

3. *Jeffery C. J.* Protein moonlighting: what is it, and why is it important? // *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 2017. Vol. 373. P. 1738.
4. *PlantSecKB: The Plant Secretome and Subcellular Proteome KnowledgeBase* / G. Lum, J. Meinken, J. Orr, S. Frazier et al. // *Computational Molecular Biology*. 2014. Vol. 4.
5. *Protein Dynamics in the Plant Extracellular Space* / L. Guerra-Guimarres, C. Pinheiro, I. Chaves et al. // *Proteomes*. 2016. Vol. 4. P. 22.

УДК 57.033

**А. Ж. Бектурова, А. Ж. Догабаев,
Р. Ж. Ермухамбетова, А. Ж. Бари,
С. М. Касенова, С. Б. Жангазин, Ж. К. Масалимов**

*Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева,
010000, Казахстан, г. Астана, ул. Кажымукана, 13,
assemgulbekturova@gmail.com*

АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ В УСЛОВИЯХ ТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССА И ЗАСУХИ*

Ключевые слова: ячмень, температура, засуха, ферменты антиоксидантной защиты.

Абиотические стрессы различной силы и длительности снижают интенсивность физиологических процессов, активируют одни и ингибируют другие ферментные системы, что может отрицательно отражаться на метаболизме и продуктивности растений [1]. Засуха является одним из основных факторов внешней среды, который приводит к нарушениям синтетической способности растений, распаду белков, к изменениям коллоидно-химического состояния цитоплазмы и в итоге лимитирующих рост и урожайность растений [2].

Изучение реакции культурных растений на комбинированный стресс, а именно на степень адаптации культур и сортов к этим стрессам, актуально в настоящее время. Были проведены исследования по изучению комбинированного воздействия засухи и температуры на активность ферментов антиоксидантной защиты в листьях побегов ячменя сорта Астана 2000. Была изучена активность ключевых ферментов супероксиддисмутазы (СОД), каталазы (КАТ) и альдегидоксидазы (АО) в физиологически нормальных условиях, моделированной засухе и совместном действии стрессовых факторов. Засуху моделировали путем прекращения полива. Растения выращивали при комнатной температуре (25 °С) до появления проростков. После появления всходов растения опытного варианта прекращали поливать и выращивали при соответствующей температуре (10, 25 и 40 °С) в течение 5 суток.

Определение активности ферментов проводили при гель-электрофорезе в нативных условиях.

*Работа выполнена при поддержке гранта № BR05236574 КН МОН РК.

© Бектурова А. Ж., Догабаев А. Ж., Ермухамбетова Р. Ж., Бари А. Ж., Касенова С. М., Жангазин С. Б., Масалимов Ж. К., 2018

Определение активности каталазы, играющей важную роль в защите от окислительного стресса, показало высокую активность фермента в листьях контрольных растений (при температуре 25 °С). После 5-дневной засухи активность КАТ в листьях ячменя не менялась по сравнению с контролем. При этом наблюдались незначительные изменения в активности КАТ при действии различных температур. При культивировании растений при температуре 10 °С, а также при повышении температуры до 40 °С, активность КАТ была сопоставима растениями, выращенными при температуре 25 °С.

Однако совместное действие пониженной температуры (10 °С) и водного дефицита на растения приводило к падению активности фермента. При этом комбинированное воздействие повышенной температуры (40 °С) и засухи не привело к значительным изменениям в активности КАТ.

Было показано, что активность СОД в условиях стресса засухи менялась по сравнению с контрольными растениями. Комбинированное воздействие температуры и засухи приводило к повышению активности СОД при температуре 10 и 25 °С.

Были обнаружены две изоформы АО ячменя, однако активность ферментов менялась незначительно в условиях стресса засухи и разных температур.

Анализ литературы показывает, что водный дефицит, вызванный длительной засухой, приводит к серьезным изменениям в физиологических процессах у растений, при этом стресс-ответ ферментов антиоксидантной защиты у разных объектов на разных этапах воздействия зависит от чувствительности сорта растений [3–5]. Активность антиоксидантных ферментов в стрессорных условиях может изменяться разнонаправленно [3–5].

Засуха, как и другие абиотические стрессы (засоление, низкие температуры), приводит к усиленному образованию АФК, вызывающие деградацию белков, окисление липидов, выцветание пигментов. Анализ литературы показывает, что обезвреживание АФК является общим ответом на большинство стрессов. Детоксикация АФК осуществляется системой антиоксидантной защиты, включающей как неэнзиматические компоненты, так и ферменты [5]. С помощью этих защитных механизмов происходит обезвреживание и удаление токсических продуктов, что предотвращает их разрушительное действие. Необходимо отметить, что влияние различных стрессов на активность ферментов антиоксидантной защиты зависит от вида растений, стадии развития и интенсивности стресса.

Список литературы

1. Колупаев Ю. Е., Карпец Ю. Е. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров. Киев, 2010. 160 с.
2. Taiz L., Zeiger F. Plant Physiology. 4th Edition, Sinauer Associates, Inc., Sunderland, 2006. 764 p.
3. Кошкин Е. И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур : учебник. М. : Дрофа, 2010. 638 с.
4. Ли Т. Е., Спанкулова З. Б., Оразбаева У. М., Ташкенова А. Т. Биотехнология скрининга засухоустойчивости пшеницы // Молодой ученый. 2015. № 9 (2). С. 38–39.

5. Николаева М. К., Маевская С. Н., Шугаев А. Г., Бухов Н. Г. Влияние засухи на содержание хлорофилла и активность ферментов антиоксидантной системы в листьях трех сортов пшеницы, различающихся по продуктивности // Физиология растений. 2010. Т. 57, № 1. С. 94–103.

УДК 577.13; 577.181.3

В. Р. Дубовик^{1,2}, А. А. Далинова²,
А. О. Берестецкий²

¹Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», Высшая школа технологии и энергетики, 198095, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4
xasevak@gmail.com

²Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, 196608, Россия, Санкт-Петербург – Пушкин, ш. Подбельского, 3,
adalinova@vizr.spb.ru

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕТАБОЛИТОВ ГРИБА *STAGONOSPORA CIRSI* S-47 – ПОТЕНЦИАЛЬНОГО БИОГЕРБИЦИДА ДЛЯ БОРЬБЫ С ОСОТОМ ПОЛЕВЫМ*

Гриб *Stagonospora cirsi* S-47 изолирован в чистую культуру из пораженных листьев осота полевого и может рассматриваться в качестве потенциального биогербицида для борьбы с этим сорным растением. Ранее из другого штамма этого вида (*S. cirsi* С-163) было выделено десять веществ из группы 10-членных лактонов, названных стагонолидами А–Н, а также модиолид А [1–3]. Стагонолиды А и Н проявляют селективную фитотоксическую активность в отношении листьев и корней сложноцветных. Вторичные метаболиты *S. cirsi* S-47 могут играть роль факторов вирулентности, тогда их образование можно использовать в качестве критерия эффективности биопрепарата. С другой стороны, вторичные метаболиты гриба-продуцента микрогербицида могут быть нежелательным компонентом препарата, если они обладают токсичностью в отношении нецелевых организмов. Токсичность известных метаболитов *S. cirsi* S-47 в предыдущих работах была оценена только в отношении культуры инфузорий. Цель исследования заключалась в выделении и токсикологической оценке вторичных метаболитов жидкофазной и твердофазной культуры *S. cirsi* S-47.

Гриб культивировали на модифицированной среде Чапека и твердом субстрате на основе пшенной крупы. Для извлечения метаболитов гриба из культурального фильтрата использовали метод жидкость-жидкостной экстракции хлористым метиленом. Метаболиты из твердофазной культуры *S. cirsi* S-47 экстрагировали 50% водным ацетоном, затем упаривали ацетон и последовательно экстрагировали водную вытяжку гексаном, хлористым метиленом и этилацетатом. Экстракты фракционировали методами колоночной хроматографии.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-16-00085.

© Дубовик В. Р., Далинова А. А., Берестецкий А. О., 2018