

Т. В. БАВРИНА

**ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ДНЯ НА ФОТОХИМИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ
ХЛОРОПЛАСТОВ ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ
ФОТОПЕРИОДИЧЕСКИХ ГРУПП**

(Представлено академиком М. Х. Чайлазяном 26 III 1969)

Как было показано раньше, длина дня оказывает большое влияние на пластидные пигменты — их содержание, термостабильность хлорофилл-белково-липоидного комплекса, устойчивость к воздействию темноты (1-3). Однако как в наших работах, так и в исследованиях других авторов не был рассмотрен вопрос о влиянии длины дня на фотохимическую активность хлоропластов, т. е. на их основную функцию, с которой ближе всего может быть связана роль фотосинтеза в фотопериодической реакции зацветания.

Согласно современным представлениям, одной из функций хлоропластов является превращение световой энергии в химическую энергию с образованием активного восстановителя (НАДФ-Н₂) и АТФ. Оба этих процесса настолько тесно сопряжены друг с другом, что очень часто по скорости одного процесса судят о скорости другого (4, 5).

В качестве показателя фотохимической активности в наших исследованиях была взята способность изолированных хлоропластов осуществлять реакцию Хилла. Объектами исследований были длиннодневные виды — рудбекия (*Rudbeckia bicolor* Nutt), белена (*Hyoscyamus niger* L.), короткодневный вид — лебеда (*Helipodium amaranticolor* L.), нейтральный вид — бобы русские (*Vicia faba* L.)

Опыты проводились в факторостатной камере при 20° и освещении 6000 лк от люминесцентных ламп ЛБ-80; длинный день (ДД) был 18 час., короткий день (КД) 9 час. в сутки.

До начала опыта растения рудбекии, белены и лебеды находились на длине дня, неблагоприятной для их развития. Растения бобов с момента всходов делили на две группы: одна находилась на длинном дне, а другая на коротком. Хлоропласты выделяли по методу Арнона (6).

Предварительно были подобраны среды для выделения наиболее активных хлоропластов. Для выделения хлоропластов из листьев рудбекии была использована среда, включающая 0,5 М сахарозу, 0,01 М NaCl, 0,02 М трис-буфер pH 7,6 и 0,01 моля аскорбата натрия. Для выделения хлоропластов из листьев белены, лебеды и бобов была использована та же среда, только без аскорбата натрия.

Инкубационная среда для реакции Хилла включала 0,5 М сахарозу, 0,01 М NaCl, 0,01 М трис-буфер pH 7,6 и 3 мк моля феррицианида. Конечный объем всей инкубационной среды был 4,5 мл. Фотохимическую актив-

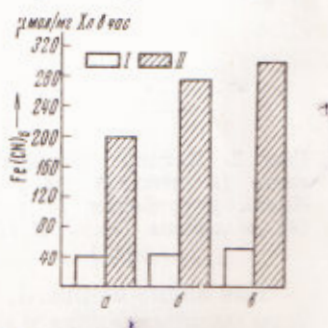


Рис. 1. Фотохимическая активность хлоропластов, выделенных из листьев рудбекии (а), белены (б) и лебеды (в). Реакция Хилла. I — без добавления метиламина, II — в присутствии метиламина

ность хлоропластов определяли при температуре 20° и освещении, полученном от кинолампы с водным экраном. Реакцию останавливали добавлением трихлоруксусной кислоты. Активность реакции Хилла выражали в микромолях восстановленного феррицианида на 1 мг хлорофилла за час. Количество восстановленного феррицианида определяли на СФ-4 по изменению оптической плотности раствора при 400 м μ . Содержание хлорофилла определяли в ацетоновых экстрактах и рассчитывали по формуле, предложенной Бруинсма (7).

Известно, что при выделении хлоропластов происходит частичное их разрушение на более мелкие фрагменты. При этом чем более деградированы хлоропласты, тем в большей степени они способны осуществить реакцию Хилла (4, 5, 8). В свою очередь, степень распада пластид может зависеть от их исходной нативной структуры. На целых листьях было показано, что от структуры хлоропластов зависит фотосинтетическая активность (9, 10). Вполне возможно, что при выделении хлоропластов из листьев растений, находившихся в разном физиологическом состоянии, может происходить неодинаковая степень их деградации.

Поэтому наряду с определением реакции Хилла в исходной суспензии хлоропластов проводилось определение фотохимической активности хлоропластов с добавлением разобщителя реакции Хилла и фосфорилирования — метиламина (8). Применение метиламина дало возможность исключить влияние различной степени деградации хлоропластов при варьировании опыта и наиболее полно выявить потенциальную фотохимическую активность хлоропластов из листьев растений, находившихся на разной длине дня. Метиламин добавлялся в количестве 0,27 ммоль на 4,5 мл инкубационной среды.

Как видно на рис. 1, у хлоропластов из листьев рудбекии, белены и лебеды реакция Хилла в присутствии метиламина в 5—7 раз выше, чем без метиламина, т. е. реакция Хилла в хлоропластах при повреждении механизма сопряжения выше, чем без повреждения.

Фотохимическая активность хлоропластов повышается с увеличением интенсивности света, которым освещалась суспензия (рис. 2). Количество восстановленного феррицианида пропорционально времени освещения. Так, в одном из опытов с хлоропластами рудбекии за 5 мин. восстановилось 8,5 μ моля феррицианида, а за 10 мин. — 18,4 μ моля.

Нужно отметить, что во всех опытах с хлоропластами из листьев растений как с короткого, так и с длинного дня наблюдалась стимуляция реакции Хилла при добавлении метиламина, при увеличении интенсивности и длительности освещения. Таким образом, можно считать, что мы имели дело с функционально полноценными хлоропластами.

В наших опытах средний уровень реакции Хилла без метиламина составлял 40—120 μ мол. феррицианида на 1 мг хлорофилла в час, а с метиламином соответственно 180—320 μ мол. Для каждой культуры было проведено по несколько определений активности хлоропластов. На рис. 3 и в табл. 1 приводятся результаты по одному из многочисленных опытов. Видно, что фотохимическая активность хлоропластов длиннодневного вида, рудбекии, выше в листьях растений, находящихся на длинном дне, по

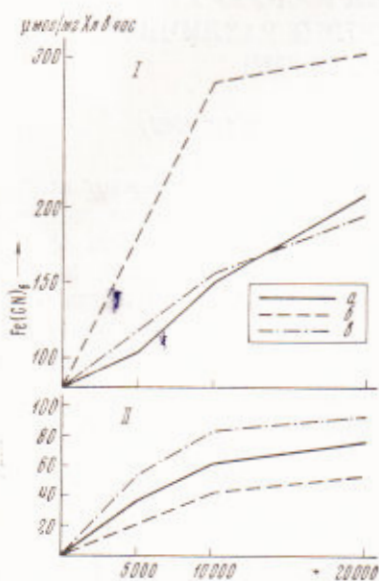


Рис. 2. Влияние интенсивности света (в люксах) на реакцию Хилла у рудбекии (а), белены (б) и лебеды (в). I и II — см. рис. 1

сравнению с растениями с короткого дня. Это обнаруживается как при определении реакции Хилла при сохранении механизма сопряжения с фосфорилированием (реакция Хилла без метиламина), так и при определении активности хлоропластов в отсутствие сопряжения (реакция Хилла без метиламина).

В двух случаях из 15 определений, у рудбекии при перестановке с короткого дня на длинный через 5—6 дней наблюдалось падение активности

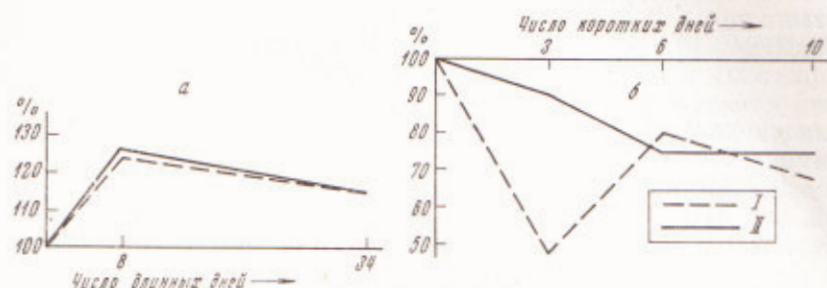


Рис. 3. Влияние длины дня на фотохимическую активность хлоропластов в листьях рудбекии (а) и лебеда (б). I и II — то же, что на рис. 1. За 100% принята фотохимическая активность хлоропластов на неблагоприятном фотопериоде

хлоропластов. Но в остальные сроки взятия проб фотохимическая активность хлоропластов всюду была выше на длинном дне. У другого представителя длиннодневных видов — белены так же, как у рудбекии, реакция Хилла была выше у хлоропластов из листьев растений с длинного дня (табл. 1).

Таблица 1

Влияние длины на реакцию Хилла (μ мол. $\text{Fe}(\text{CN})_6$ на 1 мг хлорофилла в час)

Фотопериодическая группа	Культура	Фото-период	Реакция Хилла	
			без МА *	с МА
Длиннодневные виды	Рудbeckия	8ДД	48	250
		КД	40	198
	Белена	10ДД	56	282
Короткодневный вид	Лебеда	КД	48	232
		ДД	92	408
		6КД	76	318
Нейтральный вид	Бобы	ДД	106	—
		КД	78	—

* МА — метиламин.

В противоположность нашим данным, в литературе есть указание на то, что у длиннодневного вида, шпината, реакция Хилла выше у хлоропластов с короткого дня (11). Однако сейчас трудно объяснить расхождение наших данных с указанным фактом, ибо не известны подробности методики исследования в опытах со шпинатом.

У короткодневного вида, лебеда (рис. 3, табл. 1), при перестановке с неблагоприятного для развития длинного дня на индуцирующий цветение короткий день происходит снижение активности реакции Хилла как с метиламином, так и без него. Иными словами, у короткодневного вида, так же как и у испытанных длиннодневных видов, в листьях растений, находившихся на длинном дне, фотохимическая активность хлоропластов выше, чем в листьях растений с короткого дня.

У нейтрального вида — бобов (табл. 1) в листьях растений с длинного дня активность реакции Хилла также выше, чем в листьях растений на коротком дне.

Таким образом, в результате проведенных исследований было обнаружено, что под влиянием длины дня происходит изменение функциональной активности хлоропластов. Независимо от фотопериодической группы растений, реакция Хилла у хлоропластов, выделенных из листьев растений с длинного дня, выше, чем у хлоропластов, выделенных из листьев растений с короткого дня.

Следовательно, у длиннодневных видов — рудбекии и белены индукция благоприятным для цветения длинным днем вызывает повышение способности к осуществлению реакции Хилла. У короткодневного вида — лебеды индукция благоприятным для цветения днем вызывает торможение фотохимической активности хлоропластов.

На основании изложенных экспериментальных данных можно предположить, что цветение длиннодневных видов в большей степени зависит от работы фотосинтетического аппарата, чем цветение короткодневных.

Институт физиологии растений
им. К. А. Тимирязева
Академии наук СССР
Москва

Поступило
8 III 1969

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. Х. Чайлахян, Т. В. Баврина, Физиол. раст., 4, в. 4, 312 (1957).
² Т. В. Баврина, Физиол. раст., 13, в. 4, 578 (1966). ³ Т. В. Баврина, ДАН, 167, № 2, 464 (1966). ⁴ Д. Арнон, Структура и функция фотосинтетического аппарата, 1962, стр. 181. ⁵ А. Ягендорф, Структура и функция фотосинтетического аппарата, ИЛ, 1962, стр. 237. ⁶ D. Arnon, M. B. Allen, F. R. Whatley, Biochim. et biophys. acta, 20, 449 (1956). ⁷ Y. Bruinsma, Biochim. et biophys. acta, 52, № 3, 576 (1964). ⁸ I. Seikichi, N. E. Good, Biochim. et biophys. acta, 109, 372 (1965).
⁹ О. П. Осипова, Н. И. Ашур, Физиол. раст., 11, 369 (1964); 12, 257 (1965). ¹⁰ Т. Е. Кислякова, Б. М. Голубкова, И. И. Богачева, Физиол. раст., 14, в. 1, 5 (1967). ¹¹ Физиол. раст., 13, в. 4, Хроника, 1966.