

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССА НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

И. А. Жарина

(Учреждение образования «Могилевский государственный университет имени А. А. Кулешова»,
кафедра естествознания)

Стрессовое температурное воздействие приводит к увеличению содержания активных форм кислорода в клетках растений. Вследствие этого возрастает активность каталазы, что служит косвенным показателем степени воздействия стресса. Влияние предпосевного температурного воздействия и длительность его эффекта зависит от температуры, времени экспозиции и генотипа растения.

В связи с интенсивным антропогенным влиянием на природу актуальной проблемой физиологии растений стало изучение функционирования живых систем в этих условиях, их приспособления к неблаго-

приятным факторам и реакции на действие стрессов. Понимание механизмов устойчивости растительных организмов дает возможность разработать необходимые подходы и практические рекомендации по повышению адаптаций, снижению риска негативного воздействия стрессов и неблагоприятных факторов на природную среду, агроэкологические системы и человека [1].

Одним из ранних ответов на стрессовое воздействие абиотической, биотической и антропогенной природы является образование в клетках растений активных форм кислорода («окислительный взрыв»). Он представляет собой изменение в организме баланса между образованием активных форм кислорода (АФК) и активностью антиоксидантной защиты в пользу первого. Окислительный взрыв может быть центральным компонентом в интегрированной сигнальной системе, которая реализует ответ как в данном конкретном участке, так и на расстоянии. Около 1% кислорода, присутствующего в растении, превращается в активированный кислород в различных субклеточных локусах посредством многочисленных механизмов и сигнальных трансдукционных путей.

Радикалы кислорода и продукты их превращения представляют серьезную угрозу для живого организма, так как могут подавлять активность ферментов, вызывать мутации нуклеиновых кислот, деградацию биополимеров, изменять мембранную проницаемость и т.д.

Однако биологическая роль активного кислорода не только негативна. В отличие от выраженного разрушительного действия высоких доз, при относительно умеренных и низких неповреждающих концентрациях АФК вовлекаются в нормальный метаболизм клетки, участвуют в синтезе ряда веществ, выполняют роль ключевых сигнальных молекул, участвуют в регуляции важнейших биологических процессов, активируют транскрипционные факторы. Определенный низкий уровень их всегда присутствует в клетках и находится под контролем антиоксидантной системы (прооксидантно-антиоксидантное равновесие).

Известны два различных механизма защиты: уменьшение образования АФК и функционирование антиоксидантной системы.

Поддержание концентрации уже образовавшихся в клетке АФК на достаточно низком уровне и локализацию их действия осуществляет специализированная многокомпонентная антиокислительная система АОС (антиоксидантная система), от состояния которой во многом зависит устойчивость растений к стрессовым воздействиям. Важнейшими высокомолекулярными антиоксидантами растений, непосредственно обезвреживающими АФК, выступают специализированные ферментные системы (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионпероксидаза и т.д.) способные тормозить или устранять свободнорадикальное окисление органических веществ.

Ферменты-антиоксиданты, обеспечивающие комплексную защиту биополимеров от АФК, расположены в различных клеточных компартментах, имеют разную субстратную специфичность и сродство с активными формами кислорода. Ферменты АОС принимают участие в регуляции метаболизма в ходе онтогенеза и имеют особую важность для растений в обеспечении быстрой приспособленности к постоянно меняющимся условиям внешней среды [2].

Существенным фактором, влияющим на рост, развитие и формирование продуктивности сельскохозяйственных растений является температура. Поэтому целью нашего исследования являлось изучение температурного воздействия на активность важнейшего фермента антиоксидантной защиты растений – каталазы. Поскольку активность каталазы возрастает вследствие увеличения количества перекиси водорода в клетках, в том числе и в результате высокотемпературного воздействия, то этот параметр может служить косвенным показателем степени воздействия стресса.

Объектами исследования являлись семена разных классов растений, широко районированных сортов: льна-долгунца сорта Могилевский и овса посевного сорт Багач. Семена подвергали предпосевной температурной обработке в термостате при 30°C и 40°C в течение 1, 3, 6 и 24 часов. Контролем служили семена, не подвергавшиеся воздействию повышенных температур. После этого семена прорастивались в чашках Петри согласно ГОСТ 12038-84 «Всхожесть семян». Активность каталазы определялась у 3-х, 7-ми и 10-тидневных проростков растений титриметрическим методом (по Баху и Опарину).

Результаты исследования показали, что температурное воздействие 30°C на семена льна-долгунца достоверно снижает активность каталазы у 3-хдневных проростков и также достоверно повышает у 7-ми 10-тидневных. Не выявлено закономерности между временем воздействия повышенной температуры и значениями активности фермента. А вот предпосевная температурная обработка при 40°C семян льна-долгунца во всех вариантах приводила к повышению активности каталазы относительно контроля. У трехдневных проростков с увеличением времени воздействия температуры от 1 часа до 6 часов активность каталазы возрастала от 25% до 40% относительно контроля. Однако температурная экспозиция 24 часа повышала активность каталазы только на 20% относительно контроля, что может объясняться достаточным временем для адаптации растений и включением второго механизма защиты – уменьшения образования АФК. У 7-ми и 10-тидневных проростков проявление температурного воздействия проявля-

лось в меньшей степени и активность каталазы была выше контроля на 15-25% с той же зависимостью от времени экспозиции.

Данные влияния температуры на активность каталазы у проростков овса несколько отличаются. При воздействии 30°C у трехдневных проростков отмечено снижение активности фермента на 3–40% относительно контроля пропорционально времени воздействия повышенной температуры. Маловероятно, что это вызвано ингибированием фермента, скорее эффект вызван снижением количества АФК за счет разрушения ферментами или низкомолекулярными антиоксидантами в первые часы после эксперимента или снижением образования перекиси водорода. У 7-ми и 10-тидневных проростков не наблюдалось достоверных отличий в опытных и контрольных вариантах. При воздействии 40°C у проростков овса наблюдалось повышение активности каталазы с такой же закономерностью, как описана для проростков льна. Однако активность каталазы у овса в меньшей степени модифицировалась температурным воздействием, чем у проростков льна, и повышение составляло 3-12% относительно контроля пропорционально времени экспозиции.

Таким образом, предпосевное воздействие повышенных температур является стрессовым фактором и вызывает повышение активности ферментов антиоксидантной защиты (каталазы). Степень влияния температурного воздействия и длительность его эффекта зависит от температуры, времени экспозиции и генотипа растения.

Литература

1. Кобилов, Ю. Влияние почвенной засухи на биологическую продуктивность соргов твердой пшеницы / Ю. Кобилов, А. Эргашев, А. Абдулаев // Доклады академии наук Республики Таджикистан. – 2012. – № 11. – С. 902–906.
2. Половникова, М.Г. Экофизиология стресса / М. Г. Половникова // Электронное учебное пособие. – Йошкар-Ола, 2010.