

## ВЛИЯНИЕ ЗАТЕМНЕНИЯ НА ФОТОАССИМИЛИРУЮЩИЕ ПИГМЕНТЫ НЕКОТОРЫХ СИНЕ-ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

Л. А. СИРЕНКО

(Киевский госуниверситет)

Специфичность ультратонкого строения клеток синезеленых водорослей, своеобразие их пигментных систем, коренные отличия в работе фотосинтетического аппарата и протекании фотосинтеза по сравнению с другими хлорофиллосодержащими организмами представляют значительный интерес. На примере этой древней группы растений мы как бы знакомимся с первыми шагами осуществления того комплекса фотохимических реакций, которые объединяются под названием фотосинтеза. Способные осуществлять настоящий фотосинтез и в значительной мере еще не утратившие характерной для бактерий способности к азотфиксации и хемосинтезу представители синезеленых водорослей как бы сочетают в себе несколько типов обмена веществ, из которых в процессе эволюции отобранлись экономически наиболее эффективные, развившись до совершенства, которое мы наблюдаем у высших растений.

Особый интерес представляет способность синезеленых водорослей нормально фотосинтезировать при наличии одного зеленого пигмента — хлорофилла *a*. У пурпурных и зеленых бактерий последний отсутствует, но есть бактериохлорофилл и бактериовиридин. Эти бактерии не способны к нормальному фотосинтезу, а осуществляют бактериальный, без выделения кислорода. Хлорофилл *a* в эволюционном аспекте впервые отмечен у синезеленых водорослей; у них первых появляется и настоящий фотосинтез, хотя и менее интенсивный, чем у более высокоорганизованных водорослей. Дiatомовые, бурые и пиррофитовые водоросли осуществляют фотосинтез уже при наличии двух хлорофиллов — *a* и *c*; красные, пигменты которых изучены слабо, — также при участии двух зеленых пигментов — хлорофилла *a* и, возможно, *d* (Левин — Lewin, 1962; Барашков, 1963); зеленые, харовые и эвгленовые — при наличии хлорофиллов *a* и *b*, компонентов фотоассимилирующих пигментных систем высших растений.

Своеобразие фотосинтезирующих пигментов синезеленых водорослей обусловило интерес к изучению изменений в их соотношении в связи с условиями существования.

Как известно, синезеленые водоросли для зимовки собираются в ямах на довольно значительной глубине водоемов. Не исключено, что в этих условиях, наряду с особыми зимующими формами, на дно водоема попадают и там сохраняются нормально вегетирующие стадии. Количество света, проникающего сюда, особенно в зимнее время, ничтожно. В результате до 150 и более дней синезеленые водоросли оказываются без света или в условиях крайне слабого освещения. Их переход к активному образу жизни в весенне-летние месяцы тесно связан с осуществлением фотосинтетических реакций, протекание которых возможно только при наличии фотоассимилирующих пигментов. Таким образом, возникает вопрос о влиянии продолжительного затемнения на состояние пигментного аппарата у этих растений.

Исследования проводили на ряде альгологически чистых культур синезеленых водорослей, выращиваемых в лабораторных условиях в конических колбах емкостью 0,5 л с 250 мл среды при комнатной температуре на жидких питательных средах Чу 10 и Фитцджеральда в модификации Цендера и Горэма (№ 11). Часть колб с водорослями находилась при естественном освещении с дополнением ламп ДС-40 (общая освещенность не превышала 2500—3000 лк), другая — при всех прочих равных условиях — в темноте (под двойными светонепроницаемыми чехлами). Жирорастворимые пигменты определяли после хроматографического разделения ацетоновых экстрактов, сумму фикобилиновых пигментов — колориметрированием солянокислых вытяжек.

Пребывание водорослей в темноте в течение трех дней относительно незначительно увеличивает содержание хлорофилла *a* и значительно — каротиноидов. Более длительное затемнение (28 дней) у одних видов (*Phormidium bijugatum*) несколько увеличи-

## Изменения в пигментном комплексе некоторых сине-зеленых водорослей в зависимости от условий выращивания

Виды водорослей	Условия опыта	Содержание пигментов (% к сухому весу) после:											
		3 дней				28 дней				70 дней			
		Хлоро-филла а	Каро-тинов	Ксанто-филлов	Каро-тинов	Хлоро-филла а	Каро-тинов	Ксанто-филлов	Каро-тинов	Фико-биль-нов	Каро-тинов	Ксанто-филлов	Каро-тинов
<i>Phormidium bijugatum</i> Kopp. g. s.	В темноте	0,732	0,054	0,067	0,035	1,310	0,037	0,074	0,079	0,112	0,045	0,112	0,045
	При свете	0,756	0,026	0,033	0,033	0,980	0,036	0,060	0,046	0,034	0,071	0,046	0,071
<i>Phormidium uncinatum</i> (A. g.) G. om.	В темноте	0,909	0,030	0,260	0,114	2,010	0,114	0,144	0,170	0,166	0,198	0,170	0,166
	При свете	1,243	0,012	0,112	0,056	2,970	0,211	0,169	1,041	0,023	0,091	1,041	0,023
<i>Anabaena hassalii</i> (Kütz.) Witter.	В темноте	1,104	0,015	0,036	0,042	1,510	0,042	0,126	4,030	0,274	0,365	4,030	0,274
	При свете	1,120	0,008	0,024	0,106	1,940	0,106	0,149	1,070	0,088	0,312	1,070	0,088
<i>Microcystis muscicola</i> (Meh.) Elenk.	В темноте	0,983	0,064	0,082	0,077	4,470	0,095	0,039	4,490	0,261	0,218	4,490	0,261
	При свете	0,570	0,058	0,073	0,027	1,960	0,059	0,072	1,960	0,089	0,193	1,960	0,089
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz. em. Elenk.	В темноте	0,540	0,103	0,090	0,106	2,118	0,168	0,067	2,430	0,115	0,281	2,430	0,115
	При свете	0,540	0,079	0,070	0,084	1,430	0,114	0,053	1,620	0,047	0,218	1,620	0,047

вает содержание хлорофилла *a* и фикобилинов, практически не изменяя содержания каротиноидов (см. таблицу), у других (*Phormidium uncinatum*, *Anabaena hassalii*) — уменьшает содержание всех пигментов, практически не изменяя содержания ксантофиллов, у третьих (*Microcystis muscicola*, *M. aeruginosa*) — увеличивает содержание хлорофилла *a*, каротиноидов и уменьшает содержание фикобилинов (*M. muscicola*). Затемнение в течение 70 дней (продолжительное пребывание в темноте выдерживают хорошо развитые культуры, достигшие к началу эксперимента в зависимости от вида 30—60-дневного возраста) также относительно увеличивает содержание жирорастворимых пигментов и незначительно — фикобилиновых.

Таким образом, фотоассимилирующие пигментные системы сине-зеленых водорослей обнаруживают значительную стойкость к воздействию продолжительного затемнения. Наблюдаемое относительно увеличение содержания пигментов, особенно жирорастворимых, трудно объяснить только за счет биосинтеза. В данном случае, возможно, скорее играет роль потребление запасных и конституционных веществ клетки, не затрагивающее фотосинтетический аппарат, что можно объяснить проявлением определенной приспособительной реакции, в частности, стремлением организма сохранить максимальную жизнеспособность прогрессивного и жизненно важного компонента клетки.

Полученный экспериментальный материал о сохранности ассимилирующих пигментов у исследованных сине-зеленых водорослей дает основание предположить наличие особенностей и у естественного материала. По-видимому, это играет чрезвычайно важную роль в жизнедеятельности массовых форм сине-зеленых водорослей, зимующих на дне пресноводных водоемов, так как сохраняет их фотосинтезирующий аппарат с наименьшими повреждениями. Сохранность последнего дает возможность сине-зеленым водорослям быстро переходить в активное состояние, сразу же начинать фотосинтетическое образование органического вещества, создавая тем самым предпосылки для массового развития водорослей при наступлении благоприятных условий.

## ЛИТЕРАТУРА

- Барашков Г. К. 1963. Химия водорослей. Изд-во АН СССР, М.—Л.  
Lewin R. A. 1962. Physiology and biochemistry of Algae. N. Y. and London, Acad. press., 27.

Поступила 20.III 1965 г.