

2432

ОДЕССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И. И. МЕЧНИКОВА

На правах рукописи

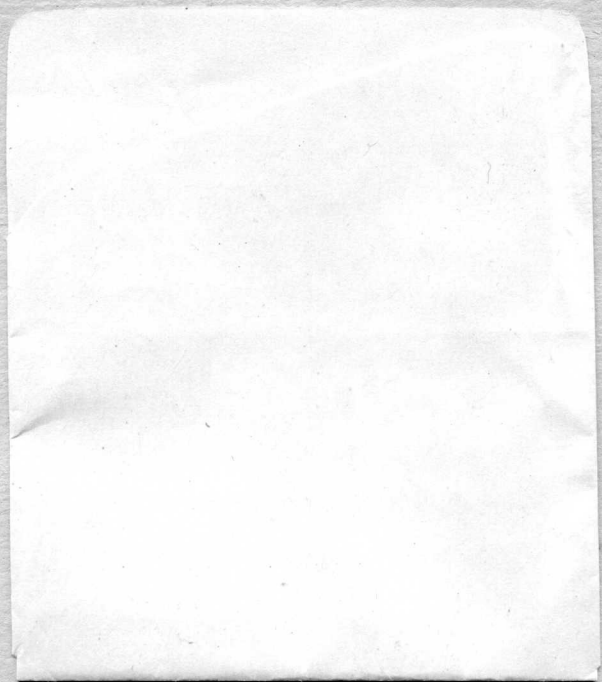
Д. К. АКИНИНА

**Взаимоотношение основных
физиологических показателей
динофлагеллат**

Специальность № 101 — физиология растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Одесса, 1967



На правах рукописи

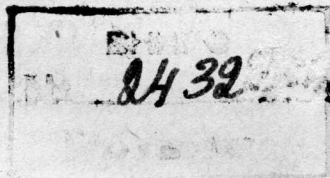
Д. К. АКИНИНА

Взаимоотношение основных
физиологических показателей
динофлагеллат

Специальность № 101 — физиология растений.

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук



Работа Акининой Данары Константиновны выполнена в Институте биологии южных морей имени А. О. Ковалевского АН УССР.

Научные руководители: доктор биологических наук, профессор Ивлев В. С. и кандидат биологических наук Пицык Г. К.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук З. А. Виноградова, кандидат биологических наук И. А. Ярцева.

Оппонирующая организация: Институт океанологии АН СССР.

Автореферат разослан
1967 г.

29 декабря

Защита диссертации состоится в январе 1968 г. на заседании совета биологического факультета Одесского государственного университета (г. Одесса, Шампанский переулок, 2, аудитория 82).

Ученый секретарь совета Одесского госуниверситета

(В. С. Короленко).

В последнее время в связи с широким размахом работ по первичной продукции Мирового океана накоплено большое количество данных по районам с самыми разнообразными условиями освещения, питания и вертикального распределения фитопланктона. Появилась необходимость обоснования результатов этих экологических наблюдений. Исследование физиологических показателей планктонных водорослей становится актуальнейшей проблемой в морской экологии. Большое значение приобрели работы о зависимости различных показателей жизнедеятельности клеток как от внешних параметров, так и друг от друга. Однако в большинстве имеющихся работ изучается действие отдельных факторов среды (освещенность, температура, соленость, состав среды) на отдельные физиологические показатели планктонных водорослей (скорость деления, фотосинтез, дыхание и т. д.). Эти исследования приводят, в частности, к выводу о том, что различные показатели клетки зависят не только от внешних параметров, но, по-видимому, в очень большой степени друг от друга, представляя собой взаимосвязанный и, возможно, устойчивый комплекс. Есть основания предположить, что физиологические циклы, наблюдаемые у ряда планктонных водорослей, в значительной мере представляют собой именно такие согласованные изменения целого комплекса физиологических показателей.

Факт взаимосвязи основных физиологических показателей (скорости деления клеток, фотосинтеза, дыхания, подвижности, скорости оседания) друг с другом отмечен многими исследователями. Однако количественное описание таких связей практически отсутствует.

Как известно, концентрации того или иного биогенного элемента в растительной клетке превышают его потребности. При отсутствии элемента в среде растение продолжает некоторое время свою жизнедеятельность за счет его запа-

сов. Это отмечено как для высших растений (Сабинин, 1955), так и для планктонных водорослей, в особенности. Для высших растений это показать значительно труднее, так как у них хорошо развит отток ионов из одной части растения в другую. У одноклеточных водорослей накопление ионов и последующее расходование при отсутствии их в среде показано для многих пресноводных и морских видов (Ketchum, 1954).

Такое явление имеет большой физиологический смысл. Благодаря перемешиванию вод, оседанию клеток, а также, вероятно, их вертикальным миграциям водоросли оказываются в различных слоях воды. Концентрации основных элементов минерального питания (P и N) вблизи от поверхности часто понижаются до аналитического нуля, в более глубоких слоях они значительно выше. Накопление ионов делает возможным непрерывное протекание физиологических процессов при прерывном поглощении элементов питания. Изменения концентрации ионов в составе клеток всегда меньше, чем в среде. Как результат этого физиологические процессы в растениях проходят более равномерно.

Фосфор является одним из основных элементов минерального питания, лимитирующих развитие фитопланктона. Распределение фосфора в Мировом океане, по сравнению с другими биогенными элементами (азот, железо), наиболее изучено. Повышение концентрации фосфатов в районах подъема глубинных вод и в зоне термоклина сопровождается увеличением первичной продукции (Кобленц-Мишке, 1961; Steele, 1956).

Накопление фосфора планктонными водорослями при достаточных его количествах и деление клеток за счет этих запасов в бесфосфатной среде изучено значительно полнее, чем у других элементов.

В среде, где отсутствуют фосфаты, планктонные водоросли не сразу теряют способность делиться из-за этого лимитирующего фактора. Они делятся еще несколько раз за счет запасов фосфора. Содержание его в клетке понижается до минимума. Получающиеся в результате такого деления клетки определены как обедненные этим элементом или голодные по фосфору.

Водоросли с обычным содержанием фосфора отличаются большими его запасами и называются клетками с нормальным его содержанием или неголодными по фосфору. Такие

клетки находятся в культуральных средах в первые дни после посева (Ketchum, 1939; Kuenzler, Ketchum, 1962).

Содержание фосфора в клетке (обедненные фосфором и с нормальным содержанием этого элемента) определяет существенные черты ее физиологии. К ним относятся распределение фосфора между неорганической и органической фракциями, скорость его усвоения, количество пигментов. Планктонные водоросли (без фосфорной задолженности) поглощают фосфор фосфатов лишь на свету. Водоросли, обедненные фосфором, поглощали фосфор как на свету, так и в темноте.

Естественно предположить, что у клеток, обедненных фосфором, прежде всего изменяются основные параметры фотосинтеза — световое насыщение и интенсивность фотосинтеза при световом насыщении. Вероятно, изменяются и другие физиологические показатели. Изменение их скорее всего должно происходить взаимосвязанно. Однако такие данные отсутствуют.

Взаимосвязанные изменения физиологических показателей представляют большой интерес в связи с особенностями существования планктонных водорослей. Освещенность, соответствующая точке насыщения, характеризует данный вид водорослей как светолюбивый или теневослиивый и, наряду с другими физиологическими показателями (интенсивность фотосинтеза при световом насыщении, скорость деления, подвижность, скорость оседания), определяет глубину расположения клеток в толще воды. Изменение их сопровождается опусканием или поднятием водорослей. Выяснение взаимоотношений основных физиологических показателей необходимо для представления цельной картины фотосинтеза планктонных водорослей, в результате которого образуется, в основном, все органическое вещество морей и океанов.

В связи с вышесказанным целью настоящей работы было выяснение количественной взаимосвязи основных физиологических показателей динофлагеллат между собой и с некоторыми факторами внешней среды.

1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Для экспериментов были отобраны два вида динофлагеллат *Gymnodinium kovalevskii* Pitz и *Prorocentrum micans* Ehr. При выращивании динофлагеллат мы отказались от наиболее употребимых сред Ерд-Шрайбера и Аллен-

Нельсона. При культивировании на среде Ерд-Шрайбера клетки динофлагеллат имели ббльшую по сравнению с нормой размеры и более яркую окраску. Кроме того, эта среда содержала в своем составе большое количество неизвестных органических веществ. Минеральные составляющие среды Аллена-Нельсона давали осадок еще до стерилизации. При подготовке динофлагеллат к нашим опытам необходима бесфосфатная среда. Отсутствие фосфатов изменило бы состав осадка, а следовательно, изменило бы соотношение других элементов в среде. Среда Гольдберга в модификации Кабановой (1958) была выбрана для культивирования динофлагеллат. Вода для питательного раствора подвергалась холодной стерилизации.

Водоросли выращивались на северном окне лаборатории при максимальной освещенности в полуденные часы 1—1,2 тыс. лк — зимой, 2,5 тыс. лк — весной и осенью и 3,7—4,0 тыс. лк — летом. Температура в боксе, где выращивались водоросли, летом была 26—27°, зимой 17—19°, превышая температуру воды в море на 5—6°. Для отдельных опытов водоросли выращивались при освещении люминисцентными лампами ТБС-30 в течение 6 часов при температуре 20°.

Эксперименты проводились с клетками, обедненными фосфором и с нормальным его содержанием. Водоросли, обедненные фосфором, получают в результате нескольких делений (в зависимости от вида и сезона) в бесфосфатной среде. Поэтому возникла необходимость отделить культуру динофлагеллат от питательного раствора и перенести в бесфосфатную среду. Мы были вынуждены отказаться от наиболее распространенных приемов отделения вследствие значительного ухудшения состояния клеток. Совместно с З. П. Бурлаковой разработан новый метод массовой передачи планктонных водорослей фильтрацией через насыпной фильтр с сефадексом. С применением этого метода клетки сохраняют хорошее физиологическое состояние, обеспечивается их полное отмывание от исходной питательной среды при быстроте всей этой простой операции. Основные физиологические показатели динофлагеллат определялись при оптимальной продолжительности опыта (4 часа) и плотности культуры, которые были определены экспериментально.

Наибольшее число опытов проведено с использованием в качестве источника света лампы ДРЛ (дуговая ртутная лампа). Неодинаковая освещенность склянок с водорослями

(50—60 мл) светом ламп ДРЛ-700 и 500 ватт достигалась различной удаленностью их от источника света.

Для наших исследований был необходим метод, позволяющий измерять не только интенсивность фотосинтеза, но и дыхания. Мы остановились на кислородной модификации скляночного метода с определением кислорода по Винклеру. Фотосинтез и дыхание водорослей выражались в мл кислорода на 1 мг их биомассы. Последняя определялась на основании измерений клеток перед опытом и вычисления их объемов. Концентрация культуры определялась путем подсчета клеток в 0,1 мл.

Для физиологических опытов использовалась «молодая», свежевыделенная из планктона, альгологически чистая культура планктонных водорослей. Отношение дыхание : фотосинтез при насыщающей интенсивности света составило всего лишь 10—25%.

Концентрация хлорофиллов «а» и «с» определялась по методу Ричарда и Томсона (Richards, Thompson, 1952).

Влияние света и питания на скорость оседания динофлагеллат определялось по методу, предложенному Стилом и Енчем (Steele, Jentsch, 1960).

2. ЗАВИСИМОСТЬ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФОТОСИНТЕЗА ОТ РЯДА ФАКТОРОВ

Оптимальная освещенность, при которой отмечен наибольший фотосинтез водорослей, определяется как насыщающая. Насыщающая интенсивность света и интенсивность фотосинтеза при световом насыщении являются, по Таллингу (Talling, 1957), основными параметрами фотосинтеза планктонных водорослей.

Освещенность, соответствующая точке насыщения, фотосинтеза, одинакова для обеих видов динофлагеллат. Она изменяется в течение года. Наибольшее световое насыщение фотосинтеза динофлагеллат (0,31—0,30 кал/см²·мин. физиологической солнечной радиации) отмечено летом (июль, август), наименьшее (0,02 кал/см²·мин. физиологической радиации) — зимой (декабрь).

Интенсивность фотосинтеза водорослей при насыщающей освещенности имела аналогичные сезонные изменения. Фотосинтез и *Gymnodinium kovalevskii* и *Proocentrum micans* был наиболее низок в декабре (0,002 и 0,0014

мл O_2 /мг биомассы в час, соответственно). Интенсивность фотосинтеза *Prorocentrum micans* в декабре составила лишь 3%, а *Gymnodinium kovalevskii* — 8% от подобной величины в июле. Наибольший фотосинтез динофлагеллат наблюдался при самых высоких насыщающих интенсивностях света. Наименьший фотосинтез отмечен при наиболее низком световом насыщении.

В то же время изменения светового насыщения и интенсивности фотосинтеза при насыщающей освещенности повторяют кривую изменений суммарной солнечной радиации в течение года (рис. 1). Вероятно, длина дня и интенсивность света являются одним из основных факторов, контролирующих сезонность развития динофлагеллат.

Согласно нашим данным, интенсивность фотосинтеза *Prorocentrum micans* и *Gymnodinium kovalevskii*

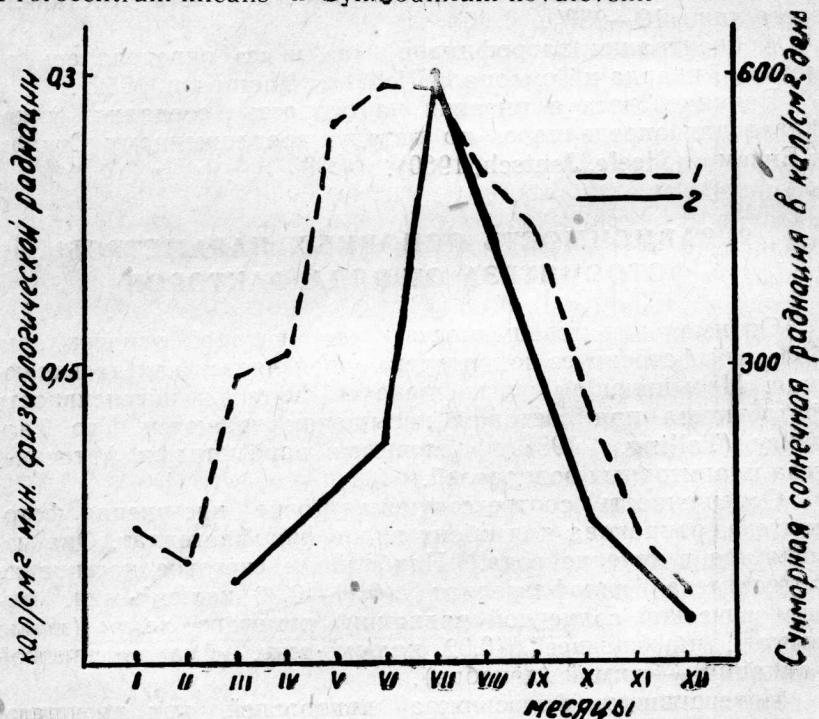


Рис. 1. Сезонные изменения суммарной солнечной радиации (1) и светового насыщения фотосинтеза (2) *Prorocentrum micans* и *Gymnodinium kovalevskii*.

пропорциональна скорости их деления. Наибольшая интенсивность фотосинтеза динофлагеллат отмечалась у культуры, которая находилась в логарифмической фазе роста, в первые дни после посева. В это время клетки очень подвижны, имеют золотисто-зеленую окраску. При замедлении и прекращении деления интенсивность фотосинтеза уменьшается в 1,5—2 раза. Динофлагеллаты становятся более темными и менее подвижными. Более медленному нарастанию клеток при искусственном свете соответствовала меньшая интенсивность фотосинтеза и повышенное дыхание.

Сезонные изменения освещенности, соответствующей точке насыщения фотосинтеза, интенсивности фотосинтеза при насыщающей освещенности согласуются с колебаниями скорости деления клеток и дыхания динофлагеллат на про-

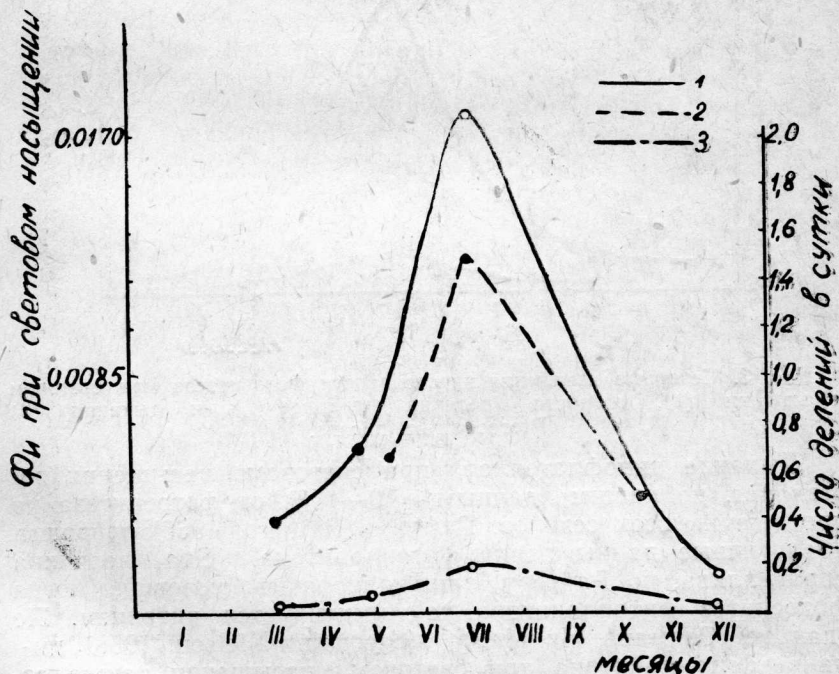


Рис. 2. Сезонные изменения интенсивности фотосинтеза при световом насыщении (1), скорости деления клеток (2) и дыхания (3) *Gymnodinium kovalevskii*.

тяжении года (рис. 2 и 3). Скорость деления изученных видов динофлагеллат не остается постоянной в течение года. Наибольшая скорость деления *Prorocentrum micans* (1,2) и *Gymnodinium kovalenskii* (1,5) наблюдалась в июле—августе. В это же время наблюдалась самая высокая интенсивность фотосинтеза (0,06 и 0,017 мл O_2 /мг биомассы в час, соответственно). В другие сезоны скорость деления клеток уменьшается, достигая наименьших величин в декабре—январе (0,4 деления в сутки *Prorocentrum micans*) и 0,5 делений для *Gymnodinium kovalenskii* фотосинтез динофлагеллат так же наиболее низок в эти месяцы.

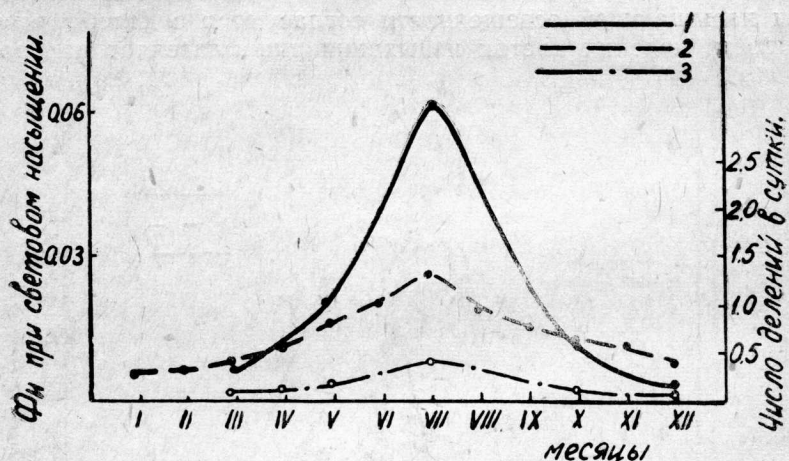


Рис. 3. Сезонные изменения интенсивности фотосинтеза при световом насыщении (1), скорости деления клеток (2) и дыхания (3) *Prorocentrum micans*.

Дыхание динофлагеллат при световом насыщении составляет, по нашим данным, 10—15% от фотосинтеза на протяжении всех сезонов. Райтер (Ryther, 1956) приводит аналогичные данные для фитопланктона. Эта величина справедлива, по Райтеру, лишь для таких условий, когда фотосинтез фитопланктона не лимитируется питанием. По данным Стимана Нильсена (Stemann Nielsen, 1958), дыхание фитопланктона при световом насыщении также составляет 8—10% от фотосинтеза. Интенсивность фотосинтеза динофлагеллат при световом насыщении, таким образом, во много раз превышает дыхание. Это одна из важ-

ных особенностей ассимиляционной деятельности одноклеточных водорослей, имеющая существенное значение в накоплении ими больших количеств органической массы.

Компенсационной точке соответствует освещенность, при которой фотосинтез уравнивается дыханием водорослей, так что чистая продукция равна нулю. Компенсационная точка зависит от интенсивности фотосинтеза и от дыхания водорослей. Компенсационная точка *Proocentrum micans* и *Gymnodinium kovalevskii* также изменялась в течение года. При наиболее высоких интенсивностях фотосинтеза и светового насыщения (поздняя весна, лето) компенсационной точке соответствовала освещенность между 1000 и 400 лк. При минимальных их значениях (осень, зима, ранняя весна) компенсационная точка находилась ниже 400 лк. Понижение компенсационной точки динофлагеллат определялось, в основном, уменьшением дыхания. Таким образом, уменьшение интенсивности фотосинтеза, понижение светового насыщения и скорости деления водорослей приводит к понижению компенсационной точки. Интересно отметить, что аналогичные данные получены по изменению удельной скорости фотосинтеза естественного фитопланктона в течение года (Винберг, 1960).

Теневыносливые виды растений отличаются от светолюбивых более низким световым насыщением и компенсационной точкой, меньшей интенсивностью фотосинтеза и дыхания (Сабинин, 1955). Из вышеприведенных результатов следует, что динофлагеллаты светолюбивы летом и теневыносливы зимой. Насыщающие интенсивности света связаны с продолжительностью опыта. Наибольшая интенсивность фотосинтеза в 4- и 6-часовых опытах найдена при 16 тыс. лк. Связь насыщающих интенсивностей света и продолжительности освещения ряд авторов (Суини, 1964, Hastings, Astrachan, 1959) объясняет суточным ритмом фотосинтетической активности. Изменение фотосинтетической активности наблюдалось в суспензиях клеток, выращенных в условиях чередования света и темноты или при постоянном слабом освещении. При росте водорослей на непрерывном ярком свете такого ритма клетки не обнаруживают. Суточные изменения фотосинтетической активности отмечены и для естественного фитопланктона (Jentsch, Ryther, 1957; Doty, Oguri, 1957).

Движения планктонных водорослей, обусловленные фототаксисом, помогают располагаться на глубинах с опти-

мальными условиями среды. Направление фототаксических движений динофлагеллат, по нашим данным, зависит от интенсивности света. Освещенность, ингибирующая фотосинтез водорослей (20 тыс. лк), вызывает отрицательные фототаксические движения. Освещенность, лимитирующая их фотосинтез (1 и 0,4 тыс. лк) приводит к положительным фототаксическим движениям. Насыщающая интенсивность света (16 тыс. лк) является точкой перехода положительного фототаксиса клеток в отрицательный. Фототаксические движения *Prorocentrum micans* и *Gymnodinium kovalievskii* при световом насыщении отсутствуют. Явление фототаксиса водорослей связывается с их пигментным аппаратом (Reinert, 1959). Хэлдел (Halldal, 1958) установил, что у различных видов водорослей участвуют в фототаксисе неодинаковые пигменты.

3. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ФОСФОРА НА ОСНОВНЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИНОФЛАГЕЛЛАТ

По сравнению с огромным количеством работ, посвященных изучению влияния минерального питания на количество и качество урожая, число исследований о связи минерального питания с другими физиологическими функциями растений очень невелико. Это касается как высших наземных растений, так и планктонных водорослей.

Содержание фосфора в клетке (обедненные фосфором и с нормальным его содержанием) определяет взаимосвязанные изменения основных физиологических показателей. Голодание динофлагеллат по фосфору вплоть до прекращения деления клеток не приводит к необратимым изменениям. По данным наших краткосрочных опытов, при наличии фосфатов и нитратов они поглощают их в больших количествах и ассимилируют при этом с большей интенсивностью, чем клетки с нормальным содержанием фосфора. Дыхание динофлагеллат, обедненных фосфором, как в краткосрочных, так и в продолжительных опытах было на 10—15% выше, чем у клеток с нормальным содержанием фосфора. Плавуемость и подвижность клеток динофлагеллат зависит от концентрации элементов (P и N) в среде. Клетки находятся в плавучем состоянии и наиболее подвижны при оптимальных для фотосинтеза концентрациях фосфатов и нитратов.

После 2—3 делений в бесфосфатной среде (в зависимо-

сти от вида и сезона) прирост динофлагеллат прекращался. Замедление и прекращение прироста клеток, обедненных фосфором, влечет за собой понижение интенсивности фотосинтеза при световом насыщении и насыщающей освещенности (табл. 1, 2). Следовательно, уменьшение скорости деления клеток как при старении культуры, так и в результате сезонного ритма деления клеток или голодания по фосфору приводит к уменьшению основных параметров фотосинтеза. Однако фотосинтез динофлагеллат, обедненных фосфором, имеет ряд особенностей. Одной из них является то, что фотосинтез идет с отрицательным балансом при низкой освещенности (0,4 тыс. лк) и ингибирующих интенсивностях света (20 тыс. лк).

Изменения основных параметров фотосинтеза водорослей, обедненных фосфором, по нашим данным, не сопровождается изменением их объема. Но им сопутствует уменьшение количества хлорофилла «а» в клетках в 1,5 раза. Полученные результаты зависимости концентрации хлорофилла «а» от содержания фосфора в клетке (и, естественно, в среде) подтверждаются немногочисленными литературными данными. Так, содержание хлорофилла «а» понижается при отсуствии в среде фосфора или азота в 2—5, а в некоторых случаях — в 10 и более раз (McAllister at all, 1964; Spoehr, Milner, 1949).

4. ОСЕДАНИЕ ДИНОФЛАГЕЛЛАТ В СВЯЗИ С ИХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ

Скорость оседания динофлагеллат, их подвижность связаны с основными параметрами фотосинтеза и скоростью деления клеток. Относительная скорость оседания активно делящихся клеток в первые дни после посева не менее чем в 1,5—2 раза меньше, чем медленно делящихся. Наименьшей относительной скорости оседания динофлагеллат соответствуют высокие показатели основных параметров фотосинтеза. Активные движения клеток соответствуют наименьшей относительной скорости оседания. Быстро передвигающиеся клетки отмечают у культуры с высокой интенсивностью фотосинтеза и светового насыщения, дыхания в пределах 10—15% от фотосинтеза. Медленно передвигающиеся клетки отмечены у культуры с низкой интенсивностью фотосинтеза и светового насыщения, дыхания, составляющего значительную долю от фотосинтеза (до 60%).

Таблица № 1

**Влияние фосфора на интенсивность фотосинтеза
(мл O₂/мг биомассы в час) *Prorocentrum micans*
при разной освещенности (15.IX.1956 года)**

Освещенность	Клетки, обедненные фосфором -P			Клетки с нормальным содержанием фосфора +P			-P / +P %
	Фн	Д	Д/Фн %	Фн	Д	Д/Фн %	
тыс. лк							
20	0,0040	0,0047	>100	0,0104	0,0045	43,2	38
16	0,0094	0,0047	50,0	0,0128	0,0045	35,1	73
11	0,0126	0,0047	37,3	0,0184	0,0045	24,4	68
6	0,0131	0,0047	35,8	0,0146	0,0045	30,8	89
1	0,0089	0,0047	52,8	0,0109	0,0045	41,2	91
0,4	0,0046	0,0047	>100	0,0081	0,0045	56,2	56

Таблица № 2

**Влияние фосфора на интенсивность фотосинтеза
(мл O₂/мг биомассы в час) *Gymnodinium kovalevskii*
при разной освещенности (29.XI.1965 года)**

Освещенность	Клетки, обедненные фосфором -P			Клетки с нормальным содержанием фосфора +P			-P / +P %
	Фн	Д	Д/Фн %	Фн	Д	Д/Фн %	
тыс. лк							
20	0,0020	0,0036	>100	0,0042	0,0032	76,1	47
16	0,0048	0,0036	75	0,0071	0,0032	45,1	67
11	0,0062	0,0036	58,2	0,0129	0,0032	24,8	48
6	0,0084	0,0036	45,2	0,0098	0,0032	32,6	85
1	0,0032	0,0036	>100	0,0044	0,0032	72,7	72
0,4	0,0029	0,0036	>100	0,0038	0,0032	84,2	76

Высокая относительная скорость оседания клеток, прекративших деление, понижается в 1,5—2 раза при обогащении среды питательным раствором. При последующем затемнении (36—48 часов) она уменьшается практически до нуля. Это говорит о физиологическом характере регулирования плавучести клеток. Такое заключение подтверждается также неодинаковой скоростью оседания динофлагеллат в течение суток. С наименьшей скоростью клетки оседают утром (с 8 до 11 часов), с наибольшей — ночью (с 24 до часу). Оседание клеток вечером (с 19 до 21 часа) занимает промежуточное положение между величинами, полученными утром и ночью.

Прекращение прироста клеток, обедненных фосфором, сопровождается, как отмечалось, понижением основных параметров фотосинтеза, повышением дыхания, уменьшением количества хлорофилла «а». Это связано также с увеличением скорости оседания динофлагеллат, замедлением их движения. Клетки, обедненные фосфором, оседают в 1,5—2 раза быстрее, чем клетки с нормальным содержанием этого элемента.

Таким образом, показаны взаимосвязанные изменения основных физиологических показателей динофлагеллат. Замедление деления клеток как при старении культуры, так и в результате сезонного ритма деления клеток или деления в бесфосфатной среде приводит к понижению основных параметров фотосинтеза (табл. 3). Это в свою очередь взаимосвязано с увеличением скорости оседания динофлагеллат, замедлением их движений. Независимо от причин понижение физиологических показателей клеток согласуется с увеличением скорости их оседания. Скорость оседания является одним из физиологических показателей динофлагеллат.

Экспериментальная работа выполнена в лаборатории фитопланктона Института биологии южных морей АН УССР.

Материалы диссертации изложены на 165 страницах машинописного текста с 37 таблицами и 30 рисунками. Список литературы включает 241 наименование, в том числе 150 — на иностранных языках.

Материалы диссертации доложены автором на I съезде Всесоюзного Гидробиологического общества (Москва, февраль, 1965 г.), на III Всесоюзной конференции по химии моря (Москва, ноябрь 1965 г.), на II Международном океанографическом конгрессе (июнь, 1966 г.).

Взаимоотношение основных физиологических показателей
динофлагеллат с некоторыми факторами внешней среды*

Таблица № 3

Факторы внешней среды	Свет (осве- щенность, насы- щающая фото- синтез)	Минеральное питание**		Сезонность	Возраст и плот- ность популяии
		P	N		
Основные физиолог. показатели					
1	2	3	4	5	6
1. Фотосинтез	Повышается до точки насыщения. Освещенность, соответствующая точке насыщения, изменяется в течение года.	Наибольшее повышение при оптимальных концентрациях.	Повышается (в зависимости от вида)	Наибольший — летом, в период максимального развития в море и в культуре (0,06 и 0,017 мл O ₂ /мг биомассы в час). Наименьший — в декабре (0,002 и 0,0014 мл O ₂ /мг биомассы в час).	Наибольший у культуры с оптимальной плотностью (2,0 и 20 тыс. кл/мл) и с высокой скоростью деления клеток в первые дни после пересева.
2. Дыхание/ фотосинтез	Наименьшее, 10—15%.	Остается постоянным в широком диапазоне концентраций.		При освещенности, насыщающей фотосинтез, составляет 10—15% во все сезоны.	Повышается с увеличением плотности культуры и при ее старении.

*) Цифры, приводимые в таблице, относятся к *Prorocentrum micans* и *Gymnodinium kovalevskii* соответственно.

**) Показано влияние P и N на фотосинтез динофлагеллат в краткосрочных опытах. (μг/л).

1	2	3	4	5	6
3. Скорость деления клеток	—	—	—	Наибольшая — летом, в период массового развития в море и в культуре (1,5 деления в сутки). Наименьшее — в декабре, январе (0,4 и 0,5 делений в сутки).	Наибольшая в первые дни после посева.
4. Клетки, обедненные фосфором	Понижена, 6 тыс. лк.	Усваивают в больших количествах 100; 500; 800; 300.		Число делений в бесфосфатной среде изменяется по сезонам, определяется видом водорослей.	—
5. Клетки с нормальным содержанием фосфора	Повышена, 16 тыс. лк.	Усваивают в меньших количествах: 200, 400, 50, 100.		—	—
6. Фототаксис	Отсутствует. При уменьшении освещенности приобретает положительный знак, при увеличении — отрицательный.	—	—	—	—
7. Оседание, подвижность	—	Подвижность наибольшая при оптимальных для фотосинтеза концентрациях.		—	Оседание — наименьшее (20—30% и 40—50%), подвижность — наибольшая в первые дни после посева. Оседание повышается до 90%, движение замедляется при уменьшении скорости деления клеток.

Основные положения диссертации
изложены в следующих работах:

1. О зависимости фотосинтеза *Prorocentrum micans* и *Gymnodinium kovalevskii* от интенсивности солнечной радиации. Физиология растений, т. 13, в. 2, 1966.
2. Зависимость светового насыщения двух массовых видов динофлагеллат от ряда факторов. Океанология, т. VI, в. 5, 1966.
3. Влияние различных концентраций фосфатов и нитратов на интенсивность фотосинтеза некоторых видов морских динофлагеллат. Тезисы III научной конференции по химии моря. 1965 г.
4. Некоторые данные о влиянии минерального фосфора на фотосинтез *Prorocentrum micans*. Сб. Планктон, изд. «Наука», 1967.
5. Новый метод массовой пересадки клеток планктонных водорослей. Физиология растений, т. 13, в. 6, 1966.
6. Плавучесть и обеспеченность клеток двух массовых видов динофлагеллат элементами минерального питания. Вопросы морской биологии. Тезисы симпозиума молодых ученых, изд. «Наукова думка», 1966.
7. Сезонные изменения основных фотосинтетических показателей двух массовых видов динофлагеллат. Вопросы морской биологии. Тезисы симпозиума молодых ученых, изд. «Наукова думка», 1966.
8. Оседание и фототаксис двух массовых видов динофлагеллат в связи с их фотосинтетической активностью. Сб. докладов II Международного океанографического конгресса, 1966.

Одесский ордена Трудового Красного Знамени
государственный университет им. И. И. Мечникова

БЯ — 02498. Сдано в набор 28.9.67. Подписано к печати 23.XII.1967 г.
Формат бумаги $60 \times 90^{1/16}$. Объем: физ. п. л. $1^{1/2}$. Усл. п. листов $1^{1/2}$.
Заказ 8747. Тираж 180 экз. Бесплатно.

Типография «Флага Родины», г. Севастополь, Мокроусова, 5.

General and Special Services Bureau
Washington, D. C.

THE - 1918 CASE A REPLY TO THE MEMORANDUM OF MR. [Name]
[Name] [Title] [Department] [Date]

