

В. И. БАБЕНКО, А. К. КВАСЮК

**К ВЫЯСНЕНИЮ ПРИРОДЫ РЕАКЦИИ ФИТОХРОМА
НА ОБЛУЧЕНИЕ КРАСНЫМ И ДАЛЬНИМ КРАСНЫМ СВЕТОМ**

(Представлено академиком М. Х. Чайлаханом 30 I 1970)

В настоящее время можно считать доказанным, что воздействие света на растительные организмы осуществляется при участии нескольких фоторецепторных систем. Одна из фотоактивных каталитических систем, получившая название фитохромной, обуславливает регуляцию разнообразных физиолого-биохимических процессов у растений путем взаимодействия красного (КС) и дальнего красного (ДКС) света. Проведенными исследованиями (¹⁻³) установлено, что две взаимопревращающиеся формы пигмента фитохрома с максимумами поглощения КС при 650—680 мμ и ДКС при 710—740 мμ контролируют обратимую фотохимическую реакцию КС — ДКС. При этом, по имеющимся данным (^{4, 5}), под влиянием КС неактивная, стабильная форма фитохрома, с максимумом поглощения 650—680 мμ, превращается в активную форму, с максимумом поглощения 710—740 мμ. При освещении ДКС, а также в темноте происходит обратное превращение фитохрома.

Несмотря на интенсивное изучение фитохромной системы, многие вопросы, касающиеся природы ее функционирования, остаются не вполне ясными. Среды недостаточно выясненных особо важное значение имеет физико-химический характер активации (возбуждения) фитохрома при воздействии КС.

Согласно выдвинутым предположениям (^{6, 7}), которые исходят из признания существования у фитохрома прочной связи между хромофорной группой и белковым компонентом, взаимобратимое превращение одной формы этого пигмента в другую может быть связано с конформационными превращениями белка. Допускается (⁸), что активная форма фитохрома имеет более «открытую» структуру белкового компонента, что увеличивает возможность его атакваемости.

Цель нашей работы заключалась в исследовании конформационных изменений белкового компонента фитохрома некоторых злаковых растений при облучении его КС и ДКС.

В опыт были взяты этиолированные проростки озимой пшеницы Одесская 16, яровой пшеницы Лютеценс 1163, кукурузы Одесская 10 и ярого ячменя Черноморец, выращенные при 22—24° в течение трех (1-й опыт) и четырех (2-й опыт) суток. Продолжительность облучения КС и ДКС полученного раствора фитохрома составляла 6 мин.

При исследовании структурного состояния облученного КС и ДКС фитохрома учитывали оптические характеристики растворов белкового компонента этого пигмента при различных значениях рН, которые связаны с внутренней структурой молекулы. Спектральные изменения, возникающие в растворах белков при изменении величины рН, как известно (^{9, 10}), обусловлены конформационными изменениями белковых молекул. В качестве количественной характеристики конформационных изменений белков использовали отношение оптических плотностей аликвотных белковых растворов при рН 10 и 7, известное под названием коэффициента ионизации боковых групп (к.и.б.г.). Увеличение к.и.б.г. при соответствующих длинах

Величина к.и.б.г. белкового компонента фитохрома, выделенного из этиолированных проростков злаковых растений при облучении КС и ДКС

Вид и сорт растения	№ опыта	Облуч. КС (660 мμ)		Облуч. ДКС (730 мμ)	
		240 мμ	285 мμ	240 мμ	285 мμ
Пшеница озимая	1	0,981	0,899	0,953	0,865
Одесская 16	2	1,013	0,903	0,968	0,878
Пшеница яровая	1	0,946	0,965	0,917	0,931
Лютеценс 1163	2	0,971	0,974	0,933	0,940
Кукуруза Одесская 10	1	1,022	0,964	0,973	0,958
	2	1,043	0,993	0,959	0,834
Ячмень яровой Черноморец	1	1,011	0,879	0,959	0,834
	2	1,028	0,887	1,005	0,839

волн (285 мμ для тирозина и 240 мμ для цистеина) может свидетельствовать о степени высвобождения функциональных групп и, следовательно, о наличии конформационных изменений белков (переход типа «клубок — спираль»). Детальное описание использованной в нашем эксперименте методики определения величины к.и.б.г. белковых растворов содержится в одной из опубликованных нами ранее работ (11).

Проведенные исследования показали, что облучение КС и ДКС обуславливает изменение величины к.и.б.г. белкового компонента фитохрома, выделенного из этиолированных проростков злаковых растений. При этом изменение величины к.и.б.г. оказывается достаточно хорошо выраженным как для SH-групп цистеина, высвобождение которых вызывает сдвиг в области спектра 240 мμ, так и для OH-групп, которые при деблокировании обуславливают смещение спектра в области 285 мμ. Облучение раствора фитохрома КС сопровождается возрастанием величины к.и.б.г. белкового компонента, а последующее облучение ДКС вызывает уменьшение значения этого показателя (см. табл. 1). Таким образом, ДК-радиация вызывает противоположное К-радиации воздействие на белковый компонент фитохрома злаковых растений, находившихся в опыте.

Полученные данные, свидетельствующие об изменении оптической характеристики белкового компонента фитохрома, по-видимому, можно рассматривать как следствие конформационных изменений белковых молекул под влиянием облучения КС — ДКС. Можно предположить, что более высокие значения к.и.б.г., характерные для активной формы фитохрома (с максимумом поглощения 710—740 мμ), образующейся после облучения КС, могут свидетельствовать о конформационных изменениях белковых молекул этого пигмента типа «клубок — спираль», в результате чего происходит высвобождение боковых функциональных групп. Последнее обуславливает увеличение атакуемости белковых молекул и, следовательно, повышение реакционной их способности.

Уменьшение значения к.и.б.г., которое наблюдается при переходе активной формы фитохрома в неактивную (с максимумом поглощения 650—680 мμ), по-видимому, связано с конформацией белков типа «спираль — клубок». При этом белковые молекулы пигмента укладываются в глобулы и вследствие этого заметно снижают свою реакционную способность.

Таким образом, полученные в нашем эксперименте данные в определенной мере могут служить косвенным подтверждением правильности гипотезы (6, 7) о конформационных изменениях белкового компонента фитохрома как непосредственной причине взаимопревращения одной формы этого пигмента в другую.

Однако, если по вопросу исследования физико-химической природы возбуждения фитохрома получены немногочисленные сведения, по большей части имеющие характер косвенных доказательств, то вопрос о непосредственных механизмах участия активированного светом фитохрома в биохимических процессах остается совершенно неясным. Поэтому представляется целесообразным дальнейшее изучение как природы взаимопревращения различных форм фитохрома, так и механизма передачи сигнала от возбужденного фитохрома к важнейшим звеньям метаболических процессов.

Всесоюзный селекционно-генетический институт

Всесоюзной Академии сельскохозяйственных наук
им. В. И. Ленина
Одесса

Поступило
28 I 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ H. Borthwick, S. Hendricks, M. Parker, Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., 38, № 9, 929 (1952). ² S. Hendricks, H. Borthwick, R. Downs, Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., 42, 19 (1956). ³ W. Hillman, Ann. Rev. of Plant Physiol., 18, 301 (1967). ⁴ H. Borthwick, S. Hendricks, Sci., 132, 1223 (1960). ⁵ С. Хендрикс, Биологические часы, М., 1964, стр. 403. ⁶ H. Siegelman, IV Intern. Photobiol. Congr. Authors' Abstr., Oxford, 1964, p. 85. ⁷ W. Hillman, Ann. Rev. of Plant Physiol., 18, 301 (1967). ⁸ H. Lane, H. Siegelman et al., Plant Physiol., 38, 4, 414 (1963). ⁹ J. L. Crammer, A. Neuberger, Biochem. J., 37, 302 (1943). ¹⁰ J. Ungar, E. Ascheim et al., J. Gen. Physiol., 40, 635 (1957). ¹¹ В. И. Бабенко, С. В. Бирюков, А. Г. Инкина, Физиол. раст., 16, 921 (1969).