

ОСЕДАНИЕ И ФОТОТАКСИС ДВУХ МАССОВЫХ ВИДОВ
ДИНОФЛАГЕЛЛАТ В СВЯЗИ С ИХ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Д.К. Акинина

Со времени введения в науку понятия "планктон" существовали различные взгляды на причины плавучести клеток. Сначала парение фитопланктона объяснялось физическими причинами и этот вопрос представлял лишь чисто теоретический интерес. В последнее время в связи с широким размахом работ по первичной продукции Мирового океана появилась необходимость объяснения результатов этих экологических исследований. Вертикальное распределение фитопланктона при вычислении продуктивности учитывалось введением коэффициента K_p [3]. Причины концентрирования фитопланктона на разных глубинах и соответственно плавучесть планктонных водорослей приобрели не только теоретический, но и большой практический интерес. Прежние представления о планктонных водорослях, как пассивно взвешенных телах, были отброшены. По мнению многих авторов, планктеры обладают, кроме морфологических приспособлений к жизни в толще воды, также приспособлениями физиологического порядка [4]. Максимальная концентрация живого фитопланктона в поверхностных слоях связывается с активным размножением водорослей. При истощении запаса биогенных элементов скорость размножения клеток у поверхности уменьшается и они погружаются в толщу воды [3-5]. Стил и Енч [5] показали, что с уменьшением скорости деления *Skeletonema costatum* относительная скорость оседания клеток увеличивается. Однако плавучесть планктонных водорослей рассматривается лишь на примере диатомовых, не имеющих специальных органоидов передвижения. Исследования по плавучести динофлагеллат, способных к самостоятельному передвижению, нам не известны. Нашей задачей явилось выяснение зависимости между относительной

скоростью оседания клеток и основными показателями фотосинтеза /интенсивность фотосинтеза и дыхания, световое насыщение/ двух массовых видов динофлагеллат при изменении скорости деления клеток.

Исследования проводились с альгологически чистыми культурами *Prorocentrum micans* Ehr. и *Gymnodinium kovalievskii* Pitz. Культуры водорослей выращивались на северном окне лаборатории при 18-20°C на среде Гольдберга в модификации Кабановой [27]. Основными определениями были измерения относительной скорости оседания клеток и интенсивности фотосинтеза этих видов динофлагеллат. Относительная скорость оседания клеток определялась по методике, предложенной Стилом и Енчем. Для этого около 30 мл хорошо перемешанной культуры наливалось в кювету длиной 5 см и измерялась оптическая плотность на спектрофотометре СФ-4А при длине волны 750 мкм. Уменьшение оптической плотности на этой длине волны, являющееся результатом оседания клеток на пути прохождения света, измерялось в течение часа. Процентное отношение уменьшения оптической плотности за это время /относительно оптической плотности осевших клеток к начальной оптической плотности культуры/ определялось нами, аналогично Стилу и Енчу в опытах со *Skeletonema costatum* как относительная скорость оседания клеток данного вида. Предварительно было установлено, что в разное время суток клетки оседают с неодинаковой скоростью. С наименьшей скоростью клетки оседают утром /с 8 до 11 ч/, с наибольшей - ночью /с 12 до 1 ч/. Оседание клеток вечером /с 6 до 9 ч/ занимает промежуточное положение между величинами, полученными утром и ночью. Для получения сравнимых результатов изменения относительной скорости оседания клеток при возрастании оптической плотности культуры все дальнейшие измерения проводились вечером /с 7 до 9 ч/.

Интенсивность фотосинтеза динофлагеллат измерялась кислородной модификацией скляночного метода. Фотосинтез и дыхание выражались в миллиметрах кислорода на 1 мг биомассы водорослей. Перед определением интенсивности фотосинтеза культура отделялась от исходного питательного раствора фильтрацией через насыпной фильтр с сефадексом и переносилась на свежеприготовленный питательный раствор. Фотосинтез динофлагеллат определялся на 2-4-й день после пересева, в период интенсивного увеличения оптической плотности и при прекращении

прироста оптической плотности культуры. В качестве источника света использовалась лампа ДЛР-500 вт. Неодинаковая освещенность склянок с культурами /объемом 50-60 мл/ достигалась различной удаленностью от источника света. Экспериментально было обнаружено следующее:

1. При увеличении оптической плотности культур *Prorocentrum micans* /рис. 1/ и *Gymnodinium kovalenskii* /рис. 2/ скорость оседания их клеток возрастает. В первые дни после пересева культуры,

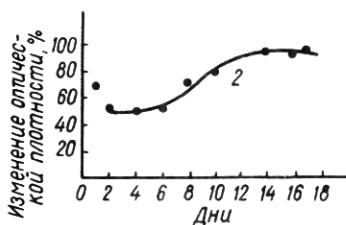
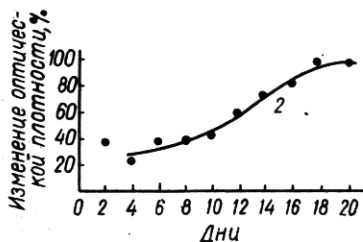
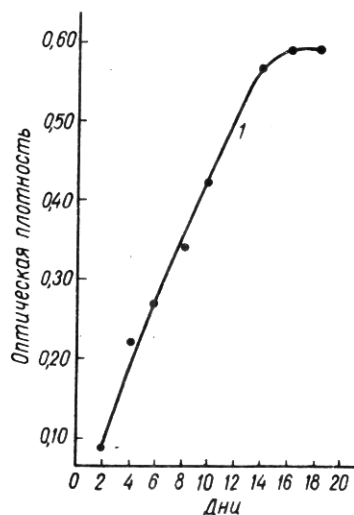
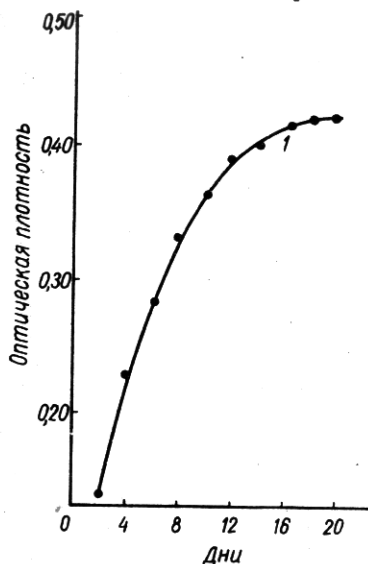


Рис.1. Изменение оптической плотности культуры 1 и относительной скорости оседания клеток 2 *Prorocentrum micans*.

Рис.2. Изменение оптической плотности культуры 1 и относительной скорости оседания клеток 2 *Gymnodinium kovalenskii*.

в период интенсивного нарастания ее плотности, а следовательно, деления клеток с большей скоростью, скорость оседания клеток невелика, не превышает 20-50%. К моменту прекращения увеличения оптической плотности культуры, замедления деления клеток, она возрастает до 80-90%. В первый и второй день после пересева клетки динофлагеллат практически не оседают. Уменьшение же оптической плотности и, следовательно, повышение относительной скорости оседания происходит за счет скопления клеток вверх кюветы.

2. Относительная скорость оседания клеток *Prorocentrum micans* взаимосвязана с интенсивностью фотосинтеза и световым насыщением ее.

Насыщающая интенсивность света для этой водоросли составляет 16 000 лк на 2-4-й день роста на питательной среде. В это время скорость оседания клеток наименьшая. К моменту увеличения вдвое скорости оседания клеток световое насыщение *Prorocentrum micans* понижается до 6 000 лк. Интенсивность фотосинтеза уменьшается при этом в 1,5-2 раза, дыхание повышается на 20-25% /рис. 3/. Отношение дыха-

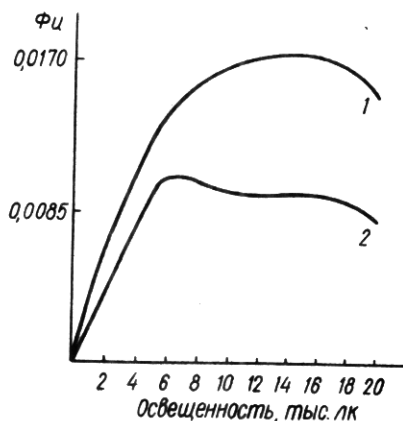


Рис. 3. Интенсивность фотосинтеза /мл/О₂ мг биомассы в час/ *Prorocentrum micans* при различной освещенности для культуры разного возраста:

1 - на второй день роста на питательной среде; 2 - на восьмой день роста на питательной среде.

ние/фотосинтез повышается как за счет уменьшения интенсивности фотосинтеза, так и увеличения дыхания. На 2-4-й день после пересева при большой скорости деления клетки находятся в очень подвижном состоянии, имеют золотисто-зеленую окраску. К моменту замедления их прироста и, следовательно, прекращению прироста оптической плотности, они становятся более темными и менее подвижными. В последующие дни клетки еще более темнеют, подвижность их уменьшается, на дне колбы они образуют осадок.

3. Направление фототаксических движений *Prorocentrum micans* и *Gymnodinium kovalevskii* зависит от интенсивности света.

Клетки этих водорослей стремятся уйти от света при ингибирующей фотосинтез освещенности /20 000 лк/. Динофлагеллаты собираются в желто-зеленое пятно в самом дальнем от источника света конце склянки. В этом случае клетки проявляют отрицательный фототаксис. Когда фотосинтез *Prorocentrum micans* и *Gymnodinium kovalevskii* лимитируется интенсивностью света /400, 1000 и 6 000 лк/, клетки стремятся приблизиться к источнику света. Они опять собираются в том конце склянки, который ближе к источнику света. Фототаксические движения динофлагеллат отсутствуют при световом насыщении /16000 лк/ и несколько более низких интенсивностях света /11000 лк/. Клетки при световом насыщении равномерно распределены по всему объему склянки. Насыщающие интенсивности света являются точкой перехода положительного фототаксиса клеток в отрицательный. С изменением насыщающих интенсивностей света соответственно меняется направление фототаксических движений клеток этих водорослей и расположение их в склянке.

Из сказанного можно сделать следующие выводы.

1. Относительная скорость оседания активно делящихся клеток *Prorocentrum micans* и *Gymnodinium kovalevskii* в 1,5-2 раза меньше, чем медленно делящихся.

2. Высокие интенсивности фотосинтеза и светового насыщения /дыхание в пределах 10-20% от фотосинтеза/ соответствуют минимальной скорости оседания клеток *Prorocentrum micans* /20-25%/. С уменьшением интенсивности фотосинтеза и светового насыщения отношение дыхания/фотосинтез увеличивается при максимальной скорости оседания /80-90%/.

3. Когда интенсивность света ингибирует фотосинтез клеток, их фототаксические движения имеют отрицательное значение. Освещенность, лимитирующая фотосинтез клеток, вызывает положительные фототаксические движения. При насыщающих интенсивностях света фототаксические движения клеток отсутствуют. Насыщающие интенсивности света для *Prorocentrum micans* и *Gymnodinium kovalevskii* являются точкой перехода положительного фототаксиса в отрицательный.

Л и т е р а т у р а

1. Беклемишев К.В., Петрикова В.В., Семина Г.И. - Тр. Ин-та океанологии, 1961, 60, 33-35.
2. Кабанова Ю.Г. - Тр. Ин-та океанологии, 1958, 1.
3. Сорокин Ю.И. - Журн. общ. биол., 1959, 20, 6, 455-463.
4. Riley G.A. - J. of Mar. Res., 1949, 8, 1, 60.
5. Steele J.H., Jentsch C.S. - J. mar. biol. Ass. U.K., 1960, 32, 217-226.