

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПРИ ДЕЙСТВИИ И ПОСЛЕДЕЙСТВИИ ХЕЛАТНЫХ МИКРОУДОБРЕНИЙ С АНТИОКСИДАНТНЫМ ЭФФЕКТОМ

В.М. Пахомова¹, А.И. Даминова¹, И.А. Гайсин²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный аграрный университет», Казань, Россия; *pahomovav@mail.ru*

²Академия наук Татарстана, Казань, Россия

Аннотация. Представлены многолетние экспериментальные данные, свидетельствующие о повышении адаптивного потенциала различных культурных растений при действии и последствии хелатных Cu, Mo, Mn, Zn и Fe-содержащих микроудобрений, разработанных по собственной технологии. Изучение физиолого-биохимических механизмов действия и последствия данных микроудобрений в полевых и модельных опытах показало, что они являются полифункциональными составами, проявляющими ростстимулирующее, адаптогенное, мембраностабилизирующее, регуляторное, протекторное, антимуtagenное действие и последствие. Показано, что в основе этих эффектов лежит их антиоксидантное действие.

Ключевые слова: хелатные микроудобрения, адаптивный потенциал, антиоксидантное действие

DOI: 10.31255/978-5-94797-319-8-623-625

Нами разработаны технологии получения новых жидких хелатных форм микроудобрений марки ЖУСС, содержащие одно-, двойные и тройные сочетания различных микроэлементов. Такие сочетания микроэлементов подобраны из числа наиболее дефицитных для данной культуры в конкретных почвенных условиях (в условиях конкретного поля), т.е. на основе принципов точного земледелия и учета действия «Закона минимума». В качестве лигандов данных микроудобрений использованы моноэтаноламин и одновременно лимонная кислота и моноэтаноламин. Ценность этих препаратов определяется рядом свойств: они устойчивы в широком диапазоне значений pH, достаточно хорошо растворимы в воде и обладают хорошими адгезионными свойствами; практически нефитотоксичны; в меньшей степени, чем ионы микроэлементов, сорбируются почвой, что позволяет им длительное время удерживаться на обрабатываемой поверхности; хорошо совместимы с пестицидами. В настоящее время ЖУССы включают 15 различных комбинаций питательных элементов, и все они вошли в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» (рег. № 19-8002 (9333) – 0309 – 1). Широкомасштабные испытания данных препаратов, пригодных для разнопланового применения, показали высокую эффективность их применения не только в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан, но и в различных регионах России, Украины, Туркменистана, Белоруссии и т.д. Применение ЖУСС в полевых условиях обеспечивает возрастание симбиотического потенциала бобовых культур, фотосинтетической деятельности и устойчивости различных сельскохозяйственных растений, всхожести семян, снижение пестицидной нагрузки в севооборотах за счет активизации защитных ферментов растений и проявления фунгистатического действия, запуска активных и пассивных форм иммунитета к различным инфекционным заболеваниям, повышение количественных и качественных характеристик урожая, в том числе антимутационного потенциала, а также использования почвенных элементов питания и, в итоге, чистого дохода. Результаты

получены в полевых опытах на различных культурах разных сортов (озимая рожь и пшеница, яровая пшеница, ячмень и кукуруза, горох, тарелочная чечевица, клевер луговой, яровая вика, вико-овсяная смесь, картофель, сахарная и столовая свекла, подсолнечник, яровой рапс, томаты и огурцы защищенного грунта, хмель, женьшень, расторопша, лен-долгунец и др.). Лучшими способами применения этих микроудобрений являются инкрустация семян, клубней, посадочных материалов и некорневые подкормки, а также внесение с поливной водой при капельном орошении. Для каждого способа применения и для каждой культуры разработаны оптимальные дозы воздействия микроудобрений [Гайсин, Пахомова, 2016].

Изучение физиолого-биохимических механизмов действия данных микроудобрений показало, что они являются полифункциональными составами, проявляющими ростстимулирующее, адаптогенное, мембраностабилизирующее, регуляторное, протекторное, антимуtagenное действие и последствие. Показано, что в основе этих эффектов лежит их антиоксидантное действие.

Проведенные нами эксперименты в полевых и модельных опытах в разные годы исследований показали снижение содержания малонового диальдегида (МДА) в листьях растений яровой пшеницы при одно-, двух и трехкратной обработке медью, молибденсодержащим хелатным микроудобрением ЖУСС-2 (0,1% раствор) в фазы кущения, выхода в трубку и колошения – цветения. В модельном опыте обработка 6-дневных проростков пшеницы ЖУСС-2 (расход препарата аналогичен расходу в полевом опыте) приводила к снижению образования супероксиданионрадикала (показания снимали через сутки после опрыскивания). Обработка растений ЖУСС-2 во всех трех опытных вариантах полевого опыта приводила к росту активности супероксиддисмутазы (СОД) в листьях. Добавление в среду инкубации 1 мМ диэтилдитиокарбомата натрия (ДДК) сопровождалось значительным снижением активности СОД, что свидетельствует об ее активировании экзогенной медью, поскольку этот ингибитор действует на медьсодержащие ферменты.

Известно, что утилизация образующегося в ходе работы СОД пероксида осуществляется комплексом ферментов: каталазой, семейством пероксидаз и др. Поэтому в наших экспериментах одновременно с увеличением активности СОД наблюдалась и активизация пероксидазы листьев растений пшеницы в посеве во всех изучаемых вариантах. В модельном эксперименте после обработки растений ЖУСС-2 наблюдалось снижение содержания в корнях проростков одной из активных форм кислорода (АФК) перекиси водорода и активизация каталазы.

Антиоксидантное действие обработки ЖУСС-2 имеет пролонгированный эффект (последствие). Для изучения этого эффекта исследовали семена и растения, выросшие из семян пшеницы, созревших на растениях после обработки ЖУСС-2 различной кратности. Установлено, что последствие ЖУСС-2 приводило к снижению образования МДА в клетках корней проростков яровой пшеницы в модельном эксперименте, а, следовательно, к снижению перекисного окисления липидов (ПОЛ). Известно, что ПОЛ может быть вызвано АФК. Как известно, основную роль в снижении АФК играют ферменты антиоксидантной (АО-) защиты, одним из которых является СОД. Нами установлено, что последствие ЖУСС-2 приводило к росту активности СОД листьев пшеницы в полевом эксперименте. Добавление в среду инкубации ДДК сопровождалось снижением ее активности. Активизация СОД, по всей вероятности, связана с кумулятивным эффектом меди в семенах пшеницы. Нами показано, что содержание меди в зерне пшеницы и в надземных органах увеличивалось после всех трех обработок в полевом опыте, но не превышало ПДК.

Активизация СОД листьев растений яровой пшеницы наблюдалась при обработке вегетирующих растений хелатными микроудобрениями марки ЖУСС, содержащими не

только медь, но также цинк, железо и марганец, поскольку известны разные металлсодержащие формы этого защитного фермента. При действии железосодержащего микроудобрения марки ЖУСС имело место возрастание активности также железосодержащих протекторных ферментов каталазы и пероксидазы.

Таким образом, для повышения адаптивного потенциала сельскохозяйственных культур очевидна необходимость обработки вегетирующих растений микроудобрениями, содержащими медь, цинк, железо и марганец, особенно в стрессовых условиях произрастания при подавлении поглотительной активности корней.

Литература

Гайсин И.А., Пахомова В.М. Полифункциональные хелатные микроудобрения: практика применения и механизм действия. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2016. – 316 с.

ADAPTIVE POTENTIAL OF AGRICULTURAL CROPS UNDER THE ACTION AND AFTEREFFECT OF CHELATED MICRONUTRIENTS WITH ANTIOXIDANT EFFECT

V.M. Pakhomova¹, A.I. Daminova¹, I.A. Gaysin²

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kazan State Agrarian University”, Kazan, Russia; pahomovav@mail.ru

²Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia

Abstract. The long-term experimental data showing the increase of adaptive potential of various cultural plants under action and the subsequent action of chelate Cu, Mo, Mn, Zn and Fe-containing micronutrients developed on own technology are presented. The study of physiological and biochemical mechanisms of action and the aftereffect of these micronutrients in the field and model experiments showed that they are polyfunctional compounds exhibiting poststimulus, adaptogenic, membrane stabilizing, regulatory, protective, antimutagenic effect and aftereffect. It is shown that these effects are based on their antioxidant effect.

Keywords: *chelated micronutrients, adaptive potential, antioxidant effect*