DOI: 10.17117/na.2016.06.02.459

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.459.pdf>

Поступила (Received): 04.06.2016

Занозина О.Д., Шабанова И.В.
Способ получения микроудобрения
на основе биоактивных кислот

Zanozina O.D., Shabanova I.V.
The method of obtaining microfertilizers based on bioactive acids

Хелатное микроудобрение на основе разнолигандных комплексов с янтарной и лимонной кислотами является эффективным препаратом для увеличения продуктивности зерновых культур и снижения содержания особо опасных металлов в продукции до уровня пригодного для детского питания

Ключевые слова: микроудобрения, сукцинаты, цитраты, озимая пшеница, кадмий

Занозина Олеся Дмитриевна

Кубанский государственный аграрный университет
г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Шабанова Ирина Вячеславовна

Кандидат химических наук, доцент
Кубанский государственный аграрный университет
г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Chelated microfertilizers based on complexes with succinic and citric acids is an effective drug for increasing the productivity of crops and reduce the content of particularly hazardous metals in products to a level suitable for baby food

Key words: microfertilizers, succinates, citrates, winter wheat, cadmium

Zanozina Olesya Dmitriyevna

Kuban state agricultural university
Krasnodar, Kalinin st., 13

Shabanova Irina Vyacheslavovna

Candidate of Chemistry Sciences, Associate Professor
Kuban state agricultural university
Krasnodar, Kalinin st., 13

Интенсификация земледелия приводит к обеднению почв полезными веществами, что влияет на обеспеченность макро- и микроэлементами возделываемых культур, снижая их урожайность и качество продукции. Восстановление макроэлементного питания минеральными удобрениями сельхозпроизводителями проводится регулярно, вопрос о подкормках микроэлементами, как правило, не ставится. Это обусловлено высокой стоимостью микроудобрений, и незначительным их влиянием на урожайность, фактором, преобладающим, по мнению аграриев над качеством продукции.

Поэтому целью работы было создание недорогого комплексного микроудобрения для некорневой обработки растений, способствующего улучшению качества продукции и, соответственно, ее рентабельности. В настоящее время на рынке представлено большое количество микроудобрений российского и зарубежного производства [2,7]. Возникающий вопрос, о необходимости разработки новых формул связан с имеющимися недостатками, к которым можно отнести:

1) Перегруженность формулы составляющими компонентами. Не всегда «чем больше, тем лучше» срабатывает. Вносимые дополнительные микроэлементы в композицию, зачастую, только увеличивают себестоимость продукции, не оказывая влияния на ее эффективность. Например, виноградники ежегодно обрабатывают от грибковых заболеваний медным купоросом, поэтому вносить в формулу микроудобрения Cu^{2+} не рационально [6].

2) Использование в качестве хелатирующих агентов «балластные» органические соединения, не обладающие биологической активностью. Например, хелатные микроудобрения на основе этилендиаминтетраацетата натрия ($\text{Na}_2[\text{H}_2\text{Y}]$) широко представлены на рынке, однако, из-за высокой константы устойчивости с металлами, поглощение их растениями при некорневой обработке затруднено, а значит и эффективность снижается.

Разработку принципиально нового удобрения начали с анализа мониторинга системы удобрение-почва-растение на содержание тяжелых металлов, проводимое в течение 10 лет с 2004 г. на опытном поле учхоза Кубань в условиях 11-польного зернотравяно-пропашного севооборота [1,4]. Севооборот включал культуры кукурузу, сахарную свеклу, подсолнечник, озимый ячмень, люцерну и различные сорта озимой пшеницы.

На основании анализа установлено, что за исследуемый период обеспеченность почвы по содержанию марганца, меди, цинка и кобальта снизилась со среднего уровня до низкого. Степени подвижности: Mn 15 %, Cu, Zn, Co – не превышает 5 %. На фоне недостатка микроэлементов, наблюдается накопление токсичных металлов в выращенной продукции. В исследуемых образцах озимой пшеницы на вариантах с высокими дозами удобрений содержание кадмия в 1,1-1,4 раза превышает ПДК для детского питания (0,06 мг/кг согласно СанПиН 2.3.2.1078-01), что делает продукцию непригодной в пищу. Факторами, влияющими на повышенное накопление кадмия в зерне, являются высокие дозы удобрений, увеличивающие поглощательную способность растений, и низкое содержание подвижных форм цинка в почве, вследствие чего Cd, обладая синергизмом к Zn, замещает его вакантное место в питании озимой пшеницы [3]. Поэтому, важно применение микроудобрений для восстановления питания растений озимой пшеницы и предотвращения загрязнения токсичными металлами 1-го класса опасности.

Содержание микроэлементов в удобрении рассчитывали исходя из двух факторов: первое – содержание их в зерне и растворимость в полученной системе. При нормальной обеспеченности в зерне озимой пшеницы соотношение микроэлементов составляло Mn:Zn:Cu:Co = 70:69:12:1.

Поскольку некорневая обработка растворами неорганических солей микроэлементов Mn, Zn, Cu и Co невозможна, ввиду выпадения их в осадок вследствие гидролиза, то были использованы хелатирующие агенты. Применение обычного для микроудобрений хелатирующего агента этилендиаминтетраацетата натрия представляется малоэффективным из-за очень высоких значений констант устойчивости соединений, например $K_y(\text{Na}_2[\text{CuY}]) = 18,9$, а $K_y(\text{Na}_2[\text{ZnY}]) = 16,7$. Кроме того, для него отсутствуют сведения о биологической активности. Поэтому, было предложено использовать в качестве лигандов рострегулятор – янтарную кислоту и для увеличения растворимости комплекса – лимонную кислоту.

Поскольку константы устойчивости цитратных комплексов гораздо ниже, чем этилендиаминтетраацетатов (например, $K_y([CuCit]^{2-}) = 5.9$; $K_y([ZnCit]^{2-}) = 4.9$), то микроэлементы из этих соединений будут легче усваиваться растениями [6].

Для регулирования pH ≈ 7 раствора, использовали в процентах по массе борную кислоту 5,5-5,7 % и гидроксид калия 17-18 %, изотонический коэффициент поддерживали внесением хлорида лития 0,19-0,21 %. Содержание янтарной кислоты не превышало 8-10 %, лимонной более 17 %. В качестве источников микроэлементов использовали растворимые в воде неорганические соли в пересчете на марганец 1,5-1,7 %, цинк 1,2-1,4 %, кобальт 0,2-0,4 % и медь 0,5-0,7 %.

Испытания полученного хелатного микроудобрения проводили на опытном поле учхоза Кубань на озимой пшенице сорта Краснодарская [5]. На фоне минерального удобрения питания $N_{40}P_{30}K_{20}$ обработка микроудобрением дозой 3 л/га в фазе кущения дала прирост урожая по сравнению с контролем до 20 %. Самым эффективным оказалось использование для некорневой обработки хелатов микроэлементов в фазе кущения дозой 1,5 л/га, что позволило повысить содержание в зерне клейковины до 23 % и белка до 13,7 %, и снизить накопление кадмия с 0,15 мг/кг на фоне минерального питания до 0,03 мг/кг, сделав продукцию пригодной для питания детей.

Таким образом, предложено новое комплексное микроудобрение на основе разнолигандных хелатов биоактивных кислот, позволяющее получать качественную зерновую продукцию с низким содержанием токсичных металлов.

Список используемых источников:

1. Гайдукова Н. Г., Терпелец В. И., Баракин Н. С., Шабанова И. В. О распределении соединений Mn, Cu, Zn, Pb, Cd и Co в почвенном профиле чернозема выщелоченного Азово-Кубанской низменности // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета Краснодар: КубГАУ, 2014. №95. С. 729-741. URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/47.pdf>
2. Гайсин И. А., Муртазин М. Г., Муртазина С. Г. Эффективность некорневой подкормки хелатным микроудобрением в сочетании с азотом в технологии возделывания яровой пшеницы на серых лесных почвах республики Татарстан // Зерновое хозяйство России. 2014. № 2. С. 1-7.
3. Занозина О. Д., Шабанова И. В. Получение экологически чистой зерновой продукции в условиях применения различных доз удобрений // Наука и образование в жизни современного общества: сб. науч. тр. Тамбов. 2015. С. 37-38.
4. Занозина О.Д., Шабанова И.В. Содержание различных форм соединений цинка, свинца и кадмия в пахотном слое чернозема выщелоченного // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Краснодар: Кубанский ГАУ. 2016. С. 26-28.
5. Лебедевский И. А., Шабанова И. В., Яковлева Е. А. Влияние микроэлементов на продуктивность и качество озимой пшеницы, возделываемой на черноземе выщелоченном западного Предкавказья // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 82(08). С. 684-695.
6. Малтабар Л. М., Шабанова И. В., Гайдукова Н. Г. Комплексные микроудобрения в виноградарстве // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2006. № 4. С. 103-113.
7. Мудрик В. А., Луцицкая О. А. Влияние препаратов микроудобрений, активизирующих ассоциативную азотфиксацию, на засуху и холодоустойчивость растений яровой пшеницы // Агрохимия. 2014. № 4. С. 70-73.