

диатомовые и зеленые водоросли. Минерализация воды — 4408 мг/л, в том числе хлоридов — 1650 мг/л. Наблюдалась гибель рыбы.

В начале ноября 1971 г. в балочном нерестово-вырастном пруду с атмосферным водоснабжением (Казанковский рыбопитомник, Николаевская обл.), расположенном на расстоянии более 150 км от Черного моря, началась гибель рыбы, вызванная массовым развитием *P. parvum*. Содержание хлоридов составляло 1264 мг/л, минерализация воды — 4843 мг/л. Патологоанатомическая картина свидетельствовала о наличии иштоксикации.

В отличие от предыдущего случая прудовая вода представляла собой почти чистую суспензию *P. parvum* (концентрация около 720 млн. кл/л, биомасса 54 мг/л), изредка встречались *Anabaena knipowitschii*, *Ankistrodesmus acicularis*, *Cyclotella meneghiniana*, *Stephanodiscus hantzschii*.

После предварительной лабораторной проверки пруд был обработан аммиаком меди, после чего концентрация водорослей снизилась до 300 млн. кл/л и прекратился отход рыбы.

В ноябре 1971 г. *P. parvum* был также обнаружен в прудах Крымского облрыбкомбината, снабжаемых сбросными водами с рисовых полей. Содержание хлоридов — 1229—2984 мг/л. Концентрация водоросли была относительно невысокой — 18,0—44,5 млн. кл/л. Гибели рыб не отмечали.

Поскольку указанная водоросль встречалась в географически отдаленных друг от друга прудах с разным характером водоснабжения, можно ожидать появления ее и в других водоемах, вода которых содержит не менее 500—600 мг Cl⁻/л [2, 3]. Поэтому, в случае осенней гибели рыб необходимо производить микроскопирование воды с целью обнаружения *P. parvum*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Краснощек Г. П., Абрамович Л. С. 1971. О массовом развитии *Prymnesium parvum* Cart. в рыбоводном пруду. «Гидробиол. ж.», 7, 3.
2. Komarovskiy B. 1949. Seasonal fluctuations in occurrence and toxicity of *Prymnesium parvum* in some Israeli fishponds, their effect on fish and control. «Hassadeh», 29 (5).
3. Komarovskiy B. 1951. Some characteristic water-blooms in lake Tiberias and fish ponds in the Gordon Valley. «Proc. Internat. Assoc. Limnol.», 11.

Поступила 19. I 1972 г.

УДК 582.275.39

НЕКОТОРЫЕ СТОРОНЫ ВНЕШНЕГО МЕТАБОЛИЗМА ЧЕРНОМОРСКОЙ ВОДОРОСЛИ *PHYLLOPHORA NERVOSA*

Г. Л. ЧЕРНОВ

(Одесский госуниверситет)

Возросший в последние годы всеобщий интерес к экологическим проблемам биосферы объясняется осознанием взаимообусловленности природных процессов. С этим тесно связан вопрос взаимоотношений в ценозах. Широкое распространение среди биологов получила идея «группового симбиоза» как биоценотической единицы и аллелопатии как одного из наиболее мощных регуляторов структуры и состава сообществ. В биохимическом плане эта идея базируется на факте экскре-

ции живыми организмами части органических и неорганических соединений в окружающую среду. Утилизируясь другими организмами и трансформируясь в среде, эти вещества составляют некоторые цепи так называемого внешнего, или экологического метаболизма [4]. Разнообразие состава некоторых ценозов приводит к тому, что практически каждый выделяемый во внешнюю среду метаболит может выступать как представитель трофической, информационной или аллелопатической связи в зависимости от выбора акцептора данного метаболита.

Исследования, посвященные этому вопросу применительно к морским фитоценозам, носят фрагментный характер; особенно это касается макрофитов из-за сложности их культивирования и методик определения растворенной органики в морской воде. Работы по экскреции растворимых органических веществ (РОВ) макрофитами Черного и Баренцева морей [1, 5, 6] отражают ход внешнего метаболизма (ВМ) либо в течение небольших промежутков времени, порядка нескольких часов, либо сразу за целое число суток. В то же время большой интерес представляет суточная ритмика выделения ВМ, максимальная концентрация РОВ в ценозах и т. д.

Проведение исследований подобного рода стало возможным благодаря успешному культивированию черноморской филлофоры в течение длительного времени в лабораторных условиях [7].

Суточный ритм выделения метаболитов. Неповрежденные растущие кустики филлофоры помещали в стеклянные вегетационные сосуды с 1 л профильтрованной морской воды. Освещение — естественное (северное окно), максимальная освещенность — 600 лк, температура $16 \pm 1,5^\circ\text{C}$. Талломы водоросли оставляли на 1 сутки для адаптации, после чего на спектрофотометре СФ-4 устанавливали изменение количества РОВ путем сравнения оптической плотности среды с филлофорой и контрольной (морская вода). Определения проводили в 10-сантиметровых кюветах в ультрафиолетовой части спектра в зоне 230—400 мкм через каждые 4 час на протяжении четырех суток. После снятия спектра поглощения воду сливали обратно в сосуды для поддержания постоянного объема среды в ходе опыта. Ритмику экскреции РОВ определяли на четырех таксонах филлофоры: *Phyllophora nervosa* — обычная и промежуточная формы центрального района филлофорного поля Зернова, шаровидная — *Ph. nervosa* Тендровского залива и *Ph. brodiaei*.

Абсорбционные спектры изменений оптической плотности сред с указанными таксонами филлофоры свидетельствуют о сходном ритме выделений. Все образцы проявили общую тенденцию к утилизации органических соединений природной морской воды, особенно ответственных за оптическую плотность среды на волнах менее 240 мкм. В первый день определений наблюдается уменьшение оптической плотности в зоне 280 мкм, ночью сменяющееся интенсивным выделением метаболитов, что приводит к повышению абсорбции света в той же зоне спектра. На вторые сутки (третьи с начала опыта) процесс экскреции стабилизируется, и кривые спектров поглощения ВМ принимают стандартный вид с максимумом абсорбции в зоне 250 мкм (рис. 1). Эти изменения формы сорбционных спектров можно объяснить процессом адаптации водоросли, который, таким образом, продолжается почти двое суток после помещения таллома филлофоры в свежую морскую воду.

После стабилизации экскреции по показателям оптической плотности на волне 250 мкм были построены графики суточного ритма выделения метаболитов. Типичными для филлофоры оказались максимумы выделения РОВ в первую половину ночи (рис. 2), что, очевидно, связано с общим изменением внутреннего метаболизма водоросли с

наступлением темноты. Резкое уменьшение органических веществ во вторую половину ночи объясняется трофической деятельностью сопутствующей микрофлоры.

В остальных случаях экскреция метаболитов носит явную зависимость от фотосинтеза — возрастает в дневные часы и падает с наступлением вечера.

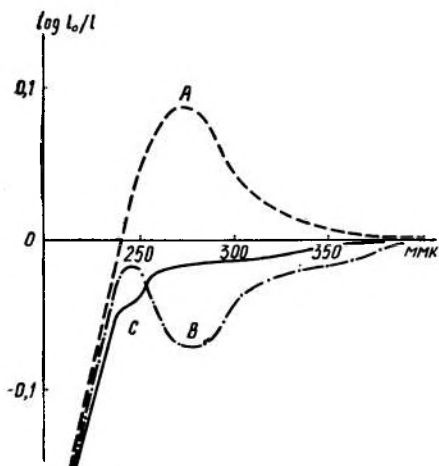


Рис. 1. Типичные абсорбционные спектры изменения оптических плотностей сред с филофорой:

A — дневной и B — ночной периоды адаптации; C — адаптированная водоросль

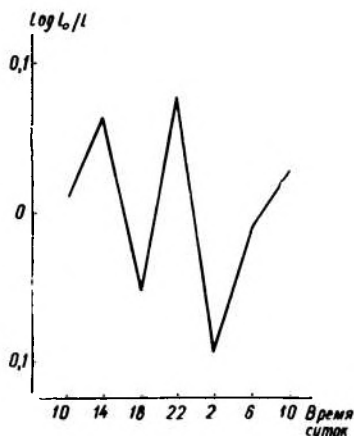


Рис. 2. Суточный ритм выделения внешних метаболитов у *Ph. nervosa*.

Эксперименты по регистрации суточного ритма выделений, проведенные в различное время, показали неизменность общей формы ритма на протяжении года.

Количество внешних метаболитов, время выдержки и биомасса водоросли. По абсорбционным спектрам можно ориентировочно судить о количестве растворенной органики в среде [5], в силу чего для определения накопления ВМ филофоры в зависимости от времени и биомассы водоросли использовали приведенную выше методику. Исследования проводили на *Ph. nervosa* центрального района поля Зернова.

Полученные результаты (см. таблицу) позволяют судить о количестве растворенной органики как постоянной величине, независимой от времени выдерживания водоросли в культуре, массы талломов и объема воды. Такое постоянство концентрации РОВ характерно для хорошо сбалансированной системы макрофит-микрофлора, полученной

Относительное количество РОВ в среде с филофорой в зависимости от срока содержания в культуре и веса таллома (в показателях оптической плотности)

Вес таллома	Объем воды, л	Оптическая плотность на волне 250 мкм в 14—00 час			
		3-й день	6-й день	9-й день	средняя
3,5	1,0	—30	—30	—30	—30
15,0	1,0	—35	—40	—32	—36
3,5	3,0	—30	—28	—25	—28
15,0	3,0	—35	—28	—30	—31
103,0	7,0	—40	—35	—40	—38

при культивировании водоросли в лабораторных условиях, а незначительные отклонения (в большинстве случаев лежащие в пределах ошибки прибора), вполне вероятно, зависят от различного физиологического состояния филлофоры.

Биологически активная фракция внешних метаболитов филлофоры. Большой интерес вызывают биологически активные соединения (БАС), экскретируемые филлофорой [3]. Отсутствие в массовых зарослях *Ph. nervosa* целого ряда гидробионтов, в частности водорослей, губок, гидроидов [2], дает основание считать, что широкий диапазон действия активного ВМ водоросли объясняется блокированием им одной из неспецифических основных цепей метаболического цикла организмов. Трудно представить себе, чтобы *Ph. nervosa* выделяла отдельные антибиотические вещества для каждого из указанных организмов.

Молекулярный вес ориентировочно говорит о сложной структуре соединения. Исходя из этого, мы сделали попытку выделить биологически активную фракцию ВМ *Ph. nervosa* на сефадексе Г-25. Поскольку нас интересовало действие природной концентрации БАС, неконцентрированную среду с ВМ филлофоры разгоняли, просматривая оптические плотности фракций на спектрофотометре в специально сконструированной нами кювете. Это позволило с достаточной точностью определить разницу в оптической плотности фракций объемом 2,5 мл. Принцип действия кюветы основан на увеличении длины рабочего хода светового луча и регулировании интенсивности светового потока для отсчета показаний в наиболее чувствительном диапазоне шкалы. В качестве тест-индикатора биологической активности использовали колеоптилы пшеницы «Одесская-16». Для испытаний отбирали по три фракции (7,5 мл) раствора в ВМ филлофоры, ответственных за максимумы соответствующих молекулярных групп РОВ. Контролем служили параллельные фракции морской воды, взятой для опыта.

ВМ филлофоры отчетливо разделились на две молекулярные группы, из которых токсическое действие проявила вторая, с молекулярным весом менее 5000. К веществам с таким весом могут принадлежать сравнительно несложные соединения, чем, очевидно, и объясняется нестойкость БАС филлофоры [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурлакова З. П. 1970. Кинетика выделения и молекулярное разнообразие внешних метаболитов у макрофитов Черного моря. В сб.: «Физиол.-биохим. осн. взаимод. раст. в фитоцен.», изд-во «Наукова думка», К.
2. Калугина А. А., Лачко О. А. 1966. Состав, распределение и запасы водорослей Черного моря в районе филлофорного поля Зернова. В сб.: «Распредел. бентоса и биол. донных животных в юж. морях», изд-во «Наукова думка», К.
3. Ткаченко Г. В., Чернов Г. Л. 1970. Влияние внешних метаболитов *Phyllophora nervosa* на некоторые биологические объекты. В сб.: «Охрана рыбн. зап. и увелич. продукт. вод. юж. зоны СССР», Кишинев.
4. Хайлов К. М. 1966. Об эволюции метаболических связей в сообществах морских организмов. В кн.: «Физиол. морск. животн.», изд-во «Наука», М.
5. Хайлов К. М., Бурлакова З. П. 1968. Определение концентрации растворенного органического вещества морской воды методом прямой ультрафиолетовой фотометрии. «Тез. докл. IV конф. по химии моря», Изд-во АН СССР, М.
6. Их же. 1968. Динамика выделения органических метаболитов морскими организмами. В сб.: «Биол. моря», 15, К.
7. Чернов Г. Л. 1970. Дія підвищеної солоності води на чорноморську водорість *Phyllophora nervosa*. В сб.: «Мат-ли університ. наук. конф. мол. уч., присвяч. 100-річчю з дня народження В. І. Леніна», Одеса.