

УДК 581.19; 581.11

З.Б. Спанкулова*, Т.Е. Ли, У.М. Оразбаева
 Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы, Казахстан
 *e-mail: zere_sb@mail.ru

Роль ферментов антиоксидантов в засухоустойчивости кукурузы

Кукуруза - одна из самых ценных сельскохозяйственных культур в мире по своим кормовым и продуктивным качествам. Жесткие гидротермические условия, связанные с глобальным потеплением негативно влияют на рост, развитие и формирование урожая сельскохозяйственных культур, в том числе и кукурузы.

Значительный вклад в устойчивость растений к комплексному действию стресс-факторов вносят неспецифические защитные системы. Среди них особое место занимает антиоксидантная система. Уровень антиоксидантной защиты и способность быстро среагировать на опасную ситуацию увеличением активности *СОД* и *ПОД* определяют устойчивость растений к стрессу. В задачи данной работы входило изучение антиоксидантных ферментных комплексов, защищающих растения на уровне клетки, которое позволяет раскрыть адаптационные механизмы стресс-устойчивости растений.

Ключевые слова: биохимические индексы засухоустойчивости, активные формы кислорода, ферменты-антиоксиданты.

З.Б. Спанкулова, Т.Е. Ли, У.М. Оразбаева

Жүгерінің құрғақшылыққа төзімділігіне антиоксидантты ферменттердің ролі

Берілген жұмыстың міндеттеріне өсімдіктердің стресс төзімділігінің адаптационды механизмдерін ашуға мүмкіндік беретін, өсімдікті клеткалық деңгейде қорғайтын антиоксидантты ферменттер комплексін зерттеу кірді. Қоршаған ортаның стрессті әсері кезінде антиоксидантты ферменттердің қызметін зерттеу практикалық селекция үшін үлкен стратегиялық маңызға ие.

Түйін сөздер: құрғақшылыққа төзімділіктің биохимиялық көрсеткіштері, оттегінің белсенді формалары, антиоксидант-ферменттер.

Z.B. Spankulova, T.E. Li, U.M. Orazbaeva

Role of the enzyme antioxidants in drought resistance of maize

The objectives of this research was to study the antioxidant enzyme complexes that protect the plants at the cellular level, which can reveal adaptation mechanisms of plant stress tolerance. Studying the antioxidant enzyme complexes under stress environment is of great strategic importance for practical breeding.

Key words: biochemical indices of drought resistance, reactive oxygen species (ROS), antioxidant enzymes.

Абиотические стрессы являются наиболее лимитирующими факторами продуктивности сельскохозяйственных культур. Засуха – одна из основных причин снижения урожайности растений [1, 2]. Поэтому повышение засухоустойчивости основных зерновых и зернобобовых культур, таких как пшеница, кукуруза, рис и соя, являющихся основным резервом для удовлетворения потребностей растущего населения земного шара в продуктах питания, является очень актуальной задачей [3]. С точки зрения агрономии засухоустойчивость – это не выживание растений в условиях засухи, а способность сохранять относительно высокий уровень урожайности в условиях дефицита воды [4, 5].

Выяснение механизмов адаптации растений к сочетанному действию высоких температур и

водного стресса является не только актуальной научной, но и практической задачей.

Кукуруза - одна из самых ценных сельскохозяйственных культур в мире по своим кормовым и продуктивным качествам. Жесткие гидротермические условия, связанные с глобальным потеплением, негативно влияют на рост, развитие и формирование урожая кукурузы.

Значительный вклад в устойчивость растений к комплексному действию стресс-факторов вносят неспецифические защитные системы [6]. Среди них особое место занимает антиоксидантная система. Некоторые авторы обнаружили прямую связь между уровнем индукции антиоксидантной системы и степенью засухоустойчивости растений.

Стресс сопровождается не только чрезмерной генерацией активных форм кислорода (*АФК*), но и изменением активности ферментов-антиоксидантов в ту или другую сторону. Полагают, что уровень антиоксидантной защиты и способность быстро среагировать на опасную ситуацию увеличением активности определяют устойчивость растений к стрессу [7].

Супероксиддисмутаза вместе с другими антиоксидантными ферментами защищает организм от постоянно образующихся высокотоксичных кислородных радикалов. Супероксиддисмутаза катализирует дисмутацию супероксида в кислород и пероксид водорода. Таким образом, она играет важнейшую роль в антиоксидантной защите практически всех клеток, так или иначе находящихся в контакте с кислородом.

Пероксидаза – гемсодержащий гликопротеид, который в разных изоформах присутствует практически во всех клеточных компартментах, включая и клеточную стенку. Пероксидазы способны восстанавливать перекись до воды, окисляя различные соединения.

Целью работы было исследование роли антиоксидантной системы в проявлении конститутивной и индуцированной устойчивости растений кукурузы к обезвоживанию. Для этого сопоставляли активность ключевых ферментов *СОД* и *ПОД* в физиологически нормальных условиях и при моделированной засухе.

Изучение функционирования антиоксидантных ферментных комплексов, защищающих растения на уровне клетки при стрессовых воздействиях окружающей среды, имеет большое стратегическое значение для практической селекции.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись предположительно засухоустойчивые сортообразцы кукурузы из мировой коллекции: раннеспелые ИКВ-6 – Украина, Россия; ИК65-1 – Украина; стандарт 05438- Казахстан, КазНИИЗиР с периодом вегетации 100-110 дней.

Растения выращивали в условиях оранжереи и на приусадебном участке ИББР, теплицы и полях КазНИИЗиР, пос. Алмалыбак. Подобраны оптимальные условия температурного, светового режимов, состава почвы, условий влагообеспечения и удобрений:

оптимальная интенсивность света $60-70 \cdot 10^3$ лк, температура 21° С, световой период 17 часов с использованием специальных ламп накаливания, полив до 50% полевой влагоемкости.

Проводилось моделирование стресса засухи для растений кукурузы в условиях фитотрона ИББР и тепличного комплекса КазНИИЗиР путем прекращения полива до 10 суток. Степень воздействия усиленного дефицита воды контролировалась по содержанию почвенной влаги. Усиление водного дефицита почвы проводили один раз за вегетацию кукурузы.

Моделирование стресса засухи для кукурузы было проведено в фазу наибольшей потребности растений в воде – в фазу 3-5 листьев, когда происходит дифференциация зачаточного стебля.

Образцы растений были отобраны на физиолого-биохимические анализы при появлении первых признаков увядания на 10 день развития стресса засухи. В качестве параметров, характеризующих состояние растений при стрессе засухи, использовали активность ферментов-антиоксидантов: супероксиддисмутаза (*СОД*) и пероксидаза (*ПОД*).

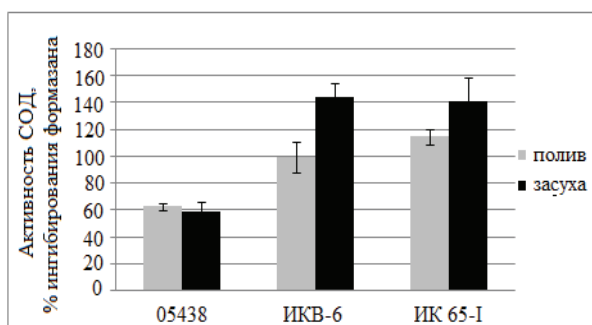
Определение активности *СОД* проведено по Beauchamp et. al., 1971 [8]. Определение активности *ПОД* проводили согласно методу Лебедева и др., 1977 [9]. Содержание белка анализировали по методу Лоури [10].

Результаты и их обсуждение

Исследовали активность антиоксидантных ферментов *СОД* и *ПОД* в физиологически нормальных поливных условиях и при моделированной засухе в листьях кукурузы в фазе 3-5-листочка.

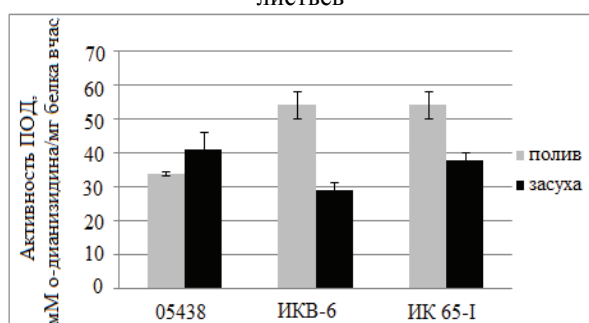
Анализ полученных данных по определению активности фермента *СОД* показал у сорта ИК65-1 заметное повышение активности на 40% в условиях засухи по сравнению поливом, а у сорта ИКВ-6 наблюдалось повышение активности *СОД* до 25% (Рисунок 1).

Результаты опытов по определению активности *ПОД* у кукурузы в фазе 3-5 листьев показали, что в условиях засухи для испытанных сортов ИКВ-6 и ИК65-1 идет понижение, а у стандартного сорта 05438 наблюдалось повышение активности (Рисунок 2).



Ось абсцисс: сортообразцы кукурузы 05438, ИКВ-6, ИК65-1

Рисунок 1 – Активность *СОД* в листьях 2х верхних ярусов кукурузы на поливе и при засухе в фазе 3-5 листьев



Ось абсцисс: сортообразцы кукурузы 05438, ИКВ-6, ИК65-1

Рисунок 2 – Активность *ПОД* в листьях кукурузы на поливе и при засухе в фазе 3-5 листьев

Биохимическое определение ферментативной активности *СОД* показало у сорта ИК65-1 заметное повышение активности на 40% в условиях засухи по сравнению поливом, а у сорта ИКВ-6 наблюдалось повышение активности *СОД* до 25%.

Биохимическое определение ферментативной активности *ПОД* у кукурузы в фазе 3-5 листьев показало, что в условиях засухи для испытанных сортов ИКВ-6 и ИК65-1 идет понижение, а у стандартного сорта 05438 наблюдалось повышение активности.

Литература

- 1 Chaves M.M., Oliveira M.M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture // J.Exp. Bot. - 2004. -V. 55. № 55. - P. 2365-2384.
- 2 Tester M., Langridge P. Breeding technologies to increase crop production in a changing world // Science. -2010. - V. 327. – P. 818-822.
- 3 Tardieu F. Plant tolerance to water deficit: physical limits and possibilities for progress // Comp. Rend. Geosci. - 2005. -V. 337.- P. 57-67.
- 4 Zhang J., Jia W., Yang J., Ismail A.M. Role of ABA in integrating plant responses to drought and salt stresses. // Field Crops Research. – 2006. –V. 97. – P. 111–119.
- 5 Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров. – Киев: Основа, 2010. – 351 с.
- 6 Helena M. Carvalho C. Drought stress and reactive ox-ygen species. Production, scavenging and signaling // Plant Signal Behav. – 2008. – V. 3. – P. 156-165.
- 7 Suzuki N, Mittler R. Reactive oxygen species and temperature stresses: A delicate balance between signaling and destruction // Physiol. Plant. – 2006. – V. 126. – P. 45-51.
- 8 Beauchamp C., Fridovich J. Superoxide Dismutase: Improved Assays and an Assay Applicable to Acrylamide Gels // Anal. Biochem. -1971.- V. 44. - P. 276-287.
- 9 Лебедева О.В., Угарова Н.Н., Березин И.В. Кинетическое изучение реакции окисления о-дианизидина H_2O_2 в присутствии пероксидазы хрена / Биохимия. - 1977. - Т.42. – С. 1372-1379.
- 10 Oliver H. Lowry, Nira J. Rosebrough, A.Lewis Farr and Rose J. Randall Protein measurement with the folin phenol reagent // J. Biol. Chem. -1951. –V.193. – P. 265-275.