

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. А. БРИЛЛИАНТ

**О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА СВЕТОВЫЕ И
ТЕМНОВЫЕ РЕАКЦИИ ФОТОСИНТЕЗА ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ**

(Представлено академиком Н. А. Максимовым 30 XI 1948)

Вопросу о дифференцированном воздействии различных факторов на световые и темновые процессы фотосинтеза в литературе уделялось еще очень мало внимания и в нем остается много неясного.

С одной стороны, можно ожидать, что те внешние условия, которые не имеют непосредственного отношения к фотохимическим реакциям и от которых находятся, напротив, в тесной зависимости энзиматические и другие протоплазматические процессы, должны влиять исключительно или преимущественно на темновую фазу фотосинтеза, не отражаясь сколько-нибудь значительно на протекании фотохимической фазы. Такого рода наблюдения, действительно, были сделаны рядом авторов (7, 5).

С другой стороны, учитывая неразрывную связь обоих этапов фотосинтеза в живой клетке, трудно допустить возможность полной независимости световой реакции от факторов, оказывающих сильное влияние на биокolloиды ассимилирующих клеток, на их протоплазму, тем более, что в ряде случаев наличие косвенного воздействия таких факторов на фотохимический процесс фотосинтеза совершенно ясно. В каждом отдельном случае это косвенное влияние может быть, повидимому, более или менее отчетливым и более или менее сложным. Так например, наши опыты (2) по зависимости фотосинтеза от подсыхания ассимиляционной ткани показали, в противоположность данным Прагг с сотрудниками (5), что значительное обезвоживание вызывает снижение обеих фаз фотосинтеза, тогда как повышение интенсивности последнего под влиянием небольшой потери воды приурочено только к темновой фазе. Точно так же влияние KCN на фотохимическую реакцию оказалось, по нашим данным, как и по данным Пау (4), значительно больше, чем это нашел Варбург (7).

В опытах Гринфельда (3) одни слои влияли только на темновые реакции фотосинтеза, другие же подавляли в большей или меньшей степени также фотохимический процесс.

В настоящей работе приводятся новые данные по влиянию двух факторов — KCN и pH — на обе фазы фотосинтеза, разграничение которых достигалось, как и в прежних исследованиях (1, 2), при помощи света разной напряженности. Одновременно я попыталась применить воздействие указанных факторов как «реактив» на возможную специфику фотосинтеза у представителей разных систематических групп растений. С этой целью в качестве объектов были взяты пресноводные нитчатые водоросли, с одной стороны, и высшие водные растения, с другой. Применявшаяся методика отличалась от описанной в прежних

работах (1, 2) лишь второстепенными деталями, поэтому я на ней здесь не останавливаюсь.

В табл. 1 представлены данные по зависимости фотосинтеза от KCN, прибавлявшегося в концентрации 0,0001 М к водопроводной воде, в которой делалась экспозиция. Опыты ставились при двух разных напряжениях света — около 14000 и около 1500 метросвечей.

Таблица 1
Влияние KCN на фотосинтез водных растений (фотосинтез в мг O₂ в 1 час на 0,1 г сух. веса)

Растение и вариант	Напряженность света	
	высокая	низкая
Водоросли		
<i>Spirogyra</i> sp., KCN	0,73	0,22
» » H ₂ O	4,00	0,41
<i>Hydrodictyon reticulatum</i> , KCN	1,35	—
» » H ₂ O	5,17	—
<i>Vaucheria</i> sp., KCN	0,53	0,56
» » H ₂ O	3,42	0,85
» » KCN	—	0,36
» » H ₂ O	—	0,87
Высшие растения		
<i>Elodea canadensis</i> , KCN	—	0,15
» » H ₂ O	—	0,36
» <i>densa</i> , KCN	0,57	—
» » H ₂ O	1,76	—
<i>Ceratophyllum demersum</i> , KCN	0,24	0,31
» » H ₂ O	0,90	0,48
» » KCN	—	0,29
» » H ₂ O	—	0,41

На основании этих данных можно считать установленным для целого ряда объектов, что в условиях опыта, когда скорость фотосинтеза в целом лимитируется скоростью его фотохимического этапа (опыты при низкой напряженности света), синильная кислота все же вызывает значительное снижение интенсивности процесса. В среднем из всех опытов фотосинтез в присутствии KCN составлял 23% от фотосинтеза контрольных растений при свете высокой напряженности и 57% при свете низкой напряженности.

Дыхание у всех опытных растений под влиянием 0,0001 М KCN также снижалось, у одних в очень сильной степени, у других менее значительно.

Различий между водорослями и цветковыми растениями по их реакции на KCN не наблюдалось: у первых снижение интенсивности темновой фазы фотосинтеза в среднем составляло 80%, у вторых 70%; снижение световой фазы — соответственно 46 и 41%.

В табл. 2 даны величины фотосинтеза при разных pH раствора и высокой напряженности света у четырех нитчатых водорослей и пяти цветковых растений.

Данные табл. 2 показывают прежде всего, что увеличение pH за пределы 7 (а иногда и меньше), как правило, вызывает снижение интенсивности фотосинтеза у всех опытных растений. Далее из приведенных данных видно, что в фотосинтетической реакции на pH проявляют-

Таблица 2

Влияние pH среды на фотосинтез водных растений при высокой напряженности света (фотосинтез в мг O₂ в 1 час на 0,1 г сух. веса)

Р а с т е н и е	pH				
	4,9—5,1	5,7—6,1	7,3—7,7	8,0—8,2	8,7—8,9
Водоросли *					
<i>Spirogyra</i> sp.	2,57	2,38	1,83	—	—
» »	—	2,12	1,94	—	1,21
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>	2,64	—	—	—	1,03
» »	2,54	—	1,06	—	1,06
» »	—	1,81	1,00	—	—
» »	—	1,53	—	0,57	—
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>	—	8,31	—	7,30	—
» »	—	4,64	—	4,42	—
<i>Vaucheria</i> sp.	3,55	2,38	0,48	—	0,01
» »	—	1,21	—	0,67	—
Высшие растения					
<i>Elodea canadensis</i>	—	3,13	0,35	—	—
» »	—	1,86	0,55	—	—
» »	1,16	—	—	—	0
» »	—	—	0,53	—	0,04
» »	—	—	0,52	—	0,04
<i>Ceratophyllum demersum</i>	1,97	1,53	—	—	—
» »	—	1,66	0,16	—	—
» »	—	1,34	0,39	—	—
<i>Potamogeton praelongus</i>	—	1,28	0,55	—	—
<i>Vallisneria spiralis</i>	—	1,23	0,11	—	—
<i>Hottonia palustris</i>	—	1,11	—	0,25	—

сы индивидуальные свойства разных растений. Так например, у *Vaucheria* и *Rhizoclonium* показатель фотосинтеза снижается с повышением pH значительно сильнее, чем у *Spirogyra* и *Hydrodictyon*. Однако в среднем водоросли отличаются меньшей чувствительностью к щелочной среде: у цветковых растений увеличение pH от 5,7—6,1 до 7,3—7,7 вызывает резкое снижение фотосинтеза, тогда как у водорослей при той же реакции среды, а иногда и при pH около 9,0, происходит еще более или менее значительное выделение кислорода.

Опыты, поставленные при слабом освещении (около компенсации), данные которых приведены в табл. 3, показали, что и фотохимическая реакция фотосинтеза отзывается снижением своей интенсивности на изменение реакции среды от слабо кислого до сильно щелочного района, чего почти не наблюдалось в пределах повышения pH от 7,3 до 9,0 (1).

Таблица 3

Влияние pH на фотосинтез при низкой напряженности света

Р а с т е н и е	pH	Фотосинтез	
		видимый	истинный
<i>Spirogyra</i> sp.	5,9	0,14	0,32
» »	> 9,0	0,00	0,22
<i>Elodea canadensis</i>	5,9	0,25	0,35
» »	> 9,0	0	0,10
» »	6,4	0,11	0,29
» »	> 9,0	0,01	0,13

В соответствующих разделах сводки Рабиновича (6) разобраны вопросы о влиянии рН на растворимость CO_2 в воде и равновесии карбонатных и бикарбонатных ионов в водном растворе, о зависимости от рН поверхностных свойств молекулы хлорофилла и т. д. В то же время концентрация водородных ионов должна влиять определенным образом на энзиматические реакции фотосинтеза. Отсюда понятно, что рН является фактором, от изменений которого в известных пределах зависят как световые, так и темновые процессы фотосинтеза.

Причина большей чувствительности высших водных растений по сравнению с низшими к высоким величинам рН, наблюдавшаяся в моих опытах, пока неясна. Поскольку это различие не всегда выражено отчетливо, желательнее проверить его на расширенном наборе объектов из обеих групп растений.

Ботанический институт
им. В. Л. Комарова
Академии наук СССР

Поступило
29 XI 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. А. Бриллиант, Сов. бот., 15, № 2, 75 (1947); № 3, 149 (1947).
² В. А. Бриллиант и М. Н. Чрелашвили, Экспер. бот., 5, 88 (1941).
³ S. S. Greenfield, Am. J. Bot., 29, No. 2, 121 (1942). ⁴ F. v. d Raaij, Rec. trav. bot. néerl., 29, 497 (1932). ⁵ R. Pratt and S. Trelease, Am. J. Bot., 25, No. 2, 133 (1938). ⁶ E. I. Rabinowitch, Photosynthesis and Related Processes, I, N.-Y., 1945. ⁷ O. Warburg, Bioch. Z., 100, 230 (1919).