

INFLUENCE OF SELENIUM ON PRODUCTIVITY AND SELENIUM ACCUMULATION IN HAY OF THE LONG-TERM CEREAL GRASSES CULTIVATED ON LUVISOL LOAMY SAND SOIL WITH DIFFERENT LEVELS OF ACIDITY

S.E. Golovaty, Z.S. Kovalevitch, N.K. Lukashenko, I.A. Efimova, N.V.Sidoreiko

Summary

Application of sodium selenit in dernovo-podsolic soil with the low maintenance of selenium (30-40 mkg/kg of soil) before crops of cereal grasses is effective way of selenium. The selenium content at optimum level for forages in hay hedgehogs of a national team (101,8-167,6 mkg/kg) and hay timothy grass (110,7-134,4 mkg/kg) was reached in the first hay crop in the first year of using at doses 200 and 300 g Se/he, in the second hay crop – only in hay hedgehogs of a national team at a dose 300 g Se/he. In the second year of using of grasses at doses 100-300 g Se/he the selenium maintenance in hay of grasses did not reach an optimum level, but was above background on the average in 1,6-3,5 times that is very significant for selenodeficiency zones.

Поступила 9 февраля 2011 г.

УДК 631.81.095.337:633.15

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ
В ХЕЛАТНОЙ ФОРМЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ**

О.И. Мишура

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Кукуруза в Республике Беларусь является важной кормовой культурой. В 2006-2009 гг. она возделывалась на площади 663 тыс. га [1].

В настоящее время проблема оптимизации питания растений микроэлементами особенно актуальна. Ее значимость определяется дефицитом белка и микроэлементов в урожае. В связи с этим большое значение имеет оценка микроэлементного состава растениеводческой продукции, установление оптимальных доз и способов внесения микроэлементов, обеспечивающих повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур [2, 3, 4, 5].

В последнее время наряду с простыми солями стали широко применяться органно-минеральные и хелатные соединения микроэлементов. Комплексанаты металлов поступают в растения из почвы и через листья без изменений, и только в растении происходит их разрушение и переход микроэлементов в метаболиты растительных тканей. Внесение микроудобрений в виде комплексанатов, как показали исследования, повышает урожайность зерновых культур на 10-23% по сравнению с простыми солями [6]. Выпускаются также комплексные препараты,

которые помимо микроэлементов содержат различные биологически активные вещества, ферменты, макроэлементы (азот, магний и др.) [7].

Целью исследования было изучения действия новых одно- и многокомпонентных микроудобрений на урожайность и качество кукурузы.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИИ

Исследования с кукурузой гибрид Бемо 182 проводились в 2008-2009гг. на опытном поле "Тушково" учебно-опытного хозяйства УО "БГСХА", на дерново-подзолистой почве, среднеоккультуренной, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. Почва опытного участка имела слабокислую реакцию почвенной среды (pH_{KCL} 5,7-5,8), недостаточное содержание гумуса (1,70-1,71%), повышенное содержание подвижного фосфора (186-202 мг/кг), среднее и повышенное – подвижного калия (197-213 мг/кг).

Общая площадь делянки – 36 м², учетная – 24,7 м², повторность – четырехкратная. Норма высева семян кукурузы – 110 тыс./га. Способы учета урожая сплошной, поделяночный.

В опытах с кукурузой из минеральных удобрений использовались карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий. Из комплексных микроудобрений применялись Витамар в дозе 1 л/га, состоящий из следующих компонентов: MgSO₄·7H₂O – 220 г, H₃BO₃ – 20 г, ZnSO₄·7H₂O – 20 г, MnSO₄·4H₂O – 120 г, CuSO₄·5H₂O – 260 г, (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O – 10 г, FeSO₄·7H₂O – 120 г, соль Мора (NH₄)₂SO₄·FeSO₄·6H₂O – 10 г, гуматы – 50 мл. Применялось также комплексное микроудобрение фирмы "Адоб" Басфолиар 36 экстра (N – 36,3%, MgO – 4,3%, Mn – 1,34%, Cu – 0,27%, FeO – 0,03%, B – 0,003%, Zn – 0,013%, Mo – 0,01%) в дозе 4 л/га. Кроме того, использовался цинк в форме Адоб Zn (жидкий концентрат удобрения, содержащий 62% цинка в хелатной форме (в 1 л 62 г Zn), 9% – азота и 3% – магния в дозе 2 л/га. Некорневую обработку микроэлементами проводили в фазу 6-8 листьев.

Определение агрохимических показателей почвы и качества урожая кукурузы проводилось по общепринятым методикам в соответствии ГОСТ и ОСТ.

Экономическая эффективность применения удобрений рассчитывалась по методике разработанной Институтом почвоведения и агрохимии [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИИ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Самая низкая урожайность зеленой массы кукурузы в среднем за 2008-2009 гг. была в варианте без внесения удобрений (табл. 1).

Внесение P₆₀K₁₀₀ на фоне небольшой дозы азота N₁₆ повышало урожайность зеленой массы на 117 ц/га. Применение P₆₀ на фоне N₉₀K₁₀₀ увеличивало урожайность зеленой массы кукурузы на 42 ц/га. Внесение высоких доз минеральных удобрений N₁₂₀P₉₀K₁₅₀ + N₃₀ не способствовало повышению урожайности зеленой массы кукурузы по сравнению с вариантом N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀. Эффективным было применение комплексных микроудобрений Басфолиара и Витамара. На фоне N₉₀P₇₀K₁₂₀ + N₃₀ урожайность зеленой массы при применении Витамара возрастала на 73 ц/га, а Басфолиара на фоне N₁₂₀P₉₀K₁₅₀ + N₃₀ – на 41 ц/га. Максимальная уро-

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

жайность зеленой массы кукурузы в среднем за 2008-2009гг. в пределах 617-623 ц/га была получена в вариантах $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ + Адоб Zn, $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$ + Адоб Zn, $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$ + Басфолиар 36 экстра.

Самая высокая окупаемость 1 кг NPK зеленой массы кукурузы (100,3 кг) была получена при применении $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ + Адоб Zn (табл. 1). Применение микроудобрений увеличивало сбор к.ед. зеленой массы кукурузы.

Таблица 1

Влияние макро- и микроудобрений на урожайность зеленой массы кукурузы

Вариант опыта	Урожайность зеленой массы ц/га			Сухое вещество, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK кг зеленой массы	Сбор к.ед., ц/га
	2008 г.	2009 г.	Среднее за 2 года			
1. Без удобрений	225	387	306	74,8	-	61,2
2. $N_{16}P_{60}K_{100}$	311	535	423	103,4	66,5	84,6
3. $N_{60}K_{100}$	374	619	496	121,5	100,0	99,3
4. $N_{90}P_{60}K_{100}$	420	656	538	131,5	92,8	107,6
5. $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$	447	708	578	141,2	87,7	115,5
6. $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ + Адоб Zn	496	727	617	149,6	100,3	123,4
7. $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ + Витамар	469	725	611	146,0	98,4	119,4
8. $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$	432	732	582	142,3	70,8	116,4
9. $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$ + Адоб Zn	488	746	617	150,9	79,7	123,4
10. $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$ + Басфолиар 36 экстра	495	750	623	155,8	81,3	124,5
НСР ₀₅	20,0	17,7	13,5			

Максимальный сбор сухого вещества (150,9-155,8 ц/га) и к.ед. (123,4-124,5 ц/га) кукурузы был получен в вариантах $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ + Адоб Zn, $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$ + Адоб Zn, $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$ + Басфолиар 36 экстра.

Применение минеральных удобрений способствовало увеличению содержания сырого белка в зеленой массе кукурузы по сравнению с вариантом без внесения удобрений. Внесение высоких доз удобрений $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$, $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$ повышало содержание сырого белка по сравнению с контролем на 1,8 и 1,6% на сухое вещество (табл. 2).

Применение комплексного микроудобрения Витамар, а также цинка в форме Адоб Zn несколько снижало, по сравнению с фоновыми вариантами, содержание сырого белка. Максимальное содержание сырого белка было при применении комплексного микроудобрения Басфолиар 36 экстра на фоне $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$, которое составило 10,3%. В этом же варианте был максимальный сбор сырого белка (9,3 ц/га) и обеспеченность кормовой единицы перевариваемым протеином (75 г) (табл. 2).

Достаточно высоким сбор перевариваемого протеина был и в варианте с применением Адоб Zn на фоне $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$ + Адоб Zn.

Содержание сырой клетчатки в зеленой массе кукурузы по вариантам опыта находилось в оптимальных пределах (табл. 3).

**Влияние макро- и микроудобрений на качество кукурузы
(среднее за 2008-2009 гг.)**

Варианты опыта	Сырой белок, % на сухое вещество	Выход сырого белка, ц/га	Сбор переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность к.ед., г переваримого протеина
1. Без удобрений	7,7	5,8	3,3	56
2. $N_{16} P_{60} K_{100}$	8,6	8,9	5,2	61
3. $N_{60} K_{100}$	9,2	11,2	6,5	65
4. $N_{90} P_{60} K_{100}$	9,6	12,6	7,3	68
5. $N_{90} P_{70} K_{120} + N_{30}$	9,5	13,4	7,8	68
6. $N_{90} P_{70} K_{120} + N_{30} + \text{Адоб Zn}$	9,0	13,5	7,8	64
7. $N_{90} P_{70} K_{120} + N_{30} + \text{Витамар}$	9,1	13,3	7,7	64
8. $N_{120} P_{90} K_{150} + N_{30}$	9,3	13,9	7,7	66
9. $N_{120} P_{90} K_{150} + N_{30} + \text{Адоб Zn}$	9,7	14,6	8,5	69
10. $N_{120} P_{90} K_{150} + N_{30} + \text{Басфолиар 36 экстра}$	10,3	16,1	9,3	75

Применение комплексного микроудобрения Витамара, содержащего медь, способствовало возрастанию концентрации этого микроэлемента в зеленой массе кукурузы. В этом варианте опыта был и максимальный вынос меди с урожаем кукурузы. Содержания цинка в зеленой массе кукурузы возросло при некорневых подкормках Адоб Zn. В вариантах с применением цинка отмечен и наиболее высокий вынос этого микроэлемента с урожаем кукурузы (табл. 3).

Таблица 3

**Содержание микроэлементов и клетчатки в зеленой массе,
вынос меди и цинка кукурузой (среднее за 2008-2009 гг.)**

Варианты опыта	Сырая клетчатка, %	Содержание меди, мг/кг сухого вещества	Содержание цинка, мг/кг сухого вещества	Вынос, г/га	
				меди	цинка
1. Без удобрений	20	1,7	6,4	13,2	59,7
2. $N_{16} P_{60} K_{100}$	19,5	1,9	8,2	20,2	97,0
3. $N_{60} K_{100}$	19,5	2,4	10,3	30,0	146,3
4. $N_{90} P_{60} K_{100}$	21,5	2,1	5,9	27,8	102,8
5. $N_{90} P_{70} K_{120} + N_{30}$	20,5	2,5	6,1	36,0	131,9
6. $N_{90} P_{70} K_{120} + N_{30} + \text{Адоб Zn}$	20,5	2,5	10,2	38,1	195,2
7. $N_{90} P_{70} K_{120} + N_{30} + \text{Витамар}$	20,0	3,6	8,9	55,2	154,6
8. $N_{120} P_{90} K_{150} + N_{30}$	19,0	3,3	9,0	48,2	146,4
9. $N_{120} P_{90} K_{150} + N_{30} + \text{Адоб Zn}$	21,5	2,5	9,9	39,9	191,0
10. $N_{120} P_{90} K_{150} + N_{30} + \text{Басфолиар 36 экстра}$	22,5	3,4	6,1	52,2	157,0

Экономическая эффективность применения макро- и микроудобрений под кукурузу (среднее за 2008-2009 гг.)

Варианты опыта	Прибавка, ц/га к.ед.	Стоимость прибавки тыс. руб./га	Всего затрат, тыс. руб./га	Прибыль тыс. руб./га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	–	–	–	–	–
2. $N_{16}P_{60}K_{100}$	23,4	498,3	326,1	172,2	52,8
3. $N_{60}K_{100}$	38,0	809,4	309,3	500,1	161,7
4. $N_{90}P_{60}K_{100}$	46,4	988,2	522,3	465,9	89,2
5. $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$	54,3	1156,5	640,2	516,3	80,6
6. $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ + Адоб Zn	62,2	1324,8	707,1	617,7	87,4
7. $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ + Витамар	58,2	1239,6	677,1	562,5	83,1
8. $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$	55,2	1175,7	779,1	396,6	50,9
9. $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$ + Адоб Zn	62,2	1324,8	843,9	480,9	57,0
10. $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$ + Басфолиар 36 экстра	63,3	1348,2	875,1	473,1	54,1

Следует отметить, что содержание меди и цинка в зеленой массе кукурузы было ниже оптимального. Оптимальное содержание в зеленой массе меди и цинка 5-10 и 20-60 мг/кг сухой массы. Содержание нитратов в зеленой массе кукурузы возрастало в вариантах с повышенными дозами азотных удобрений. В 2008 году по вариантам опыта содержание $N-NO_3$ мг/кг в зеленой массе кукурузы колебалась в пределах 360-447 мг, а в 2009 – 251-612 мг/кг сухого вещества. Таким образом, содержание нитратов в зеленой массе не выходило за допустимые пределы. Предельно допустимая концентрация нитратов в зленной массе кукурузы 500 мг/кг сырого продукта 4].

Расчеты экономической эффективности применения удобрений показали, что использование макро- и микроудобрений было экономически оправданным приемом (табл. 4). Наиболее высокая прибыль была при внесении Адоб Zn и комплексного микроудобрения Витамар на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$, которая составила 617,7 и 562,5 тыс. руб./га (табл. 4). В этих вариантах опыта была и наибольшая рентабельность 87,4 и 83,1%.

ВЫВОДЫ

1. Применение Адоб Zn и комплексного микроудобрения Витамар на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ повышали урожайность зеленой массы на 39,0 и 33,0 ц/га. В этих вариантах отмечен и максимальный выход кормовых единиц (122,3 и 119,4 ц/га). Адоб Zn и Басфолиар 36 экстра увеличивали урожайность зеленой массы кукурузы на фоне $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$ на 35 и 63 ц/га.

2. Максимальное содержание сырого белка в зеленой массе кукурузы было при применении комплексного микроудобрения Басфолиар 36 экстра на фоне $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$, которое составило 10,3%. В этом же варианте был максимальный сбор сырого белка (9,3 ц/га) и обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином 75 г).

3. Наиболее высокая прибыль была при внесении Адоб Zn и комплексного микроудобрения Витамар на фоне $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$, которая составила 617,7 и 562,5 тыс. руб./га при уровне рентабельности 87,4 и 83,1%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никончик, П.И. Почвенно-экологические возможности производства и экспорта продукции сельского хозяйства при различных уровнях ведения земледелия и животноводства в сельскохозяйственных организациях Беларуси / П.И. Никончик // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – №5. – С. 5-10

2. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В. Лапа, В.Н. Босак // Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2002. – С. 127

3. Ягодин, Б.А. Агрохимия: учебник для студ. высших учеб. завед. для агроном. спец. / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. – М.: Колос, 2002. – 584с.

4. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390с.

5. Рациональное применение удобрений: пособие / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: Белорусская госуд. сельскохозяйственная академия, 2002. – 324с.

6. Фатеев, А.И. Основы применения микроудобрений / А.И. Фатеев, М.А. Захарова. – Харьков: Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского, 2005. – 134с.

7. Барашкова, Е.Н. Эффективность применения новых форм микроудобрений при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Е.Н. Барашкова, М.В. Рак, Г.М. Сафроновская // Почва – удобрение – плодородие – урожай: материалы научно-практ. конфер., посвящ. 100-летию со дня рождения С.Н. Иванова и 90-летию со дня рождения Т.Н. Кулаковской, 16-18 февраля 2009 г. – Минск, 2009. – С. 133-134

8. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур / И.М. Богдевич [и др.]. – Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2010. – 24с.

EFFICIENCY OF APPLICATION OF MICROFERTILIZERS IN HELAT FORM AT CULTIVATION OF MAIZE

O.I. Mishura

Summary

The application Adob Zn and complex microfertilizer Vitamar on the background $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ raised productivity of green mass of maize on 39,0 and 33,0 c/ha. Adob Zn and Basfoliar 36 increased productivity of green mass of maize on the background $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$ by 35 and 63 c/ha.

The maximum content of crude protein was at application of complex microfertilizer Basfoliar 36 on the background $N_{120}P_{90}K_{150} + N_{30}$ which has made 10,3% on a solid. In the same variant there was also a maximum gathering of crude protein (9,3 c/ha).

The greatest profit was in variants about entering Vitamar and Adob Zn on the background $N_{90}P_{70}K_{120} + N_{30}$ which has made 562,5 and 617,7 thousand in rub./ha at profitability of 83,1 and 87%.

Поступила 15 апреля 2011 г.