерна кукурузы были равноценны.

Питательная ценность зерна кукурузы: содержание питательных веществ (сырой протеин, сырой жир, сырая клетчатка, сырые БЭВ) валовой и обменной энергии под влиянием микроудобрений существенно не изменяется. В то же время внесение цинковых и борных

удобрений повышает сбор переваримого протеина на 1,4...1,5 ц/га, обменной энергии – на 16,1-19,5 ГДж/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болондз, А.В. Эффективность цинковых удобрений в зависимости от системы питания кукурузы, возделываемой на зерно / А.В. Болондз // Актуальные проблемы агрономии и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции / УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». - Горки: УО «БГСХА», 2006. - ч. 1: Биологические основы адаптивного растениеводства. - С.120-123.
2. Витковский, Г.В. Определение энергетической питательности кормов (для жвачных животных), получаемых с пахотных земель, сенокосов и пастбищ / Г.В. Витковский [и др.]. - Гродно, 2008. - 17с.
3. Надточаев, Н.Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н.Ф. Надточаев // Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. - Минск: ИВЦ Минфина, 2008. - 412с.
4. Песковский, Г.А. Удобрения Эколист эффективны на кукурузе / Г.А. Песковский // Белорусское сельское хозяйство. - 2006. - № 5. - 33с.
5. Кляусова, Ю.В. Влияние некорневой подкормки цинком, йодом и селеном на урожайность и микроэлементный состав зеленой массы и зерна кукурузы / Ю.В. Кляусова, М.В. Рак // Почвоведение и агрохимия. - 2009. - №1. - С.188-195.
6. Лапа, В.В. Применение макро- и микроудобрений в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / В.В. Лапа [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. - 2009. - № 4. - С.40-44.