ЭКОБИОТЕХ
ISSN 2618-964X http://ecobiotech-journal.ru

ДЕЙСТВИЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА РОСТА ЭНЕРГИЯ-М НА ЭЛЕМЕНТЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ КАРТОФЕЛЯ

Кириллова И.Г.
Орловский государственный университет
им. И.С. Тургенева, Орёл,
E-mail: kafbotany17@mail.ru

Исследовано действие кремнийорганического регулятора роста Энергия-М на антиоксидантную систему растения картофеля. Обработку регулятором роста проводили путем предпосадочной обработки клубней водным раствором в концентрации 80 мг/л. Показано, что кремнийорганический регулятор роста Энергия-М увеличивает активность ферментов-антиоксидантов (пероксидазы, каталазы) в листе растения картофеля, а также пероксидазы, каталазы, полифенолоксидазы в клубнях, на этом фоне снижается уровень перекисного окисления липидов (малоновый диальдегид). Полученный эффект при действии кремнийорганического регулятора роста Энергия-М на растение картофеля указывает на его антиоксидантное действие, что может иметь положительный эффект в процессах предадаптации растений к возможным стрессам окружающей среды: как абиотическим (экстремальные температуры, засуха, заморозки), так и биотическим.

Ключевые слова: кремнийорганический регулятор роста Энергия-М, ферменты-антиоксиданты, малоновый диальдегид, картофель

EFFECT OF THE SILICON-ORGANIC ENERGY-M GROWTH REGULATOR ON THE ELEMENTS OF ANTIOXIDANT POTATO SYSTEM

Kirillova I.G.
Orel State University
named after I.S. Turgenev, Oryol
E-mail: kafbotany17@mail.ru

The effect of the organosilicon growth regulator Energia-M on the antioxidant system of the potato plant was studied. Treatment with growth regulator was carried out by pre-treatment of tubers with an aqueous solution at a concentration of 80 mg / l. It was shown, that the organosilicon growth regulator Energia-M increases the activity of antioxidant enzymes (peroxidase, catalase) in the leaf of the potato plant, as well as peroxidase, catalase, polyphenol oxidase in tubers, against this background, the level of lipid peroxidation (malondialdehyde) decreases. The effect obtained by the action of the organosilicon growth regulator Energia-M on the potato plant indicates its antioxidant effect, which can have a positive effect in the processes of preadaptation of plants to possible environmental stresses: both abiotic (extreme temperatures, drought, frost) and biotic.

Keywords: organosilicon growth regulator Energy-M, antioxidant enzymes, malonic dialdehyde, potato

Поступила в редакцию: 9.07.2019

DOI: 10.31163/2618-964X-2019-2-3-262-266

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы синтезировано большое количество регуляторов роста, обладающих весьма многообразной направленностью воздействия на растения. В настоящее время активно изучаются кремнийорганические соединения. К таким соединениям относятся силатраны, силоканы, силоцины и их винильные, β- хлорвинильные и акриловые производные. В основном, эти вещества являются кремнийорганическими эфирами биогенных аминов (триэтаноламин, диэтаноламин) и диэтиленгликоля.

Кремний обнаружен у всех растений. Особенно много его в клеточных стенках. Растения, накапливающие кремний, имеют прочные стебли. Показано, что недостаток кремния задерживает рост растений (кукуруза, овес, ячмень, огурцы, томаты, табака, бобы).

Исключение кремния во время репродуктивной стадии уменьшает количество семян, при этом снижается число зрелых семян, и нарушается ультраструктура клеточных органелл.

В исследованиях с кремнийсодержащими удобрениями установлено также повышение содержания в зерне пшеницы и зеленой массе горохоовсяной смеси проламина и глютелина, усиление роста корней и листьев [Самсонова,2005; Петриченко, Логинов, 2010]. Имеются сведения, что кремний концентрируется в эпидермальных тканях и коронарных клетках, что защищает растения от чрезмерного испарения и от проникновения гифов гриба. Особо следует отметить агроэкологический аспект применения соединений кремния в защите растений - это снижение пестицидной нагрузки в агроценозах, ограничение поступления ксенобиотиков в объекты окружающей среды, повышение устойчивости растений к мутациям, что объясняется более прочной связью Si-O-C, чем P-O-C в ДНК и РНК [Алешин, 1982,Алешин и др.,1982]. Вместе с тем, механизм участия кремния в метаболизме растений до конца пока еще не раскрыт. Однако предполагается его связь с изменением активности ферментов. Так, возможно, что кремний ингибирует в растениях инвертазу и кислую фосфатазу [Алешин, 1982].

Синтетическим регулятором роста растений с кремнием является препарат Энергия-М. Данный регулятор роста относится к кремнепротатранам, которые представляют собой композиции силатрановых структур с синтетическими аналогами фитогормонов-протатранами. Механизм действия регулятора роста Энергия-М связывают с высоким дипольным моментом, что заключается в мембраностабилизирущем эффекте. Биогенный амин (триэтаноламин) придает препарату Энергия- М свойства адаптогена и иммуномодулятора, тормозит перекисное окисление липидов, останавливая преждевременное старение и гибель растений от экстремальных факторов внешней среды [Иванченко, 2013]. В литературе есть данные, что кремний влияет на активность ферментов-антиоксидантов [Самсонова и др, 2013]. Что касается растения картофеля, то таких исследований недостаточно. Мало данных о совместном применении регуляторов роста растений на основе биологически активного кремния и синтетических ауксинов [Петриченко,Логинов,.2010].

Как известно, в защите растений от окислительного стресса и снижения последствий его воздействия на организм, большое значение имеет антиоксидантная система. К веществам с антиоксидантными функциями относятся ферменты-антиоксиданты: каталаза, пероксидаза, супероксиддисмутаза, аскорбатоксидаза, полифенолоксидаза и др.

В связи с вышесказанным, целью настоящей работы и являлось исследование действия кремнийорганического регулятора роста Энергия-М на некоторые элементы антиоксидантной системы растения картофеля – активность ферментов-антиоксидантов и количество продуктов липопероксидакции мембран в растении картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили с растениями картофеля сорта Жуковский, которые выращивали в вегетационных условиях (почвенная культура). Обработку кремнийорганическим регулятором роста Энергия-М проводили путем предпосадочной обработки клубней водным раствором регулятора в концентрации 80 мг/л в течение 2 часов. Активность пероксидазы и полифенолоксидазы определяли по методу Бояркина [Гавриленко

и др.,1975], активность каталазы - по количеству выделившегося кислорода с последующим пересчетом на пероксид водорода, количество малонового диальдегида - спектрофотометрическим методом по реакции с тиобарбитуровой кислотой [Артюхов, 2000]. Активность ферментов определяли в листовой пластинке в фазе цветения и в апикальной части клубня в период снятия опытов. Достоверность результатов оценивали по критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что пероксид водорода утилизируется антиоксидантными ферментами: каталазой и пероксидазой. Каталаза расщепляет перекись водорода до воды и молекулярного кислорода, а пероксидаза восстанавливает перекись водорода за счет низкомолекулярных органических соединений.

Есть сведения, что пероксидаза - фермент, который участвует в формировании и лигнификации клеточных стенок растений, биосинтезе этилена, регуляции уровня ауксина, а также в защите тканей от поражений патогенными микроорганизмами. Как показали исследования, обработка растения картофеля кремнийорганическим регулятором роста Энергия-М увеличивает активность пероксидазы в листьях картофеля (рис.1). Увеличение составило 1,21 раза. Что касается клубней, то эффект аналогичный. Активность пероксидазы также повысилась в 2 раза (рис 2). Вероятно, повышение активности данного фермента в органах картофеля может способствовать защите растения картофеля от активных форм кислорода в условиях стресса и, тем самым, повышать устойчивость растения.

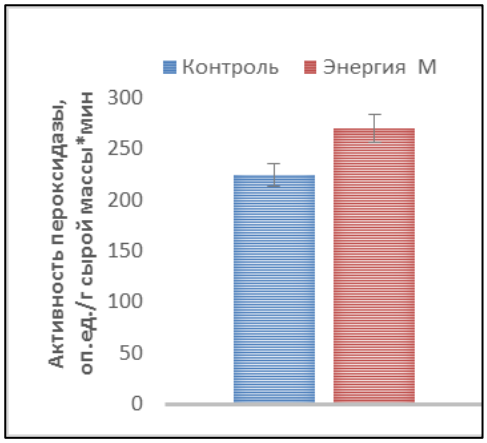

Рис. 1. Активность пероксидазы в листе растения картофеля

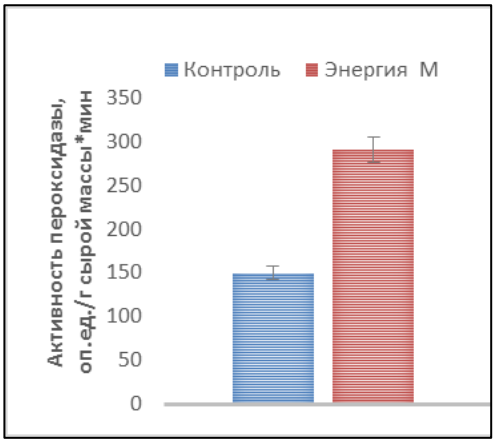

Рис. 2. Активность пероксидазы в клубне растения картофеля

Что касается каталазы, то также отмечено увеличение ее активности в листьях при воздействии кремнийорганического регулятора роста (рис.3). Что касается клубней, то активность данного фермента также возросла в варианте с кремнийорганическим регулятором роста Энергия-М (на 19 %) (рис. 4). Повышение активности каталазы связано с увеличением интенсивности фотосинтеза и дыхания, и как следствие, с накоплением пероксидов. Утилизация перекиси водорода осуществляется, прежде всего, каталазой. Наши данные согласуются с другими исследованиями.

Определение активности другого фермента-антиоксиданта - полифенолоксидазы показало ее увеличение в клубнях картофеля при воздействии регулятора роста Энергия -М (рис.6). В литературе давно обсуждается защитная роль широко распространенной в

растениях системы полифенолы - полифенолоксидаза в явлениях фитоиммунитета. Отмечалось, что в ответ на инфекцию содержание полифенолов и активность полифенолоксидазы возрастают, причем тем сильнее, чем выше устойчивость растения по отношению к возбудителю болезни. Таким образом, повышение активности данного фермента может способствовать большей устойчивости клубней картофеля к фитопатогенам. В литературе есть данные, что кремний повышает устойчивость растений к патогенам [Пашкевич, 2008].Что касается листа, то в этом случае наблюдалась несколько иная картина. Активность полифенолоксидазы изменилась незначительно в варианте с кремнийорганическим регулятором роста Энергия-М, имелась тенденция к ее снижению (рис. 5). Вероятно, это связано с тем, что листья – это органы активного метаболизма, а полифенолоксидаза активна при окислении фенольных соединений: лигнификации и опробковении клеточных стенок.

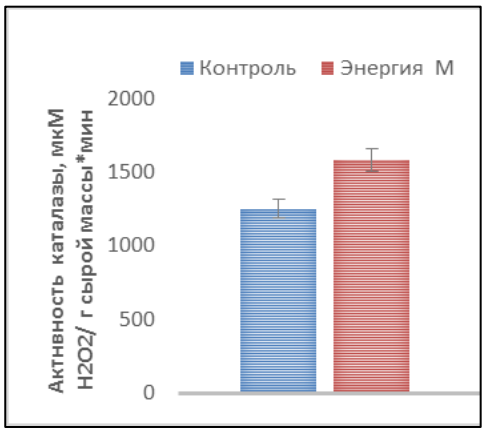

Рис. 3. Активность каталазы в листе растения картофеля

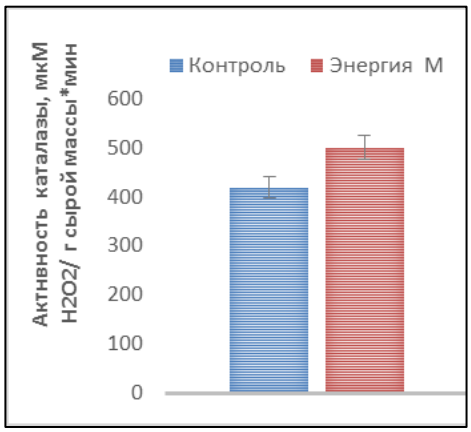

Рис. 4. Активность каталазы в клубне растения картофеля

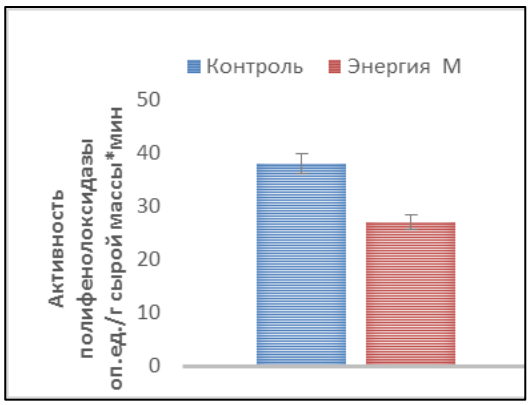

Рис. 5. Активность полифенолоксидазы в листе растения картофеля

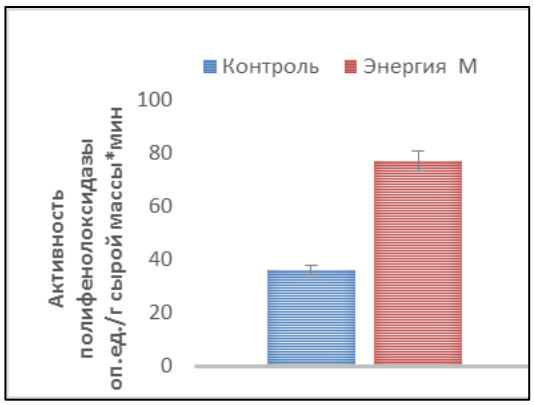

Рис. 6. Активность полифенолоксидазы в клубне растения картофеля

Мониторинг продуктов перекисного окисления липидов позволяет сделать вывод об устойчивости тканей к действию стрессоров. Конечным продуктом липопероксидации является малоновый диальдегид. Определение показало, что на фоне активизации ферментов – антиоксидантов (пероксидазы, каталазы, полифенолоксидазы) его уровень снизился в 1,7 раза в клубнях (рис.8) и в 1,3 раза в листе картофеля (рис.7), что указывает на мембраностабилизирующее действие изучаемого регулятора роста.

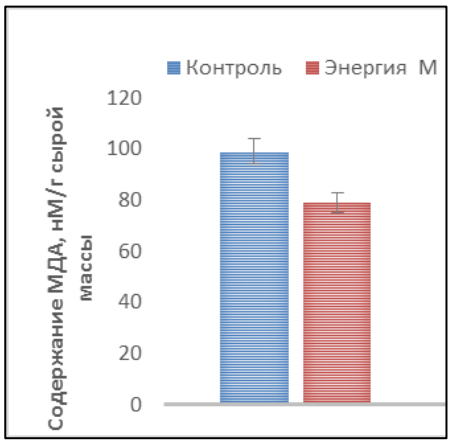

Рис. 7. Содержание малонового диальдегида в листе картофеля

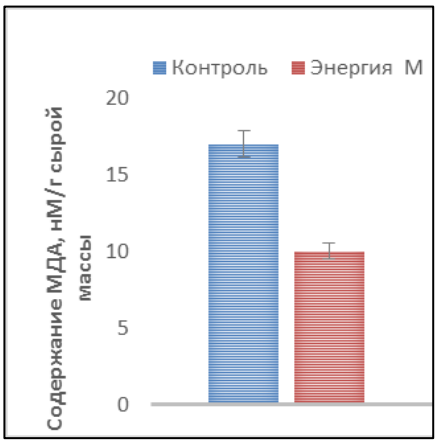

Рис. 8. Содержание малонового диальдегида в клубне картофеля

Таким образом, в ходе исследований установлено, что кремнийорганический регулятор роста Энергия-М увеличивает активность ферментов-антиоксидантов (пероксидазы, каталазы) в листе растения картофеля, а также пероксидазы, каталазы, полифенолоксидазы в клубнях, на этом фоне снижается уровень перекисного окисления липидов (малоновый диальдегид). Полученный эффект при действии кремнийорганического регулятора роста Энергия-М на растение картофеля указывает на его антиоксидантное действие, ингибирование перекисного окисления липидов в мембранах; что может иметь положительный эффект в процессах предадаптации растений к возможным стрессам окружающей среды: как абиотическим (экстремальные температуры, засуха, заморозки), так и биотическим.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешин Н.Е. Кремниевое питание риса // Растениеводство. 1982. № 6. С. 9-14.
2. Алешин Н.Е., Авакян Э.Р., Алешин Е.П. Содержание кремния в РНК риса // Докл. ВАСХНИЛ. 1982. № 6. С. 6-7.
3. Артюхов В.Г., Наквасина М.А. Биологические мембраны: структурная организация, функции, модификация физико-химическими агентами. Воронеж: ВГУ, 2000. 296 с.
4. Гавриленко В.Ф., Ладынина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание. М., 1975. 392 с.
5. Иванченко Т.В. Применение регулятора роста Энергия-М при возделывании озимой пшеницы и ячменя ярового в условиях Волгоградской области // Поле деятельности. 2013. №8/9. URL: http://doc.knigi-x.ru/22raznoe/520837-1-pole-deyatelnosti-8-9-avgust-sentyabr-2013-primenenie-regulyatora-rosta-energiya-m-pri-vozdelivanii-ozimoy-pshenic.php
6. Пашкевич Е.Б., Кирюшин Е.П. Роль кремния в питании растений и в защите сельскохозяйственных культур от фитопатогенов // Проблемы агрохимии и экологии. 2008. № 2. С. 52-57.
7. Петриченко В.Н., Логинов С.В. Применяйте кремнийорганические регуляторы роста // Картофель и овощи. 2010. № 3. С. 4-6.
8. Петриченко В.Н., Логинов С.В. Изучение кремнийорганического препарата Энергия-М // Агрохимический вестник. 2010. № 2. С. 22-24.
9. Самсонова Н.Е. Кремний в почве и растениях // Агрохимия. 2005. № 6. С. 76-86.
10. Самсонова Н.Е., Капустина М.В., Зайцева З.Ф. Влияние соединений кремния и минеральных удобрений на урожайность яровых зерновых культур и содержание в них антиоксидантных ферментов // Агрохимия. 2013. № 10. С. 66-74.