

В. Б. ЕВСТИГНЕЕВ и В. А. ГАВРИЛОВА

СРАВНЕНИЕ ФОТОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХЛОРОФИЛЛА, ФЕОФИТИНА, ФТАЛОЦИАНИНА И ЕГО МАГНИЕВОГО КОМПЛЕКСА

(Представлено академиком А. Н. Терениным 6 VII 1950)

Хлорофилл отличается от феофитина, так же как и магниевый комплекс фталоцианина от собственно фталоцианина, присутствием в их молекуле атома магния.

Сравнение фотохимических свойств этих соединений представляет интерес прежде всего для изучения роли хлорофилла в первичном акте фотосинтеза и выяснения значения, которое имеет магний в этом процессе.

В литературе ((¹), стр. 461) имеются указания, что удаление магния из молекулы хлорофилла понижает его способность к алломеризации, которая, повидимому, представляет собою присоединение кислорода по месту одного из атомов водорода цикlopentанового кольца.

Согласно имеющимся в настоящее время экспериментальным данным, участие хлорофилла в процессе фотосинтеза может быть связано с его окислительно-восстановительными свойствами, вследствие чего интересно было прежде всего сравнить способность указанных соединений к фотохимическому окислению и восстановлению.

Растворы этих соединений концентраций около 10^{-5} мол/л, содержащие вещества, обуславливающие окисление или восстановление пигментов, помещались в вакуумные сосуды специальной формы, приспособленные для непосредственных измерений поглощения на спектрофотометре Бекмана. Схема расположения аппаратуры для проведения фотохимических реакций изображена на рис. 1.

В качестве источника освещения почти во всех опытах служила 500-ваттная кинолампа. Только при фотовосстановлении хлорофилла, которое протекает значительно быстрее, применялось ослабленное освещение — 75-ваттная лампа без конденсатора и без светофильтра.

Ход реакции наблюдался по уменьшению максимума поглощения в красной области спектра. В качестве окислителя при фотохимических реакциях служил растворенный кислород воздуха и в качестве восстановителей — аскорбиновая кислота и солянокислый фенилгидразин в пиридиновом растворе.

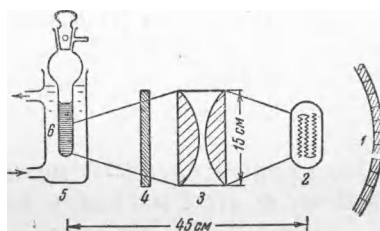


Рис. 1. Схема расположения аппаратуры: 1 — зеркало, 2 — кинолампа, 3 — конденсор, 4 — светофильтр RG-2, 5 — сосуд с проточной водой из термостата, $T = 8-10^\circ$, 6 — реакционная вакуумная пробирка

Результаты опытов приведены на рис. 2—4.

Величина поглощения в красном максимуме, отложенная по оси ординат, выражена в процентах от поглощения только что приготовленного и неосвещенного раствора.

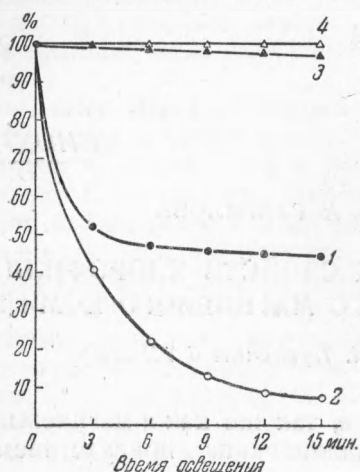


Рис. 2. Фотохимическое окисление в толуоле: 1 — хлорофилл (а + b), 2 — фталоцианин Mg, 3 — феофитин (а + b), 4 — фталоцианин без металла

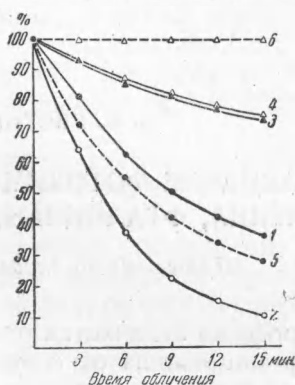


Рис. 3. Фотохимическое окисление в пиридине: 1 — хлорофилл (а + b), 2 — фталоцианин Mg, 3 — феофитин (а + b), 4 — фталоцианин без металла. Фотохимическое окисление в этаноле: 5 — хлорофилл (а + b), 6 — феофитин (а + b)

По кривым рис. 2—3 можно видеть, что соединения, содержащие в молекуле атом магния, — хлорофилл и фталоцианин магния — окисляются значительно скорее, чем их аналоги, не имеющие атома магния, — феофитин и фталоцианин. В толуоле и этаноле феофитин, например, почти совершенно не изменяется, тогда как хлорофилл быстро обесцвечивается.

Следует отметить, что величина поглощения хлорофилла в красном максимуме быстро падает при освещении только до определенного предела, а затем остается почти постоянной.

При измерении полного спектра поглощения фотохимически окисленного раствора хлорофилла оказалось, что он идентичен спектру поглощения феофитина. Очевидно, наряду с фотохимическим окислением хлорофилла при освещении происходит также феофитинизация ((¹), стр. 493), вследствие чего раствор почти полностью теряет способность фотохимически окисляться.

В пиридиновом растворе наблюдается значительно меньшая разница между этими двумя группами соединений, но

и в этом случае феофитин и фталоцианин окисляются заметно медленнее.

Проведенные нами опыты по окислению растворов хлорофилла и феофитина в спирте и толуоле перекисью бензоила в темноте показали также, что феофитин окисляется заметно медленнее, чем хлорофилл.

Обратная картина получается при фотовосстановлении пигментов аскорбиновой кислотой (рис. 4) в пиридиновом растворе — реакции, обнаруженной и исследованной в работах А. А. Красновского с сотрудниками (2).

Феофитин и фталоцианин восстанавливаются заметно быстрее, чем хлорофилл и фталоцианин магния, хотя разница и не так велика, как в случае окисления (см. кривые 1—4 рис. 4).

Опыты по восстановлению хлорофилла и феофитина солянокислым фенилгидразином в пиридине привели к таким же результатам (см. кривые 5, 6 рис. 4).

Полученные данные позволяют сделать вывод, что присутствие магния в молекуле хлорофилла и фталоцианина магния повышает их способность к фотоокислению по сравнению с их аналогами, не содержащими магния, — феофитином и фталоцианином без металла. Наоборот, скорость фотовосстановления заметно выше в том случае, когда в молекуле отсутствует магний.

Выражаем глубокую благодарность акад. А. Н. Теренину и А. А. Красновскому за ценные советы и помощь в работе.

Поступило
20 VI 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ E. J. Rabinowitch, *Photosynthesis*, 1, 1945. ² А. А. Красновский, ДАН, 60, 421 (1948). ³ А. А. Красновский и Г. П. Брин, ДАН, 67, 325 (1949). ⁴ А. А. Красновский, Г. П. Брин и К. К. Войновская, ДАН, 69, 393 (1949).