

6. Никитишен, В.И. Плодородие почвы и устойчивость функционирования агроэкосистемы / В.И. Никитишен. – М.: Наука, 2002. – 258 с.

7. Никитишен, В.И. Минеральное питание кукурузы при взаимодействии азотного и фосфорного удобрения / В.И. Никитишен, В.И. Личко // Агрохимия. – 2012. – № 11. – С. 9–15.

8. Носко, Б.С. К вопросу об использовании искусственных агрохимических фонов при изучении эффективности удобрений / Б.С. Носко // Агрохимия. – 1975. – № 6. – С. 76–82.

9. Рослини. Визначення загальних форм азоту, фосфору, калію в одній на-важці рослинного матеріалу: МВВ 31–497058–019–2005.

EFFECT OF AGROCHEMICAL BACKGROUND OF CHERNOZEM TYPICAL ON MINERAL NUTRITION OF MAIZE

Ya.S. Filimonchuk

Summary

The article presents the results of research the effect of agrochemical background of chernozem typical on the mineral nutrition level of maize during the vegetation and also modified of nutrition element loss by green mass in conditions of pot experiment.

Поступила 11.02.14

УДК 631.81.095.337:631.559:[633.112.9'324'+633.15]

ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ И КУКУРУЗЫ НА ДЕРНОВО- ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

И.Р. Вильдфлуш, Е.М. Мастерова

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

ВВЕДЕНИЕ

Наряду с макроэлементами растениям необходимы микроэлементы, потребляемые ими в небольших дозах, но играющие важную роль в их жизнедеятельности: бор, медь, кобальт, цинк, молибден, йод, марганец и другие. Содержание их в растении исчисляется сотыми и тысячными долями процента,

2. Плодородие почв и применение удобрений

но при этом каждый из элементов выполняет определенные физиолого-биохимические функции в организме и дефицит какого-нибудь из них приводит к прекращению роста, заболеванию, а при резком голодании – и к гибели растений [14].

Впервые на особую роль микроэлементов в биологических процессах указал академик В.И. Вернадский. Он отметил, что постоянно и неслучайно присутствуют микроэлементы в растительных и животных организмах [9].

Биохимические исследования последних лет показали, что роль микроэлементов определяется тем, что они входят в состав органических соединений, которые принимают участие в обменных процессах. Развитие учения о хелатах весьма углубило понимание физиологической роли элементов минерального питания и прежде всего микроэлементов. Многочисленные исследования, проведенные в этой области, позволили раскрыть каталитическое действие металла в качестве кофактора, а также, используя некоторые хелатообразующие соединения, удалось выяснить механизм действия многих ферментов и природу активирующего действия ионов металлов [8, 10, 11, 12].

Хелат (*от греч. chele – клешня*) – химическое соединение металла (микроэлемента) с хелатирующим агентом циклического характера. Основным хелатирующим агентом, принятым в мировой промышленности и агрохимической наукой, является ОЭДФ (гидроксиэтил-дендифосфорная кислота). Хелаты на ее основе можно использовать на почвах с pH 4,5–11. Отличительная черта этого хелатирующего агента в том, что он может, в отличие от ЭДТА (этилендиаминтетрауксусная кислота), образовывать устойчивые комплексы с молибденом и бором. ОЭДФ устойчива по отношению к действию микроорганизмов почвы. Строго дифференцируемые условия растворимости комплексов ОЭДФ позволяют получать микроудобрения пролонгированного действия. Специфичность взаимодействия ОЭДФ с ионами кальция позволяет изменять физико-химические и гранулометрические свойства различных минеральных удобрений. Применение хелатов на основе ОЭДФ в рабочих растворах на очень жестких природных водах недопустимо, однако подкисление устраняет этот недостаток. Кроме того, ОЭДФ предотвращает образование малорастворимых солей в форсунках, трубопроводах питательных систем и является регулятором роста [1, 13].

Практика показала, что минеральные соли микроэлементов по своей эффективности уступают хелатным соединениям микроэлементов. Установлено, что комплексоны (хелаты) микроэлементов в дозах в 2–10 раз меньших, чем минеральные соли (в эквиваленте по микроэлементам) обеспечивают равные прибавки урожаев основных сельскохозяйственных культур [3].

Впервые на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах северо-восточной части Беларуси были проведены исследования микроудобрений в хелатной форме (Адоб Си, Адоб Мп и Басфолиар 36 экстра) и комплексных препаратов, содержащих микроэлементы в хелатной форме и регуляторы роста (МикроСил–Медь–Л и ЭлеГум–Медь), при возделывании озимой тритикале и кукурузы.

Применение микроудобрений в хелатной форме и комплексных препаратов на основе микроэлементов и регуляторов роста позволит оптимизировать питание

растений озимой тритикале и кукурузы и разработать высокоэффективную систему удобрения этих культур, уменьшить действие неблагоприятных метеорологических условий на формирование урожая.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в учебно-опытном севообороте кафедры земледелия на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2010–2013 гг. Объектом исследований являлись – гибрид кукурузы МЕЛ 372 МВ и озимая тритикале Вольтарио. Общая площадь делянки под озимую тритикале – 36 м², учетная – 24,7 м², под кукурузу – 54 м² и 43,8 м² соответственно, повторность в опыте – четырехкратная. Исследования проводились по общепринятым методикам закладки и проведения опытов [2, 5].

Исследования осуществлялись на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. Пахотный горизонт опытного участка имел среднее содержание гумуса (1,8–2,0), высокое содержание подвижного фосфора (287–290 мг/кг) и среднее (180–188 мг/кг) подвижного калия по методу Кирсанова, слабокислую реакцию (pH_{KCl} 5,9–6,0) почвенной среды.

В опытах применяли мочевину (46% N), аммонизированный суперфосфат (33% P_2O_5 , 8% N), хлористый калий (60% K_2O), КАС (30% N). Обработку растений озимой тритикале и кукурузы проводили микроудобрениями и комплексными препаратами:

- *Адоб–Mn* (15,3% Mn, 9,83% N), *Адоб–Cu* (6,4% Cu, 2,61% N) и *Адоб–Zn* (6,2% Zn, 2,63% N) производятся производственно–консультативным предприятием «ADOB» (Польша) по лицензии фирмы «BASF». Препараты получены с использованием нового комплексообразующего вещества – тетранатриевой соли иминодиянтарной кислоты (IDHA), которую производит фирма «Bayer AG»;

- *Басфолиар 36 экстра* – N (36,18%), MgO (4,3%), Mn (1,35%), Cu (0,27%), Fe (0,03%), B (0,027%), Zn (0,013%), Mo (0,01%). Производство «ADOB»;

- *ЭлеГум–Медь*. Удобрение универсального и специального составов, которое готовится путем обогащения гуминовых торфяных экстрактов различными наборами и соотношением микроэлементов. Массовая концентрация гуминовых веществ в удобрении – 10 г/л. Содержание Cu – 50 г/л;

- *МикроСил–Медь–Л* – 72–82 г/л Cu, 60–70 г/л N, 30 мл/л регулятора роста Экосил. Производится ИООО «Холл Кэмикал», РБ.

Обработка растений тритикале микроэлементами и комплексными препаратами проводилась в начале фазы выход в трубку ранцевым опрыскивателем с 200 л/га воды в дозе: *Адоб Mn* – 1 л/га, *Адоб Cu* – 1 л/га, *Басфолиар 36 экстра* – 5 л/га, *ЭлеГум–Медь* – 0,8 л/га, *МикроСил–Медь–Л* – 1 л/га; растений кукурузы – при достижении растениями 6–8 листьев ранцевым опрыскивателем в дозе: *Адоб Zn* – 1 л/га, *ЭлеГум–Медь* – 1 л/га, *Адоб Zn* – 0,5 л/га + *ЭлеГум–Медь* – 0,5 л/га с 250 л/га воды.

Сеяли тритикале сеялкой RAU Airsem в 2010 г. – 6 сентября, в 2011 г. – 11 сентября, в 2012 г. – 12 сентября с нормой высева 4,5 млн всхожих зерен на 1 га. Предшественником озимой тритикале был горох.

2. Плодородие почв и применение удобрений

Кукурузу сеяли 18 мая в 2011 г., 15 мая – в 2012 г., 10 мая – в 2013 г. сеялкой СУПН–8. Норма высева 100 тыс. зерен на га. Предшественником кукурузы была озимая тритикале.

Агротехника возделывания – общепринятая для Беларуси [6]. Экономическая оценка проводилась согласно общепринятым методикам [4, 7].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение $N_{15}P_{60}K_{90} + N_{70} + N_{35}$ по сравнению с неудобренным контролем повышало урожайность зерна озимой тритикале в 2011 г. на 37,0 ц/га, а в 2012 г. – на 46,0 ц/га, в 2013 г. – на 42,6 ц/га. В среднем за три года прибавка урожайности зерна в этом варианте составила 41,9 ц/га, при окупаемости 1 кг NPK 15,5 кг зерна (табл. 1).

Таблица 1

Влияние микроудобрений на урожайность зерна озимой тритикале

Вариант опыта	Урожайность, ц/га				Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	средняя			
1. Без удобрений (контроль)	29,3	24,0	16,0	23,1	–	–	
2. $N_{15}P_{60}K_{90} + N_{70} + N_{35}$ – фон	66,3	70,0	58,6	65,0	41,9	–	15,5
3. Фон + Басфолиар 36 экстра	72,3	77,1	66,4	71,9	48,8	6,9	18,1
4. Фон + МикроСил–Медь–Л	74,5	76,0	62,2	70,9	47,8	5,9	17,7
5. Фон + ЭлеГум–Медь	73,8	75,2	61,8	70,3	47,2	5,3	17,5
6. Фон + Адоб Си	74,0	77,4	63,4	71,6	48,5	6,6	18,0
7. Фон + Адоб Мп	67,1	70,6	58,9	65,5	42,4	0,5	15,7
НСР ₀₅	1,6	2,0	2,9	1,3			

Обработка посевов озимой тритикале польским микроудобрением Адоб Си повышала урожайность зерна по сравнению с фоновым вариантом в среднем за 2011–2013 гг. на 6,6 ц/га. Применение Адоб Мп на фоне $N_{15}P_{60}K_{90} + N_{70} + N_{35}$ в среднем за три года не способствовало повышению урожайности зерна озимой тритикале.

Использование для опрыскивания посевов тритикале комплексного препарата *МикроСил–Медь–Л* было эффективным. Так, в 2011 г. прибавка урожайности зерна при его применении составила 8,2 ц/га, в 2012 г. – 6,0 ц/га, в 2013 г. – 3,6 ц/га, а в среднем за три года – 5,9 ц/га по сравнению с фоном. Эффективным было и применение комплексного препарата на основе медных микроудобрений *ЭлеГум–Медь*, который повышал урожайность зерна по сравнению с фоном $N_{15}P_{60}K_{90} + N_{70} + N_{35}$ на 5,3 ц/га в среднем за три года.

Обработка посевов комплексным микроудобрением *Басфолиар 36 экстра* была также эффективна и повышала урожайности зерна в среднем за три года на 6,9 ц/га.

Применение микроудобрений и комплексных препаратов на основе микроудобрений повышало окупаемость 1 кг NPK кг зерна озимой тритикале. Наиболее высокой окупаемостью 1 кг NPK (18,1 кг) кг зерна была в варианте $N_{15}P_{60}K_{90} + N_{70} + N_{35} + \text{Басфолиар 36 экстра}$. Высокой (18,0 кг) она была и в варианте с применением *Адоб–Си*.

Самая низкая урожайность зеленой массы кукурузы наблюдалась в 2013 г. в варианте без применения удобрений – 141 ц/га (табл. 2).

Таблица 2

**Урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости
от применения микроудобрений**

Вариант опыта	Урожайность, ц/га				Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK кг зеленой массы
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	средняя			
1. Без удобрений (контроль)	252	211	141	201	–	–	–
2. $N_{90}P_{60}K_{90} + N_{30}$ – фон	587	613	630	610	409	–	152
3. Фон + Адоб Zn	665	700	691	685	484	75	179
4. Фон + ЭлеГум–Медь	684	697	685	689	488	79	181
5. Фон + Адоб–Zn + ЭлеГум–Медь	740	747	722	736	535	126	198
НСР ₀₅	14,5	12,8	18,9				

Таблица 3
Экономическая эффективность применения микроудобрений на озимой тритикале, среднее за 2011–2013 гг.

Вариант опыта	Стоимость прибавки урожая, тыс. руб./га	Затраты на получение прибавки урожая, тыс. руб./га	Себестоимость 1 ц дополнительной продукции, тыс. руб./га	Прибыль от применения микроудобрений, тыс. руб./га	Удельная прибыль на единицу затрат, руб./руб.
2. $N_{15}P_{60}K_{90} + N_{70} - \text{фон}$	5761,3	3065,1	73,2	2696,2	0,88
3. Фон + Басфолиар 36 экстра	6710,0	3257,9	66,8	3452,1	1,06
4. Фон + МикроСил–Медь–Л	6572,5	3156,0	66,0	3416,5	1,08
5. Фон + ЭлеГум–Медь	6490,0	3133,8	66,4	3356,2	1,07
6. Фон + Адоб Cu	6668,8	3138,2	64,7	3530,5	1,12
7. Фон + Адоб Mn	5830,0	3111,5	73,4	2718,5	0,87

Таблица 4
Экономическая эффективность применения микроудобрений на кукурузе, среднее за 2011–2013 гг.

Вариант опыта	Прибавка кормовых единиц, ц/га	Стоимость прибавки урожая, тыс. руб./га	Затраты на получение прибавки урожая, тыс. руб./га	Себестоимость 1 ц дополнительной продукции, тыс. руб./га	Прибыль от применения микроудобрений, тыс. руб./га	Удельная прибыль на единицу затрат, руб./руб.
2. $N_{90}P_{60}K_{90} + N_{30} - \text{фон}$	83,8	10022,5	4338,4	51,8	5684,1	1,31
3. Фон + Адоб Zn	99,2	11864,3	4711,7	47,5	7152,6	1,52
4. Фон + ЭлеГум–Медь	100,0	11960,0	4730,5	47,3	7229,5	1,53
5. Фон + Адоб Zn + ЭлеГум–Медь	109,6	13108,2	4936,1	45,0	8172,1	1,66

Использование для некорневой подкормки *Адоб Zn* значительно повышало урожайность зеленой массы. Так, в 2011 г. прибавка урожайности зеленой массы на фоне $N_{90}P_{60}K_{90} + N_{30}$ была на уровне 78 ц/га, в 2012 г. – 87 ц/га, в 2013 г. – 61 ц/га, а в среднем за три года – 75 ц/га.

Применение комплексного препарата *ЭлеГум–Медь* в фазу 6–8 листьев кукурузы привело к увеличению урожайности зеленой массы на 97 ц/га в 2011 г., на 84 ц/га – в 2012 г., на 55 ц/га – в 2013 г., а в среднем за три года – на 79 ц/га.

Максимальная урожайность зеленой массы кукурузы во все годы исследования была в варианте с совместным применением *Адоб Zn* и *ЭлеГум–Медь* в фазе 6–8 листьев на фоне $N_{90}P_{60}K_{90} + N_{30}$. Так, в 2011 г. прибавка составила 153 ц/га, в 2012 г. – 134 ц/га, в 2013 г. – 92 ц/га. В среднем за три года прибавка урожайности зеленой массы составила 126 ц/га. В этом варианте получена и самая высокая окупаемость 1 кг NPK кг зеленой массы – 198 кг.

Экономическая оценка применения микроудобрений на озимой тритикале в среднем за три года показала, что все изучаемые микроудобрения и комплексные препараты экономически эффективны (табл. 3).

Затраты на получение прибавки урожая колебались в пределах 3065,1–3257,9 тыс. руб./га. Самая низкая себестоимость 1 ц дополнительной продукции получена в варианте совместного применения $N_{20}P_{70}K_{120} + N_{70} + N_{30} + \text{Адоб Si}$ (64,7 тыс. руб./га).

Прибыль от применения микроудобрений была выше в вариантах с применением *Адоб Si* и совместным применением $N_{15}P_{60}K_{90} + N_{70} + N_{35} + \text{Басфолиар 36 экстра}$. В этих вариантах наблюдается и самая высокая удельная прибыль на единицу затрат.

Экономическая оценка применения микроудобрений на кукурузе в среднем за три года показала, что прибыль по вариантам колебалась от 7152,6 до 8172,1 тыс. руб./га (табл. 4).

Удельная прибыль на единицу затрат была выше в вариантах с совместным применением *Адоб–Zn* + *ЭлеГум–Медь* на фоне минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{60}K_{90} + N_{30}$ (1,66 руб./руб.).

ВЫВОДЫ

1. В среднем за 2011–2013 гг. некорневая подкормка посевов комплексными препаратами на основе микроэлементов и регуляторов роста *МикроСил–Медь–Л* и *ЭлеГум–Медь* и микроудобрением *Адоб Si* повышала урожайность зерна озимой тритикале на фоне $N_{15}P_{60}K_{90} + N_{70} + N_{35}$ на 5,9, 5,3 и 6,6 ц/га, микроудобрением *Басфолиар 36 экстра* – на 6,9 ц/га. Применение *Адоб Mn* не способствовало повышению урожайности зерна озимой тритикале.

2. Наиболее экономически эффективным на озимой тритикале был вариант с применением на фоне минеральных удобрений в дозе $N_{20}P_{70}K_{120} + N_{70} + N_{40}$ микроудобрения *Адоб Si*. В этом варианте наблюдается самая высокая прибыль от применения микроудобрений и удельная прибыль на единицу затрат.

3. Максимальная урожайность зеленой массы кукурузы в среднем за три года 736 ц/га и окупаемость 1 кг NPK 198 кг зеленой массы были при совместном применении *Адоб Zn* и *ЭлеГум–Медь* на фоне $N_{90}P_{60}K_{90} + N_{30}$.

2. Плодородие почв и применение удобрений

4. Наиболее экономически эффективным на кукурузе был вариант с применением на фоне минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{60}K_{90} + N_{30}$ совместно Адоб *Zn* и *ЭлеГум–Медь*. В этом варианте наблюдается самая высокая прибыль от применения микроудобрений и удельная прибыль на единицу затрат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаренко, Е. Обзор рынка микроудобрений / Е. Гончаренко, А. Кордин, Д. Кутолей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fermer.ru/sovets/udobreniya/26226>.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований / Б.А. Доспехов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
3. Лапа, В.В. Использование жидких удобрений Адоб, Басфолиар и Солибор ДФ в посевах зерновых культур, рапса и льна / В.В. Лапа, М.В. Рак // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – № 5. – С. 37.
4. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И.М. Богдевич [и др.] / Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – 24 с.
5. Микроэлементы, необходимые для развития растений // Садовник. – 2006. – № 8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.newshouse.ru/page-id-244.html>.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов / НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф.И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В.Г. Гусакова, Ф.И. Привалова. – 2-е изд. испр. и доп. – Минск : Беларуская навука, 2013. – 476 с.
7. Организационно-экономическое обоснование дипломных работ: методические указания / БГСХА; сост. А.А. Галиевский, А.С. Тихоненко, Т.Л. Хроменкова. – Горки: БГСХА, 2006. – 56 с.
8. Пилюк, Я.Э. Некорневая подкормка озимого рапса удобрениями типа Басфолиар, Адоб и Солюбор ДФ как метод повышения урожайности культуры / Э.Я. Пилюк, С.Г. Яковчик, В.В. Зеленьяк // Белорусское сельское хозяйство. – № 9(77). – 2008. – С. 15–20.
9. Протасова, Н.А. Микроэлементы: биологическая роль, распределение в почвах, влияние на распространение заболеваний человека и животных / Н.А. Протасова // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 5. – С. 10–14.
10. Эффективность жидких удобрений МикроСтим при возделывании пропашных, овощных, плодово-ягодных культур на дерново-подзолистых почвах / М.В. Рак [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – № 1(48). – С. 109–116.
11. Эффективность микроудобрений ЭлеГум при возделывании озимой пшеницы и ячменя на дерново-подзолистых почвах / М.В. Рак [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2013. – № 1(50). – С. 236–243.
12. Рубин, Б.А. Физиология сельскохозяйственных растений / Б.А. Рубин. – М.: МГУ, 1969. – Т. 5. – С. 205–217.

13. Что такое хелаты? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.reacom.info/faq.html>.

14. Школьник, М.Я. Микроэлементы в жизни растений / М.Я. Школьник. – Л.: Наука, 1974. – С. 252.

INFLUENCE MICROFERTILIZERS ON PRODUCTIVITY AND ECONOMIC EFFICIENCY CULTIVATION WINTER TRITICALE AND CORN ON SOD-PODZOLIC LIGHT LOAMY SOIL

I.R. Vildflush, E.M. Masterova

Summary

For the first time on the sod-podzolic loam soils north-eastern part of Belarus studies on the effect of microfertilizers in chelate form Adob Cu, Adob Mn and Adob Zn, complex preparation containing macro and microelements Basfoliar 36 extra, and complex preparations containing chelated micronutrients and growth regulators MicroSil–Copper–L and EleGum–Copper on yield and economic efficiency of cultivation of winter triticales and corn have been conducted.

Поступила 22.04.14

УДК 631.445: 631.821.1

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОСА НА КИСЛОЙ ДЕГРАДИРОВАННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ И ФОРМ ИЗВЕСТКОВЫХ МЕЛИОРАНТОВ

Г.М. Сафроновская, Г.В. Пироговская

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Просо как кормовая культура наиболее адаптирована к почвенным, температурным и гидрологическим условиям деградированных торфяных почв республики. Культура имеет растянутый период сева, обладает высокой засухоустойчивостью, возделывается на зеленый корм и зерно. Просо можно возделывать на продовольственные цели на загрязненных радионуклидами землях с учетом проведения агротехнических защитных мероприятий. В последние годы в структуре посевов сельскохозяйственных культур посевные площади проса составляют около 13 тыс. га, преимущественно в южных районах республики. Средняя урожайность зерна проса приближается к 20 ц/га. Однако для полного