

## ЭКЗОГЕННЫЕ АНТИОКСИДАНТЫ И ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ В УСЛОВИЯХ ЗАСОЛЕНИЯ У МУТАНТНОЙ ЛИНИИ *ARABIDOPSIS THALIANA* L. HEYNH.

Х. Хамроева<sup>1</sup>, Б.Б. Джумаев<sup>2</sup>, З.Б. Давлятназарова<sup>2</sup>, К. Алиев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибн Сино, Душанбе, Республика Таджикистан

<sup>2</sup>Институт ботаники, физиологии и генетики растений АН РТ, Душанбе, Республика Таджикистан, *bahshullo@mail.ru*

**Аннотация.** Изучено влияние аскорбиновой кислоты и  $\alpha$ -токоферола на процессы перекисного окисления липидов у дикого генотипа *Enkheim* и мутантной линии *clavatus* растений арабидопсиса (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.) в условиях хлоридного засоления. Показано, что добавление экзогенных антиоксидантов в водную среду выращивания как по отдельности, так и в комплексе приводит к различной степени ингибирования процессов перекисного окисления липидов. Таким образом, как у дикой формы, так и у мутантной линии арабидопсиса экзогенные антиоксиданты в разных вариантах эксперимента оказывают разную защитную реакцию на действие АФК. Однако экзогенные антиоксиданты в комплексе у обоих видов растений оказывают значительное ингибирующее влияние на содержание МДА как конечного продукта ПОЛ.

**Ключевые слова:** *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., дикая форма *Enkheim*, мутантные линии *clavatus*, засоление, неферментативные антиоксиданты, аскорбиновая кислота,  $\alpha$ -токоферол, перекисное окисления липидов

**DOI:** 10.31255/978-5-94797-319-8-795-798

В последние годы особое внимание уделяется изучению действия неблагоприятных факторов окружающей среды (засуха, засоление почв, недостаток элементов минерального питания, высокие или низкие температуры воздуха и патогены различной природы) на физиолого-биохимические параметры растений и роли эндогенных систем защиты в формировании устойчивости в условиях стресса. Действие стрессорных факторов приводит к образованию в клетках активных форм кислорода (АФК) или оксидантов. В процессе эволюции в растениях сформировались защитные механизмы от АФК, которые состоят из различных компонентов. К ним относятся ферменты, фенольные и низкомолекулярные соединения, а также неферментативные антиоксиданты (АО), такие как аскорбиновая кислота, восстановленный глутатион, каротиноиды, токоферолы, флавоноиды, сахара и многие другие [Gill, Tuteja, 2010; Колупаев и др., 2011; Прадедова и др., 2011; Давлятназарова, 2012].

Влияние АФК на физиолого-биохимические показатели экзогенных систем защиты у модельного объекта – растений арабидопсиса в условиях стресса изучено недостаточно.

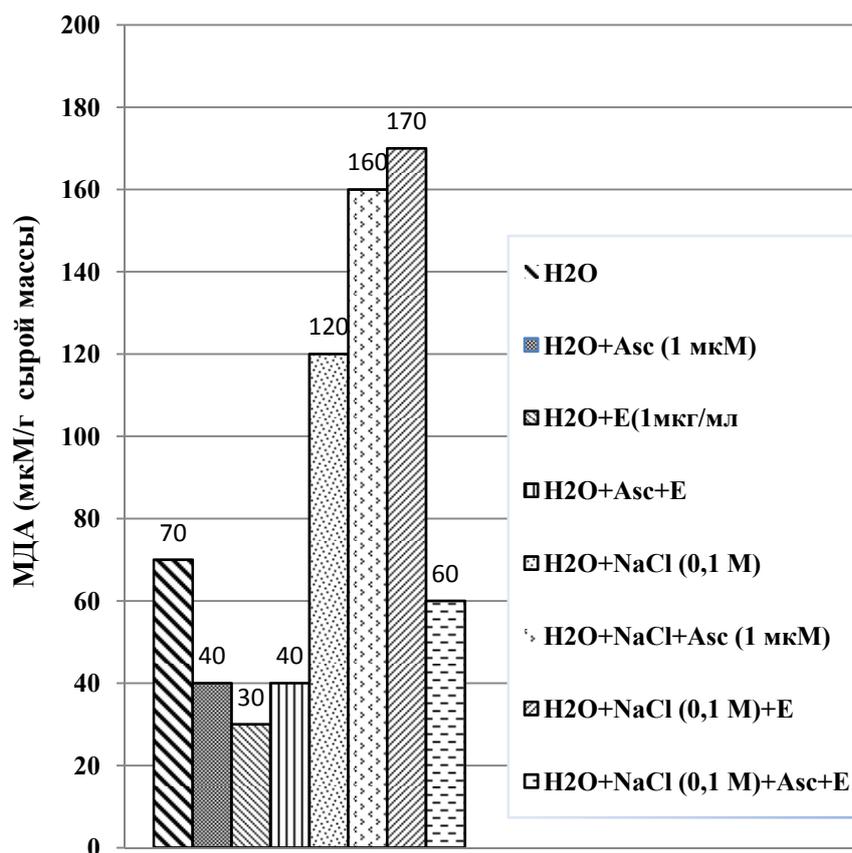
В этой связи целью наших исследований было изучение защитной реакции экзогенных антиоксидантов, а именно аскорбиновой кислоты (Asc) и  $\alpha$ -токоферола (E) при хлоридном засолении у дикой расы и мутантной линии растений вида *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.

В качестве объектов исследования использовали дикий генотип *En* (*Enkheim*) и его мутантной формы *cla* (*clavatus*) [Генетическая ..., 2010]. Использовали следующие схемы опытов: контроль – 1) H<sub>2</sub>O; опыт – 2) H<sub>2</sub>O+ sc (1 мкМ); 3) H<sub>2</sub>O+E; 4) H<sub>2</sub>O+Asc+E; контроль – 5) H<sub>2</sub>O+NaCl (0.05 M); опыт – 6) H<sub>2</sub>O+ NaCl (0.05 M)+Asc (1 мкМ); 7) H<sub>2</sub>O+NaCl (0.05 M)+E; 8) H<sub>2</sub>O+NaCl (0.05 M)+Asc+E.

Содержание малонового диальдегида (МДА) определяли по методу, описанному в работе [Heath, Packer, 1968], с применением тиобарбитуровой кислоты. Содержание МДА рассчитывали с использованием коэффициента экстинкции  $\epsilon=156\text{M}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ , после вычитания неспецифического поглощения при 600 нм.

В работе представлены данные трёх опытов, проведенных в 3-6-ти кратной биологической повторности. Расчеты, построение графиков и их описание осуществляли с помощью программы Microsoft Office Excel 7 и по [Доспехов, 1985].

Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование экзогенных антиоксидантов как в отдельности, так и в комплексе в условиях хлоридного засоления оказывает неодинаковую защитную роль от АФК у изученных объектов (рис. 1-2).

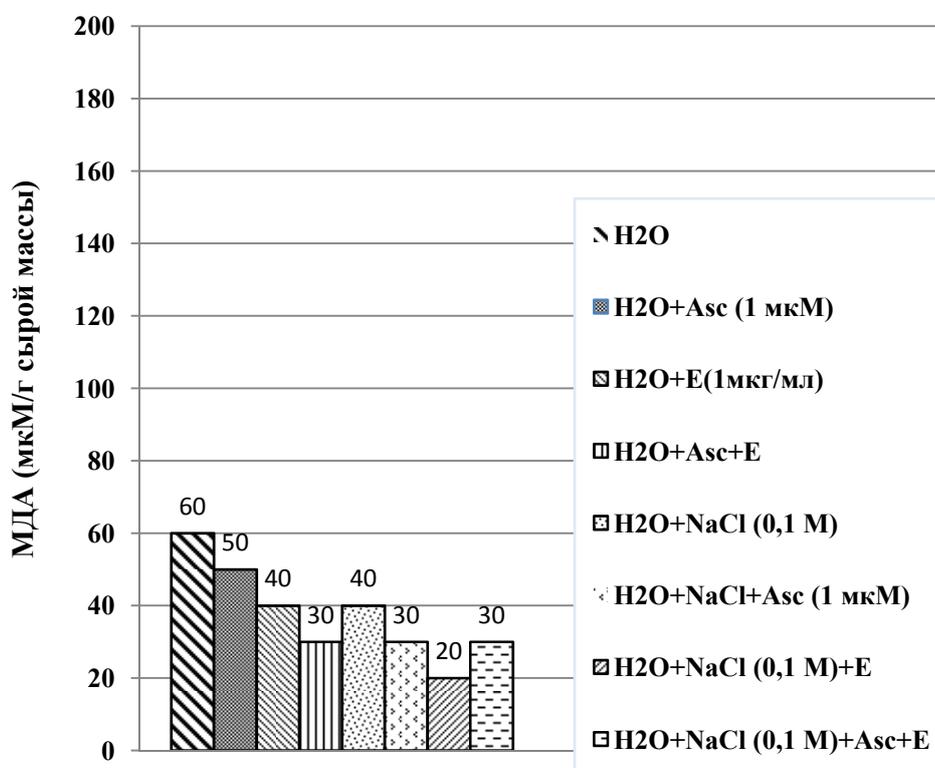


**Рис. 1.** Влияние хлоридного засоления на содержание МДА у дикой расы арабидопсиса *En* в зависимости от содержания экзогенных антиоксидантов.

У дикой формы арабидопсиса *En* (рис. 1) в условиях водной среды (контроль) наблюдается незначительное накопление малонового диальдегида (МДА). При добавлении Asc, E, а также комплекса Asc+E наблюдается заметное изменение по содержанию МДА. При добавлении Asc содержание МДА уменьшается на 42% от контроля, при добавлении E, процент ингибирования МДА уменьшается до 57%, применение комплекса Asc+E также приводит к уменьшению содержания МДА. В условиях солевого стресса (рис. 1) уровень МДА возрос почти в 2 раза от контроля (без NaCl), при добавлении Asc и E по отдельности содержание МДА продолжало увеличиваться, а действие комплекса Asc+ ингибировало процессы ПОЛ в два раза по сравнению с контролем. Это, возможно, связано с содержанием Asc в реакционной среде, поскольку, как антиоксидант участвует в ингибировании ПОЛ двумя различными механизмами. Во-первых, в восстановленной форме витамин С

восстанавливает окисленную форму  $\alpha$ -токоферола и глутатиона, и таким образом поддерживает необходимую концентрацию этих антиоксидантов непосредственно в мембранах клеток. Во-вторых, витамин С, будучи водорастворимым витамином и сильным восстановителем, взаимодействует с водорастворимыми активными формами кислорода и ингибирует их [Gill, Tuteja, 2010], и, возможно, это связано с особенностями дикой расы.

У мутантной линии арабидопсиса *cla* (рис. 2) влияние Asc и E кардинально различалось от дикой формы. Как в условиях водной среды, так и в условиях хлоридного засоления имело место снижение уровня накопления МДА при добавлении экзогенных антиоксидантов, как в отдельности, так и в комплексе. В условиях NaCl при добавлении Asc содержание МДА уменьшается более чем на 33% и 50% по сравнению с контролем с NaCl и без него соответственно. Добавление E и комплекса Asc+E также оказывало значительное влияние на содержание МДА по сравнению с обоими вариантами контроля. Однако, антиоксиданты в комплексе Asc+E оказали значительное ингибирующее влияние на содержание МДА по сравнению с контролем (без NaCl), то есть почти на 50% в обоих вариантах эксперимента.



**Рис. 2.** Влияние хлоридного засоления на изменение содержания МДА у мутанта арабидопсиса *cla* в зависимости от содержания экзогенных антиокислителей.

Таким образом, как у дикой формы, так и у мутантной линии арабидопсиса экзогенные антиоксиданты у разных вариантов эксперимента оказывают разную защитную реакцию на действие АФК. Однако экзогенные антиоксиданты в комплекс у обоих видов растений оказывают значительное ингибирующее влияние на содержание МДА как конечного продукта ПОЛ.

#### Литература

Давлятназарова З.Б., Киёмова З.С., Шукурова М.Х., Каспарова И.С., Алиев К. Биохимические аспекты устойчивости разночувствительных генотипов картофеля к солевому стрессу // Известия АН РТ. Отд. биол. и мед. наук. – 2012. – № 3 (180). – С. 43 – 49.

Доспехов В.Н. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В., Обозный А.И. Антиоксидантная система растений: участие в клеточной сигнализации и адаптации к действию стрессоров // Вісник Харків. нац. аграрн. ун-ту. Сер. Біологія. – 2011. – Вып. 1 (22). – С. 6–34.

Прадедова Е.В., Ищеева О.Д., Салаяев Р.К. Классификация системы антиоксидантной защиты как основа рациональной организации экспериментального исследования окислительного стресса у растений // Физиология растений. – 2011. – Т. 58, № 2. – С. 177–185.

Генетическая коллекция арабидопсиса (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.). Атлас. Редактор-составитель О.В.Усманова. – Душанбе: ООА «Контраст». – 2010. – 96 с.

Gill S.S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants // Plant Physiol. Biochem. – 2010. – V. 48. – P. 909–930.

Heath R. L., Packer L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: Role of electron transfer // Arch. Biochem Biophys. – 1968. – V. 125, No. 3. – P. 850–857.

#### **EXOGENOUS ANTIOXIDANTS AND LIPIDE PEROXIDATION OF *ARABIDOPSIS THALIANA* L. HEYNH MUTANT IN SALINITY CONDITIONS**

Kh. Hamroeva<sup>1</sup>, B.B.Jumayev<sup>2</sup>, Z.B. Davlyatnazarova<sup>2</sup>, K. Aliev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tajik State Medical University named after Abuali ibn Sino, Dushanbe, Tajikistan

<sup>2</sup>Institute of Botany, Plant Physiology and Genetics of Academy Sciences of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, *bahshullo@mail.ru*

**Abstract.** The effect of ascorbic acid (Asc) and  $\alpha$ -tocopherol (E) on lipid peroxidation of wild genotype Enkheim and mutant line clavatus of *Arabidopsis* plants was studied. It is shown that the addition of exogenous antioxidants to the growth medium showed different degrees of inhibition of lipid peroxidation. It was shown that under salt stress in the wild form, the MDA level increased, adding of Asc and E separately, MDA content continued to increase, and adding of complex Asc + E inhibited the lipid peroxidation. In mutant, the influence of Asc and E was different from the wild form, level of MDA decreased in present of Asc and E.

**Keywords:** *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., salinity, ascorbic acid,  $\alpha$ -tocopherol, lipid peroxidation