

Пероксидазы растений – источник активных форм кислорода в стрессовых условиях

Часов А.В., Гурьянов О.П., Минибаева Ф.В.

Казанский институт биохимии и биофизики Казанского научного центра Российской академии наук

e-mail: chasov@kibb.knc.ru

Plant peroxidases as a source of reactive oxygen species under stress

Chasov A.V., Gurjanov O.P., Minibayeva F.V.

Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics of Kazan Science Centre of the Russian Academy of Sciences

В настоящее время считается установленным фактом, что активные формы кислорода (АФК) являются вторичными посредниками, необходимыми для нормальной жизнедеятельности растений, а именно: для роста, развития или старения. Одним из основных источников АФК на клеточной поверхности, первой испытывающей на себе стрессовое воздействие, является экстраклеточная пероксидаза. Активирование пероксидазы может происходить при самых разнообразных воздействиях биотической и абиотической природы. При этом наблюдаются как качественные, так и количественные изменения в изоферментном спектре пероксидаз. Вероятно, что стрессовый сигнал может восприниматься непосредственно плазмалеммой, что приводит к её модификации, изменению ионных потоков, сдвигу рН апопласта в щелочную сторону и выходу восстановителей, тем самым создаются условия для апопластного окислительного взрыва, в котором участвует пероксидаза. Интересно, что при стрессе может не происходить высвобождения из цитоплазмы вновь синтезированных или существующих внутриклеточных пероксидаз. Активирование пероксидазы в стрессовых условиях в первую очередь обусловлено присутствием в плазмалемме и клеточной стенке высокомолекулярных слабо- и ионносвязанных изоформ данного фермента. Известно, что окисление субстратов пероксидазы идет по радикальному механизму. Не исключено, что решающее значение для стресс-индуцированного окислительного взрыва в растительных клетках имеет субстрат – субстратное взаимодействие, активирующее АФК-образующую пероксидазу. Так, при окислении пероксидазами множественных субстратов с резко различающейся реакционной способностью наблюдаются эффекты взаимной активации или ингибирования. При этом происходит активация окисления медленно окисляемого субстрата и частичное или полное ингибирование превращения быстро окисляемого субстрата (активатора). Такое взаимодействие субстратов можно объяснить следующим образом: образуется полуокисленный продукт быстрого субстрата, который окисляет медленный субстрат. Роль пероксидазы в этом случае сводится к генерированию промежуточных свободноради-

кальных соединений, а полуокисленные субстраты (свободные радикалы) находятся в растворе и не связаны с ферментом. Например, фенольные радикалы могут взаимодействовать между собой и с кислородом, образуя супероксид и ортохинон. Поскольку в апопласте всегда присутствует пул растворимых пероксидаз и, вероятно, медленно окисляемых субстратов, можно полагать, что для индукции окислительного взрыва достаточно высвобождения небольшого количества быстро окисляемого субстрата или какого-либо кофактора. Последующее нарастание ответа может осуществляться как за счёт высвобождения дополнительного количества изоферментов, так и за счёт появления субстратов. Таким образом, ключевая роль экстраклеточной пероксидазы заключается в выполнении ею защитной функции, осуществляемой, в том числе, путём регуляции баланса АФК в апопласте растительных клеток.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ-NRF (ЮАР), грант № 14-04-93962.