

Фитохромная регуляция стресс-устойчивости фотосинтетического аппарата высших растений**Научный руководитель – Креславский Владимир Данилович***Шмарев А.Н.¹, Худякова А.Ю.¹*

1 - Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, Россия

Известен ряд механизмов адаптации фотосинтетического аппарата (ФА) к развитию окислительного стресса. К ним относятся сдвиг баланса оксидантов - антиоксидантов, увеличение скорости восстановления фотохимической активности фотосистемы 2 (ФС2). Ранее мы предположили, что в регуляции некоторых из этих механизмов адаптации ФА к стрессовым факторам может участвовать фитохромная система. С использованием мутанта *Arabidopsis thaliana* с дефицитом фитохрома В (ФхВ) *hy3* было обнаружено, что дефицит ФхВ приводит к снижению устойчивости ФС2 к УФ-А радиации. Однако, часто в фотоморфогенетических процессах, которые регулируются фитохромом, участвует и другой ключевой фитохром - фитохром А (ФхА). Поэтому было проведено детальное исследование влияния УФ-В радиации на фотосинтетические процессы в растениях арабидопсиса дефицитных одновременно по ФхА и ФхВ (двойной мутант, ДМ) по сравнению с растениями дикого типа (ДТ) и мутантом *hy3*. Растения выращивали в контролируемых условиях под светом белых люминесцентных ламп или красных светодиодов при интенсивности света 130 мкмоль квантов м⁻² с⁻¹ с фотопериодом 12 ч или 16 ч. Растения кратковременно (0.5-2 ч) облучали УФ-В, используя различные дозы (2-7 кДж м⁻²). Для оценки состояния ФА растений измеряли флуоресценцию хлорофилла а, отражающую активность ФС2, с помощью РАМ-флуориметрии и JIP-теста. Дефицит фитохромов приводил к снижению содержания фотосинтетических пигментов и УФ-поглощающих пигментов (УФПП), к снижению скорости фотосинтеза (Pn) (определяемой по поглощению CO₂/м²с) при насыщающей интенсивности света, при этом активность ФС2 не изменялась. Содержание каротиноидов и хлорофиллов *a* и *b* у 25-дн. растений ДМ было на 20-25% ниже, скорость фотосинтеза была ниже на 32%, а количество УФПП в 3.5 раза меньше, чем у ДТ. Выращивание растений на красном свете (максимум 660 нм), когда криптохромы не активны, приводило к заметному снижению активности ФС2 у ДМ по сравнению с ДТ. Разница между ДТ и мутантом *hy3* была менее выражена. Было показано, что максимальный и эффективный квантовые выходы ФС2 при действии УФ-В снижались сильнее у ДМ по сравнению с ДТ. Количество Q_B-невосстанавливающих комплексов в реакционном центре ФС2 и эффективность диссипации поглощенной энергии света в тепло были выше у ДМ, чем у ДТ. Устойчивость ФС2 к УФ-В облучению ниже у ДМ по сравнению с растениями ДТ, выращенными как на белом или красном свете. Обнаружена особенно заметная разница в снижении скорости фотосинтеза и показателей фотохимической активности ФС2 в результате действия УФ-В у растений ДТ и ДМ, выращенных на красном свете, когда не активна криптохромная система. Пониженная устойчивость ДМ согласуется с пониженной активностью общего пула пероксидаз и сниженным биосинтезом каротиноидов и УФПП в листьях растений облученных УФ-В. Сделано заключение, что устойчивость ФА к УФ-В и свету высокой интенсивности в значительной степени зависит как от наличия ключевых у растений фитохромов А и В, так и фоторецепторов синего света криптохромов. Предполагается, что пониженная устойчивость ДМ к УФ-В и фотоингибированию по сравнению с ДТ является следствием пониженного содержания у мутанта УФПП и каротиноидов, а также пониженной активности ряда антиоксидантных ферментов, таких как аскорбатпероксидаза.