

7. Чухлебова Н. С. Пути решения проблемы растительного белка на малопродуктивных почвах Ставрополья / Н. С. Чухлебова, Л. М. Бугинова // Актуальные вопросы экологии и природопользования: Междунар. науч.-практич. конф. – Ставрополь, 2005. – С. 146-149.

8. Чухлебова Н. С. Химический состав и кормовая ценность донника на Ставрополье / Н. С. Чухлебова // Перспективы развития науки и образования: Междунар. науч.-практ. конф. – Москва, 2014. АР-Консалт, – Ч. IV. – С. 116–118.

9. Чухлебова Н.С. Особенности роста и развития сортообразцов коллекции донника в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Н. С. Чухлебова, А. С. Голубь // Физико-технические проблемы создания новых технологий в Агропромышленном комплексе: междуна. науч.- практ. конф., – Ставрополь, 2013. – С. 189–192.

УДК631.811.98

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОУДОБРЕНИЙ, БИОПРЕПАРАТОВ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ

Цыганова Анна Александровна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белорусский национальный технический университет, Республика Беларусь г. Минск, anna-1981-81@mail.ru

Бельская Галина Владимировна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белорусский национальный технический университет, Республика Беларусь, г. Минск, gbelskaja@mail.ru

Для получения урожайности зеленой массы кукурузы 650–672 ц/га (132,0–134,4 ц/га сухого вещества) рекомендуется применение некорневой подкормки сернокислым цинком в дозе 100 г/га, а также использование регуляторов роста эмистима С в дозе 10 мл/га или эпина в дозе 20 мг/га в фазе 8–10 листьев на фоне 40 т/га навоза + N₉₀P₇₀K₁₂₀.

Ключевые слова: кукуруза, микроудобрения, бактериальные препараты, регуляторы роста, урожайность, качество, экономическая эффективность

EFFECTIVENESS OF MICRO-FERTILIZERS, BIO-PREPARATIONS AND GROWTH REGULATORS IN THE PROCESS OF CORN CULTIVATION

Thyganova A. A., Belskaya G. V.

To get a corn green mass of 650–672 centners per ha (132,0–134,4 centners per ha of dry matter) it is recommended to apply non-root feeding with zink sulphate in the dose of 100gr/ha as well as the application of growth stimulator emistim C in the dose of 10 mlr/ha or epine at the stage of 8–10 leaves at the background of 40 t/ha of manure and N₉₀P₇₀K₁₂₀.

Keywords: corn, micro-fertilizers, bacterial preparations, growth regulators, yields, quality, economic effectiveness.

Введение. В связи с резким обострением экономических, энергетических и экологических проблем разработка наиболее рациональной системы удобрения сельскохозяйственных культур является первостепенной задачей, в решении которой особое значение имеет комплексное применение удобрений, биопрепаратов и регуляторов роста растений. Получение высоких урожаев кукурузы достигается применением повышенных доз азотных удобрений. Но их производство связано с большими экономическими и энергетическими затратами, а масштабное применение ведет к экологическим проблемам. Подбор и применение наиболее эффективных ассоциативных азотфиксаторов позволяет заменить часть минерального азота дешевым и безвредным биологическим

Вторым элементом питания по значимости в повышении урожайности озимой ржи и кукурузы является фосфор. Удорожание импортируемого фосфорного сырья и сокращение производства фосфорсодержащих удобрений в Беларуси, значительное повышение их стоимости привело к снижению потребления фосфорных удобрений почти в три раза, что, несомненно, вызывает большой недобор урожая. Уменьшение дефицита фосфора может быть достигнуто

микробиологической фосфатмобилизацией, переводящей труднорастворимые фосфаты почвы в доступную форму и позволяющей значительно снизить дозы фосфорных удобрений под сельскохозяйственные культуры [1, 4].

При достигнутом уровне плодородия почв регулярном снижении почвенной кислотности внесением известковых материалов особенно актуальной для получения сбалансированной по белку и микроэлементам сельскохозяйственной продукции стала проблема оптимизации питания растений микроэлементами и снижения себестоимости их применения.

В связи с интенсификацией растениеводства значительно возросла роль регуляторов роста, повышающих эффективность применения удобрений, стрессоустойчивость сельскохозяйственных культур [1, 2, 3]. Для кукурузы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве впервые установлено действие применения diaзотрофных биопрепаратов ризобактерина и азобактерина, фосфатмобилизующего биопрепарата фитостимофоса, регуляторов роста нового поколения зеастимулина, эмистима С и эпина, комплексного микроудобрения «Миком» на продукционные процессы, урожайность и качество кукурузы, что дало возможность разработать высокоэффективную систему удобрения этой культуры, обеспечивающей урожайность 650–672 ц/га зеленой массы (132–134,4 ц/га сухого вещества).

Условия и методика исследований. Исследования проводились на дерново-подзолистой среднекультуренной почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком, с индексом агрохимической окультуренности по годам 0,61–0,75, на опытном поле БГСХА «Гушково» в полевых опытах в Горьком районе могилевской области. Инокуляцию семян кукурузы (гибрид Молдавский 257 СВ) ризобактерином и фитостимофосом производили из расчета 200 мл на гектарную порцию семян, азобактерином – 250 г и 1 л прилипателя (2 %-ый раствор NaKMЦ). Инокуляцию семян кукурузы (гибрид Молдавский 257 СВ) ризобактерином и фитостимофосом производили из расчета 200 мл на гектарную порцию семян, азобактерином – 250 г и 1 л прилипателя (2 %-ый раствор NaKMЦ). В некорневых подкормках использовали 100 г/га сернокислого цинка и препарата «Миком» в дозе 2,5 л/га в фазе 8–10 листьев на фоне 40 т/га навоза + N₉₀P₇₀K₁₂₀. В этой же фазе применяли регуляторы роста зеастимулин, эмистим С в дозе 10 мл/га, эпин – 20 мг/га на 250 л воды на фоне 40 т/га навоза + N₉₀P₇₀K₁₂₀. Общая площадь делянки во всех опытах – 54 м², учетная 43,8 м², повторность четырехкратная.

Учеты, анализы и наблюдения проведены по общепринятым методикам в соответствии с ГОСТ и ОСТ. Основные экспериментальные данные обработаны дисперсионным и корреляционно-регрессионным анализом на персональном компьютере. В опытах применялись карбамид (46 % N), КАС (30 % N), аммонизированный суперфосфат (8 % N и 30 % P₂O₅), хлористый калий (60 % K₂O), подстилочный навоз КРС (N 0,45–0,56, P₂O₅ 0,21–0,25 % и K₂O 0,58–0,63 %).

Результаты исследований. Некорневая подкормка кукурузы цинком в среднем за три года увеличивала в фазе появления метелок потребление азота на 13,5 г (10,8 %), фосфора – на 5,0 г (10,1 %), калия – на 16,7 г (9,4 %). Внесение препарата «Миком» обеспечило по сравнению с фоном увеличение потребления в этой же фазе: азота – на 4,8 г (4,1 %), фосфора – на 3,7 г (7,7 %) на 100 сухих растений. Биопрепарат ризобактерин увеличил потребление азота на 27,8 г (15,3 %) в фазе молочной спелости, азобактерин на 17,4 г (14,9 %) – азота и на 13,4 г (8,7 %) – калия при появлении метелок. Регулятор роста зеастимулин увеличивал потребление растениями кукурузы в фазе появления метелок азота на 3,8 г (3,3 %), фосфора – на 6,5 г (12,8 %), калия – на 21,4 г (11,8 %). Эмистим С повысил потребление азота в этой фазе на 33,6 г (23,1 %), а калия в молочную спелость – на 28,6 г (12,6 %). Применение эпина увеличило потребление в фазе появления метелок азота на 32,1 г (22,3 %), фосфора – на 6,7 г (13,0 %), а в молочную спелость – фосфора на 7,9 г (8,4 %), калия на 18,7 г на 100 сухих растений (8,6 %).

Инокуляция семян кукурузы биопрепаратами ризобактерином и азобактерином, обработка посевов регуляторами роста эпином, эмистимом и зеастимулином, микроудобрениями сернокислым цинком и препаратом «Миком» способствовали более интенсивному линейному росту растений кукурузы и накоплению биомассы. Наибольшая биомасса кукурузы к фазе мо-

лочной спелости была в вариантах с применением регуляторов роста, цинка, препарата «Миком». Варианты, где более интенсивно накапливалась биомасса, формировали и более высокую урожайность.

Высокоэффективным для повышения урожайности кукурузы оказалось использование микроудобрений (таблица 1). Средняя прибавка от внесения цинка составила 47 ц/га зеленой массы, и при этом на 17 кг зеленой массы повысилась окупаемость 1 кг NPK. Практически такой же результат получен от применения препарата «Миком». Использование этих удобрений на фоне 40 т/га навоза и внесения N₉₀P₇₀K₁₂₀ обеспечило получение в среднем за три года самой высокой урожайности зеленой массы (672 и 671 ц/га).

При инокуляции семян кукурузы ризобактерином в среднем за три года получено дополнительно 28 ц/га зеленой массы. Окупаемость повысилась на 17 кг. Азобактерин обеспечил также ежегодную, но несколько меньшую прибавку урожая зеленой массы. Неэффективным оказалось применение фитостимофоса.

Устойчивым по годам оказалось повышение урожая зеленой массы кукурузы от применения регуляторов роста. Обработка растений кукурузы раствором зеастимулина повысила в среднем за 3 года урожайность зеленой массы на 43 ц/га, окупаемость 1 кг NPK – на 15 кг. Применение эмистима С и эпина обеспечило одинаковую среднюю прибавку урожайности зеленой массы кукурузы в 35 ц/га.

Таблица 1. Влияние удобрений, биопрепаратов и регуляторов роста растений на урожайность кукурузы

Варианты опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг зеленой массы
1. Навоз 40 т/га – фон (контроль)	399	-	-
2. Фон + N ₁₇ P ₇₀ K ₉₀	519	120	68
3. Фон + N ₆₀ K ₉₀	583	184	123
4. Фон + N ₆₀ P ₇₀ K ₉₀	601	202	92
5. Фон + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	625	226	81
6. Фон + N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₂₀	666	267	86
7. Фон + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀	656	257	83
8. Фон + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + Zn	672	273	98
9. Фон + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + «Миком»	671	272	97
10. Фон + N ₆₀ P ₇₀ K ₉₀ + ризобактерин	629	230	109
11. Фон + N ₆₀ P ₇₀ K ₉₀ + азобактерин	616	217	99
12. Фон + N ₆₀ K ₉₀ + фитостимофос	589	190	127
13. Фон + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + зеастимулин	668	269	96
14. Фон + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + эмистим	660	261	93
15. Фон + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + эпин	653	254	91
НСР ₀₅	9,3	-	-

Кормовые качества кукурузы в решающей степени определяются количеством сухого вещества, выходом кормовых единиц и энергетической ценностью корма (таблица 1, 2).

Использование сернокислого цинка и комплексного микроудобрения «Микома» дало в среднем за 3 года одинаковый эффект. Сбор сухой массы от их применения на фоне 40 т/га навоза + N₉₀P₇₀K₁₂₀ увеличился на 11 ц/га, выход кормовых единиц – на 9,4 ц/га, окупаемость 1 кг NPK на 3,4 кг к. ед., содержание энергии в сухом веществе – на 20659 МДж/га. В этих вариантах было наибольшее содержание общей энергии 306516 МДж/га в сухом веществе.

От применения биопрепарата ризобактерина на фоне 40 т/га навоза + N₆₀P₇₀K₉₀ сбор сухой массы в среднем за 3 года увеличился на 7 ц/га, выход кормовых единиц на 5,6 ц/га, окупаемость 1 кг NPK к. ед. – на 2,6 кг, содержание энергии – на 13083 МДж/га. Азобактерин оказался менее эффективным.

Из регуляторов роста самым эффективным оказался зеастимулин. На фоне 40 т/га навоза + N₉₀P₇₀K₁₂₀ его применение увеличило сбор сухой массы на 10 ц/га, выход кормовых единиц на 8,6 ц/га, окупаемость 1 кг NPK – на 3,1 кг к. ед., содержание энергии в корме – на 18690 МДж/га. Использование эмистима С и эпина оказалось также достаточно эффективным и по-

казало одинаковый результат: сбор сухой массы увеличился на 8 ц/га, выход кормовых единиц на 7 ц/га, окупаемость 1 кг НРК – на 2,5 кг к. ед., содержание энергии – на 14952 МДж/га.

При использовании комплексного микроудобрения «Миком» содержание сырого протеина в кукурузной массе возросло в среднем за три года на 1,1 %, а его сбор на 2,8 ц/га. Использование азобактерина увеличило сбор сырого протеина на 1 ц/га и переваримого протеина на 0,5 ц/га. Обработка семян фитостимифосом не оказала положительного влияния на содержание сырого протеина в зеленой массе кукурузы.

Таблица 2. Влияние удобрений, биопрепаратов и регуляторов роста на качество урожая кукурузы

Варианты опыта	Сырой протеин, %	Сбор сырого протеина, ц/га	Сбор переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность к.ед. г переваримого протеина	Содержание общей энергии в сухом веществе, МДж/га
1. Навоз 40 т/га + фон (контроль)	7,6	7,5	4,3	53,8	181293
2. Фон + N ₁₇ P ₇₀ K ₉₀	8,2	10,8	6,2	59,7	237363
3. Фон + N ₆₀ K ₉₀	9,1	13,4	7,7	66,0	265398
4. Фон + N ₆₀ P ₇₀ K ₉₀	8,8	13,3	7,6	63,2	272874
5. Фон + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	8,8	14,0	8,0	64,0	285957
6. Фон + N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₂₀	9,2	15,5	8,8	66,0	304647
7. Фон + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₃₀	9,0	15,1	8,6	65,5	299040
8. Фон + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + Zn	9,3	15,9	9,0	70,0	306516
9. Фон + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + «Миком»	9,9	16,8	9,6	71,5	306516
10. Фон + N ₆₀ P ₇₀ K ₉₀ + ризобактерин	9,0	14,3	8,2	65,2	285957
11. Фон + N ₆₀ P ₇₀ K ₉₀ + азобактерин	9,2	14,3	8,1	65,7	280350
12. Фон + N ₆₀ K ₉₀ + фитостимифос	8,3	12,3	7,0	59,4	269136
13. Фон + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + зеастимулин	9,0	15,3	8,7	65,1	304647
14. Фон + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + эмистим С	10,2	17,0	9,7	73,5	300909
15. Фон + N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀ + эпип	10,1	16,8	9,5	72,0	300909
НСР ₀₅	0,4	-	-	-	-

Из регуляторов роста на увеличение содержания и сбора протеина наибольшее влияние оказали эмистим С и эпип. При использовании эмистима С содержание сырого протеина повысилось на 1,4 %, сбор сырого протеина на 3,0 ц/га, переваримого протеина на 1,7 ц/га. При применении комплексного микроудобрения «Миком», регуляторов роста эмистима и эпипа получен максимальный сбор переваримого протеина 9,6; 9,7 и 9,5 ц/га. Важным показателем качества кормов является обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином. Кукурузный корм не сбалансирован по этому показателю. В связи с этим большое значение имеют приемы позволяющие увеличить обеспеченность кормовой единицы количеством переваримого протеина. Положительное влияние на увеличение обеспеченности кормовой единицы граммами переваримого протеина оказало применение азотных удобрений и регуляторов роста. Максимальная обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином была в вариантах с применением регуляторов роста эпипа и агростимулина на фоне 40 т/га навоза + N₉₀P₇₀K₁₂₀, которая составила 72,0 и 73,5 грамма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдонин Н.С. Почвы, удобрение и качество растениеводческой продукции. – М.: Колос, 1978. – 302 с.
2. Белюченко И. С. Динамика органического вещества и проблемы его трансформации в почвах агроландшафта степной зоны края / И. С. Белюченко, В. Н. Гукалов, О. А. Мельник // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2007. – Т. 3. – № 1. – С. 5–17.
3. Биологическая фиксация азота / под. Ред. В. К. Шумного. – Новосибирск, 1991. – С. 27.
4. Регуляторы роста и развития растений: V Междунар. конф. // Агрехимия. – 2000. – № 1. – С. 92–96.