

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ФОТОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ГИПЕРТЕРМИИ И ДЕЙСТВИЯ КРАСНОГО СВЕТА, АДРЕСОВАННОГО ФИТОХРОМУ, В ЗЕЛЕННЫХ ПРОРОСТКАХ ЯЧМЕНЯ

Доманская И.Н., Цеханович И.А.

Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Исследована роль ключевых фитохромов (ФХ) в регуляции состояния фотосистемы (ФС)1 и ФС2 в зеленых проростках ячменя в нормальных физиологических условиях и при стрессовом воздействии в виде теплового шока (ТШ). Использовали проростки ячменя (*Hordeum vulgare* L.), выращенные 5-6 дней в условиях 14-часового фотопериода ($120 \text{ мкмоль квантов м}^{-2}\text{с}^{-1}$) при температуре 22°C. Тепловую обработку интактных проростков проводили в термостате ТС-80М-2 в течение 2 ч при 40°C. Для перевода ФХ в активную и неактивную формы зеленые проростки ячменя облучали красным светом (КС) с помощью светодиодных ламп с $\lambda=660 \text{ нм}$ или дальним красным светом (ДКС) с $\lambda=732 \text{ нм}$, либо последовательным сочетанием этих двух освещений, после чего выдерживали растения в темноте 40 мин. Для КС интенсивность света была 1 Вт/м^2 , а для ДКС – $2,5 \text{ Вт/м}^2$. Параметры, характеризующие фотохимическую активность ФС1 и ФС2, определяли путем прижизненной регистрации индукции флуоресценции хлорофилла в интактных листьях ячменя после тепловой и ФХ обработок и последующей адаптации листьев к темноте в течение 20 минут с помощью РАМ-флуориметра «Dual-РАМ-100» (Walz, Германия).

Адаптация фотосинтетического аппарата в качестве одного из быстрых механизмов реагирования включает нефотохимическое тушение флуоресценции хлорофилла (НТФ). Три из четырех параметров НТФ в «шокированных» проростках показали более чем двукратное уменьшение по сравнению с контролем. Последующее освещение КС не изменяло эти параметры по сравнению с контролем. Облучение ДКС полностью нивелировало действие ТШ. После ТШ также зарегистрировано снижение максимального уровня флуоресценции (Fm) ФС2 на 15%, уменьшение потенциального (Fv/Fm) – на 8% и эффективного ($\phi(\text{ФС2})$) квантовых выходов ФС2. На 70% уменьшилась эффективность переноса электронов в пределах ФС2 по сравнению с контролем. Дальнейшее освещение КС приводило к восстановлению этого параметра ФС2. Параметры, характеризующие работу ФС1, в таких условиях показали активацию цикла Кальвина в «шокированных» проростках. Последующее облучение низкоинтенсивным КС восстанавливало первоначальные параметры ФС1, а освещение ДКС не изменяло их по сравнению с контролем. Спектральная характеристика использованного освещения такова, что наблюдаемые эффекты можно объяснить ФХ-В-активацией. Таким образом, экспериментально показано, что в условиях ТШ подавляется электронный транспорт как на донорной, так и на акцепторной стороне ФС2. В таких условиях ослабляется интенсивность фотохимических реакций в ФС2 и снижается активность ФС1. Освещение светом, адресованным разным спектральным формам ФХ, оказывает регулирующее действие в восстановлении нарушенного при ТШ НТФ хлорофилла ФС2 и активности ФС1. Такое влияние ФХ на поврежденные ТШ растения, по-видимому, вызывает адаптацию фотосинтетического аппарата и позволяет ослабить накопление активных форм кислорода в хлоропластах.

Работа выполнена при поддержке гранта БРФФИ Б18АЗГ-003 (Беларусь-Азербайджан).