

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Хамроевой Холида Мухамадиевны на тему «Экзогенная регуляция механизмов устойчивости растений *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. в условиях стресса» представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.05 - Физиология и биохимия растений

**Актуальность темы диссертации.** В последние десятилетия особое внимание уделяется изучением устойчивости и продуктивности различных культур в условиях воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды и роли антиоксидантов в повышении адаптационного потенциала.

В экстремальных условиях среды индуцируется активация многоуровневой биохимической системы антиоксидантной защиты, так как при воздействии стрессоров любой природы в первую очередь происходит оксидативный стресс, ведущий к разбалансировке гомеостаза. В результате оксидативного стресса наблюдается сверх продукция активных форм кислорода (АФК) стимулирующих образование малонового диальдегида (МДА) и процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ).

В этой связи диссертационная работа Хамроевой Холида Мухамадиевны имеет большую актуальность для регуляции механизмов устойчивости растений. Целью исследования являлось изучение роли экзогенных антиоксидантов в повышении устойчивости растений при воздействии стресса, в частности в условиях повышенных концентраций соли, что имеет как теоретическую, так и практическую значимость.

Автор отмечает, что главным свойством, определяющим механизм адаптации растений при стрессе, является способность к индукции активности антиоксидантных систем. Это может происходить за счет увеличения активности как отдельных, так и нескольких компонентов системы защиты.

Анализируя данные литературы, диссертант выводит, что в детоксикации АФК участвуют не ферментативные антиоксиданты. Особая роль в этой группе принадлежит аскорбиновой кислоте (АК) и  $\alpha$ -токоферолу (витамин Е).

Аскорбиновая кислота содержится во всех компартментах клеток растений, но наибольшее её количество локализовано в хлоропластах и цитозоле. Оксидоредуктазы, локализованные во всех органеллах клетки участвуют в окислении АК, что приводит к изменению редокс-статуса растений. Антиоксидантные свойства АК связаны с детоксикацией  $H_2O_2$  и

других АФК. Помимо этого, АК может выполнять роль кофактора, участвующего в регенерации токоферола – одного из основных протекторов клеточных мембран от окислительного стресса и способствующего сохранению ионного гомеостаза клеток.

Роль токоферолов состоит во взаимодействии с перекисными радикалами липидов и торможении процессов перекисного окисления (ПОЛ). В условиях стрессорного воздействия в хлоропластах растений арабидопсиса окисленная форма токоферола – токоферолхинон подвергается восстановлению до α-токоферола, что способствует поддержанию его пула в клетках

Автор отмечает, что успешное функционирование антиоксидантной системы и устойчивость растений к воздействиям факторов окружающей среды подразумевает и поиск методов экзогенной регуляции, т.е. предотвращения окислительного стресса с использованием экзогенных антиоксидантов и их синтетических производных, обладающих протекторными свойствами с целью подавления генерации АФК или уменьшения оксидативных повреждений в результате негативного действия стрессоров.

**Полнота изложенных основных результатов диссертации в научной печати.** По теме диссертации опубликовано - 23 работы в материалах республиканских и международных научных конференций, и семинаров, в том числе 5 статей в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

**Оценка содержания работы.** Диссертация изложена на 147 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 5 глав, выводов, списка цитируемой литературы, включающей в себя 203 источника, из которых 136 на иностранном языке, приложения, содержит 11 таблиц и 23 рисунка.

В **главе 1 «Обзор литературы»**, диссертантом проведено краткая информация о проведенных учеными исследованиях и их результатах по вопросам устойчивости растений в условиях воздействия различных факторов среды. Выявлено, что существуют различные пути обезвреживания АФК. Системы компонентов, участвующие в детоксикации АФК образуют антиоксидантные системы.

Во **второй главе** диссертационной работы «Материалы и методы исследования», автором дана характеристика выбранных объектов исследования, подробно представлены методы исследований по определению прорастания и всхожести семян и активности супероксиддиемутазы. На листьях растений арабидопсиса проводили измерение содержания

малонового диальдегида (МДА) и содержания фотосинтетических пигментов, определены активности каталазы, свободного пролина, содержания аскорбиновой кислоты и другие физиолого-биохимические показатели и адаптационную способность различных генотипов арабидопсиса в условиях солевого стресса.

В процессе исследования использовали классические и современные методы, используемые в физиологии и биохимии растений, с использованием современного оборудования и реактивов, а также методы математического анализа полученных экспериментальных результатов.

В главе 3 автором изучено морфофизиологические показатели, содержание АФК и фотосинтетических ферментов и потенциальная интенсивность фотосинтеза, и фотосинтетический метаболизм углерода у растений арабидопсиса в условиях солевого стресса.

Результаты анализа показали, что высокая концентрация NaCl отрицательно влияет на прорастания семян и прирост корней и стеблей изученных растений, а также ведёт к нарушению ряда метаболических процессов и тем самым провоцирует задержку роста во время прорастания. Добавление экзогенных антиоксидантов не всегда имеет стимулирующий эффект на содержание хлорофиллов и каротиноидов.

Также, на основании проведённых исследований и анализе распределения продуктов метаболизма углерода автором удалось обнаружить изменения в характере накопления гликолата через инициацию ФЭП и ФЭС обычного пути карбоксилирования  $^{14}\text{C}$  - углерода у изученных генотипов.

В главе 4 диссертантом было изучено, действие экзогенных антиоксидантов на адаптационную способность растений арабидопсиса в условиях солевого стресса.

Таким образом, из полученных результатов можно заключить, что при воздействии экзогенными антиоксидантами АК и Е и комплекса Е+АК на разные генотипы арабидопсиса в условиях хлоридного засоления проявляется их проантиоксидантная функция, которая подтверждается образованием свободного пролина. Уровень аккумуляции пролина связан с генетическими особенностями различных форм арабидопсиса.

Пятая глава диссертации Хамроевой Холида Мухамадиевна посвящена обсуждению результатов исследования. Диссертант приходит к выводам, что экзогенные антиоксиданты не всегда эффективны при воздействии стрессоров. Предполагалось, что экзогенные АК и Е будут обладать регуляторными функциями при их добавлении в среду выращивания и тем самым участвовать в повышении адаптационной

способности растений арабидопсиса. Однако, исследования показали, что влияние экзогенных антиоксидантов, а именно аскорбиновой кислоты и  $\alpha$ -токоферола, как по отдельности, так и в комплексе у изученных генотипов имеет разнонаправленный характер, так как в ходе исследования выявлены различия ответных реакций дикой формы и мутантных линий на солевой стресс

Практические рекомендации логично вытекают из поставленных диссертантом задач. Полученные данные могут быть рекомендованы при подборе мер смягчения действия неблагоприятных условий среды, инициирующих образование активных форм кислорода (АФК) и при подготовке учебно-методических пособий, а также при чтении лекций и спецкурсов по экофизиологии и биохимии растений в ВУЗ биологического и сельскохозяйственного профиля.

Несмотря на общее положительное впечатление диссертационное работе Хамроевой Холида Мухамадиевна вызывает некоторые замечания:

1. Перечень сокращений и (или) условных обозначений не включает все использованные аббревиатуры в диссертации и автореферата, например, НАДФН, НАД, НАДН, НА-ЭДТА, МС, КФ.

2. В результатах таблиц 4 до 10 нет подсчёта погрешности ( $НСР_{05}$ ).

3. Научный новизна диссертации изложена в разбросанной формы, и желательнее можно было их конкретизировать и сократить.

4. В автореферате ФЭП (фосфоэнолпируват) на таджикском языке переведено некорректно (**фаъолияти эхтимолии фотосинтез**), также допущены ошибки в переводе таблицы 3 (глицин, глицерат).

5. В тексте диссертации и автореферата наблюдаются некоторые стилистические погрешности и отпечатки.

Содержание автореферата диссертации вполне соответствует содержанием диссертации. Вышеуказанные замечания не повреждают научную ценность и актуальность диссертационной работы.

### **Заключение**

Диссертационная работа Хамроевой Х.М. на тему «Экзогенная регуляция механизмов устойчивости растений *Arabidopsis thaliana* (L.) Heunh. в условиях стресса» представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.05- Физиология и биохимия растений является законченной, научно-квалификационной работой, который представляет собой новое достижение в области экзогенной регуляции антиоксидантных систем защиты растений.

По своей научной новизне, актуальности, практической значимости, объема выполненных исследований, методическому подходу работа отвечает всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26.06.2023 г, №295 (О внесении изменений и дополнений в постановление Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года, №267) и её автор Хамроева Холида Мухамадиевна заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.05- Физиология и биохимия растений.

**Кандидат биологических наук,  
декан факультета педагогики и  
психологии Дангаринского  
государственного университета**

**Подпись Х.Э. Тагаева подтверждаю**

**Начальник отдела кадров ДГУ**

Тагаева Х.Э.

Тоирзода С.Т.



**Контактная информация:** Дангаринский государственный университет

**Адрес:** 735320, Республика Таджикистан, Хатлонская область, г. Дангара, улица Маркази, 25.

**Тел:** (+992) 004042776

**E-mail:** dddangara\_2013@mail.ru

20.08.2024