

РОЛЬ ПОДВИЖНЫХ ПЕРЕНОСЧИКОВ ЭЛЕКТРОНОВ В ФОРМИРОВАНИИ ОТВЕТНОЙ РЕАКЦИИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА *HORDEUM VULGARE* ПРИ ТЕПЛОВОМ СТРЕССЕ

Н. Л. Пшибытко

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Температура является одним из основных стрессовых факторов, ограничивающих фотосинтетическую активность, рост и продуктивность растений. Наряду с термоиндуцированным лимитированием фотосинтеза за счет снижения устьичной проводимости, показаны многочисленные молекулярные механизмы температурно-зависимых изменений в пигмент-белковых комплексах тилакоидных мембран, включая диссоциацию свето-собирающего комплекса, разрушение белка D1 реакционного центра ФС2, высвобождение Mn-стабилизирующего 33-кДа белка из корового центра ФС2, выход Mn из водоразлагающего комплекса, изменение пространственной конфигурации Q_v-связывающего сайта ФС2. В настоящей работе протестирована гипотеза, согласно которой редокс-состояние подвижных переносчиков электронов, пластохинонов и ферредоксинов, отражающее состояние электрон-транспортной цепи хлоропластов, регулирует ее функциональную активность при тепловом стрессе. Исследованы параметры флуоресценции хлорофилла *a*, характеристики окислительно-восстановительного состояния P700, пластохинонов, ферредоксина и пластоцианина в проростках *Hordeum vulgare* L. Обнаружено, что воздействие повышенной температуры (40 °С 3 ч) снижало уровень восстановленных пластохиноновых молекул, уменьшало размер фотоактивного и увеличивало нефотоактивный пул пластохинонов. С использованием искусственных хинонов, 2,6-дихлор-1,4-бензохинона и 2,6-диметоксибензохинона показано, что термоиндуцированное подавление потока электронов между Q_A⁻ и Q_B было обусловлено увеличением уровня восстановленности пластохинонового пула. Кроме того, тепловая обработка вызывала накопление восстановленного ферредоксина и активизацию альтернативных потоков электронов от ферредоксина с участием пластохинонов. Повышенная температура ингибировала циклический поток электронов, катализируемый ферредоксин-пластохинон редуктазой (FQR). Вызванное нагреванием снижение циклического и линейного потока электронов компенсировалось активацией транспорта электронов, катализируемого НАДН дегидрогеназа-подобным комплексом (NDH). Также было выявлено термоиндуцированное повышение транскрипции *ndhA* и *ndhF* генов, кодирующих субъединицы NDH. Инфильтрация листьев 2,6-дихлорфенолиндофенолом, искусственным акцептором электронов ФС1, предотвращала термоиндуцированное снижение восстановленности пластохинонов и изменения FQR-зависимого циклического электронного транспорта и qE. В то же время, данная обработка не влияла на термоиндуцированное подавление линейного электронного транспорта и перераспределение пластохинонов из фотоактивного в нефотоактивный пул. На основании полученных данных сделан вывод, что снижение эффективности донирования электронов от пластоцианина к ФС1 и акцептирования электронов ферредоксином могло быть причиной термоиндуцированного подавления FQR-зависимого циклического электронного транспорта, в то время как уменьшение размера фотоактивного пула пластохинонов потенциально являлось причиной ингибирования линейного потока электронов при тепловом стрессе.