

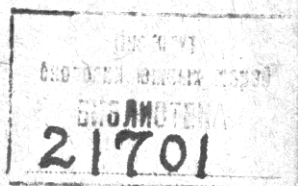
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ПРОВ 98

# БИОЛОГИЯ МОРЯ

Вып. 15

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ  
ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ  
ВОДНЫХ ЖИВОТНЫХ



КИЕВ



1968

## ДИНАМИКА ВЫДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ МЕТАБОЛИТОВ МОРСКИМИ ОРГАНИЗМАМИ

К. М. ХАЙЛОВ, З. П. БУРЛАКОВА

*Институт биологии южных морей АН УССР*

Идея эктокринной связи организмов в морских сообществах, развиваемая в последнее время Лукасом и рядом других гидробиологов (Lucas, 1961; Fogg, 1963; Johanness, 1964; Wangersky, 1965; Хайлов, 1965), вступила сейчас в новую фазу своего развития. Установлено, что ряд важнейших морских организмов выделяет во внешнюю среду и использует из нее растворенные органические метаболиты. Ясно также, что процессы выделения и потребления метаболитов, взятые вместе, образуют в сообществах разветвленную и сложную сеть «нехищных» трофических связей, в принципе совершенно аналогичных связям хищник — жертва и сетям, которые образуют эти связи. Это означает, что классическая схема трофодинамики, построенная на отношениях хищник — жертва, становится недостаточной и начинает дополняться схемой внешнеметаболических трофических связей (рис. 1). Внешнеметаболическая трофодинамика наиболее существенна для низших организмов — бактерий, одноклеточных и многоклеточных водорослей, в меньшей мере — для беспозвоночных и, по-видимому, в очень малой степени для более эволюционно продвинутых групп морских животных.

Механизм внешнеметаболических связей включает три основных звена: 1) выделение в водную среду, 2) перенос и трансформацию в ней и 3) потребление органических и неорганических соединений. Учитывая, что речь идет по существу о межорганизменном обмене веществ, совокупность всех относящихся сюда процессов мы называем экологическим метаболизмом. Отметим, что экологический метаболизм представляет собой явление, присущее сообществам организмов (своего рода «биохимию сообществ»), а не морской воде, как это иногда считается<sup>1</sup>, и не от-

<sup>1</sup> Раздел «Биохимия морской воды» имеется, например, в «Проекте общего научного плана исследований Мирового океана», Изд. ООН, 1965.

дельно взятым морским организмам и видовым популяциям. С точки зрения отдельно взятого организма выделение органических соединений во внешнюю среду кажется неоправданной потерей, патологическим, а не нормальным жизненным процес-

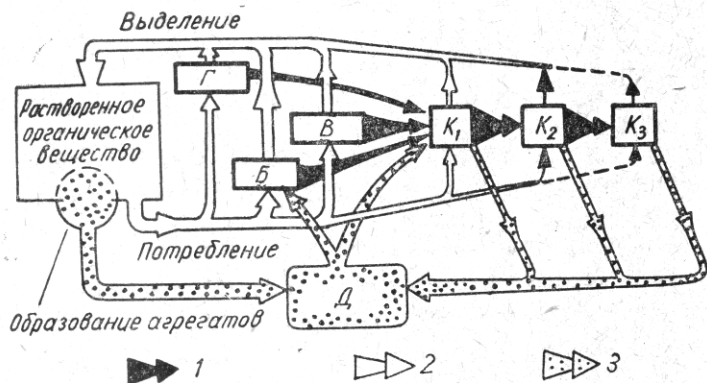


Рис. 1. Внешнеметаболические трофические связи в общей схеме пищевых отношений:

Г — грибы; В — водоросли; Б — бактерии; Д — детрит; К<sub>1</sub>, К<sub>2</sub>, К<sub>3</sub> — консументы; 1 — связи «хищник — жертва»; 2 — внешнеметаболические трофические связи; 3 — связи, основанные на образовании и использовании детрита.

сом. И только в рамках сообщества, с учетом различной специализации в отношении выделения и использования растворенного органического вещества, целесообразность этого явления становится понятной. Нельзя не заметить, что избыточное питание, так хорошо известное в отношениях хищник—жертва, представляет собой явление такого же рода. Оно понятно с точки зрения экономики сообщества, но кажется патологическим с точки зрения экономики отдельно взятого организма или видовой популяции.

### «ПРИЖИЗНЕННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ» ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ МОРСКИМИ ОРГАНИЗМАМИ

Выделение в морскую воду растворимых органических и неорганических соединений представляет собой начальное звено экологического метаболизма. Подчеркнем, что термин «выделение» в применении к таким разным группам морских организмов, как бактерии, грибы, водоросли, беспозвоночные, рыбы, является собирательным и охватывает целый ряд различных по своей природе процессов.

Прежде всего выделением может быть назван перенос тех или иных соединений через живые клеточные мембраны непосредственно во внешнюю среду, как у бактерий, грибов, водорослей (рис. 2, А), или в экскреторные каналы, как у животных.

Хорошо известны как активный транспорт, осуществляемый при участии специализированных ферментов-переносчиков (пермеаз), так и пассивная диффузия. И активный, и пассивный транспорт через живые мембраны доступен только относительно низкомолекулярным соединениям; молекулы белков, крупных полипептидов, полисахаридов и других высокомолекулярных соединений едва-ли могут выделяться таким путем.

Однако известно, что в культуральных средах живых делящихся клеток бактерий и одноклеточных водорослей могут быть обнаружены именно макромолекулы — белки, сохраняющие свое функциональное состояние, полисахариды и другие, более сложные молекулярные комплексы (липополисахариды, гликопептиды и др.). Их поступление в среду, часто совершенно не связанное с деградацией или лизисом клеток, также представляет собой выделение, причем выделение прижизненное, хотя его механизм отличается от рассмотренного выше. Он заключается в отщеплении, «отрыве» части молекул от клеточных оболочек (рис. 2, Б), которые несут на себе и разнообразные белки-ферменты, и длинные цепи полисахаридов, и более сложные молекулярные образования, непрочно связанные с поверхностью клеток и способные к легкому гидролитическому отщеплению (Neu a. Heppel, 1964; Westphal, 1965). Относительно бактерий известно, что значительная часть их ферментных систем (70—100% у *Escherichia coli*; Neu a. Heppel, 1964) локализована именно на поверхности клеток и может быть «снята» с нее с помощью самых мягких химических воздействий, почти не снижающих жизнеспособности клеток. Характерно, что на поверхности расположены главным образом ферменты, специализированные на деструкции макромолекул: щелочная фосфатаза, циклическая фосфодиэстераза, кислая фосфатаза,  $\beta$ -галактозидаза и др. Отделившись от клеточной стенки, они сохраняют свою ферментативную активность и способствуют отщеплению других молекул с поверхности клетки.

Названные механизмы характерны в основном для низших

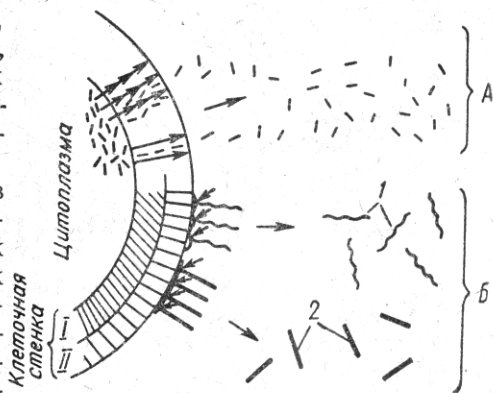


Рис. 2. Схема прижизненного выделения органических метаболитов одноклеточными организмами:

А — активный транспорт низкомолекулярных метаболитов и пассивная диффузия, Б — отделение макромолекул от внешней поверхности клетки (частично в результате ферментативных процессов); 1 — белки, липоиды, 2 — базальная структура; 1 — молекулы белков и полипептидов, 2 — молекулы полисахаридов.

организмов — бактерий, водорослей, грибов. Что касается беспозвоночных, то основной формой выделения растворенных органических соединений является, по-видимому, экскреция через выделительную систему, хотя и диффузия, и активный перенос через поверхность тела также возможны (Johannes, 1964). Для таких организмов собирательный смысл понятия «прижизненное выделение» наиболее очевиден.

Таким образом, все перечисленные выше процессы, приводящие к появлению в водной среде органических молекул, различны по своим физическим, биохимическим и физиологическим механизмам. Однако с экологической точки зрения все они могут быть названы «прижизненным выделением». Для эколога существенно прежде всего общая мощность потоков вещества и энергии, направляемых в другие звенья продукционного процесса по каналам «нехищных» связей. У разных видов одноклеточных водорослей количество выделенных веществ составляет от 3 до 25% всего синтезированного за сутки органического вещества (Hellebust, 1965), а у некоторых видов еще выше — от 37—50% (Fogg, Nalewajko and Watt, 1965). Приведенные цифры охватывают всю совокупность одновременно выделенных организмом веществ. Имея это в виду, Фогг и сотрудники предпочитают термину «выделение» (release) термин «высвобождение» (liberation), что с формальной точки зрения более точно. Тем не менее большинство авторов употребляют термин «выделение», стремясь, вероятно, подчеркнуть, что основным является нормальный физиологический акт выделения, а не пассивная диффузия и отщепление молекул с поверхности клеток. Это, кстати, отмечают также Фогг и сотрудники.

### СКОРОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ МЕТАБОЛИТОВ

Как известно, количественное описание поточных систем не может быть сделано в категориях концентраций веществ в том или ином звене системы. В частности, при описании экологического метаболизма не могут быть использованы величины концентраций органического вещества в морской воде. Поточные системы характеризуются прежде всего кинетическими показателями — скоростями потоков и реакций. Для описания экологического метаболизма важно определить скорости выделения, трансформации и потребления организмами различных соединений. Ниже мы остановимся на одном из этих вопросов — на определении скоростей выделения органических метаболитов морскими макрофитами и сопоставим их с аналогичными величинами, полученными для некоторых других морских организмов.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Макрофиты. Выделение органических веществ макрофитами изучалось на видах *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus*, *Fucus serratus*, *Cladophora gracillis*, *Laminaria saccharina* (Баренцево море) и видах *Cystoseira barbata* и *Dilophus fasciola* (Черное море). Во всех случаях для экспериментов использовали только свежесобранные растения. Навески водорослей (25—50 г сырого веса) помещали в открытые светлые склянки с 1 л морской воды и оставляли без протока на 6—8 час при температуре природной морской воды 10—12°С при работе на Баренцевом море и 12—22°С при работе на Черном море. Все опыты с черноморскими макрофитами проводились непосредственно на берегу моря, поскольку даже непродолжительное содержание водорослей в искусственных условиях существенно влияет на характер выделения метаболитов. В склянках с растениями через каждый час измеряли оптическую плотность морской воды в ультрафиолетовой области спектра (подробнее методика описана ранее — Хайлов, 1963).

Строгая корреляция концентрации растворенного органического вещества в воде и ее оптической плотности в ультрафиолетовой области показана Ханья и Огура (Han'ya a. Ogura, 1964). Приращение оптической плотности воды в склянках с растениями служило показателем общей скорости выделения органического вещества.

Исходная концентрация растворенного органического вещества в морской воде, используемой в опытах, обычно невелика ( $E_{230}=0,10-0,25$ ). При исследовании влияния исходной концентрации растворенного органического вещества на скорость его выделения растениями в опытные склянки наливали морскую воду, предварительно обогащенную выделениями того же вида (до величины  $E_{230}=0,6-0,7$ ). При изучении влияния освещенности на скорость выделения часть склянок помещали в мешки из светонепроницаемой ткани. В экспериментах, где ставилась задача определить скорость посмертного выделения, растения перед опытом убивали, выдерживая их в сушильном шкафу при температуре 90°С в течение 30 мин.

Кроме общей скорости выделения органических метаболитов макрофитами определяли также скорость выделения (в данном случае правильнее было бы сказать «высвобождения» в понимании Фогга и сотр.) макромолекулярных соединений. Их экстракция из морской воды — отделение от низкомолекулярных фракций — производилась эмульсионным методом: воду из экспериментальных сосудов после тщательной фильтрации или центрифугирования при 18 тыс. об/мин взбалтывали с хлороформом до образования стойкой эмульсии, эмульсию центрифугировали до выделения на поверхности раздела вода — хлороформ нерастворимого слоя органического вещества и содержание сухого ве-

щества в нем определяли прямым взвешиванием остатка после его высушивания и обработки спиртом и серным эфиром.

Одноклеточные водоросли. Определение общей скорости выделения органических метаболитов одноклеточными водорослями проводилось на сетевом фитопланктоне по методике, аналогичной той, которая применялась для изучения общей экстракции у макрофитов.

Беспозвоночные и рыбы. Общую скорость выделения органических веществ беспозвоночными (*Mytilus edulis* и *Echinus esculentus*) и рыбами (сеголетки *Gadus morhua*) определяли в условиях Баренцова моря. По приращению общей оптической плотности в сосудах с подопытными животными определяли общую интенсивность выделения. Подробнее методика работы с животными описана ранее (Хайлов, 1966).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Скорость выделения метаболитов морскими организмами, в частности многоклеточными водорослями, может быть выражена двояко: абсолютной величиной, показывающей общее количество материала, выделяемого данным видом в единицу времени,

Удельная и общая скорости выделения органических веществ макрофитами Баренцова моря

| Вид                         | Удельная скорость выделения (мг/час на 1 г сухого веса) | Биомасса данного вида на 1 м <sup>2</sup> литорали (в г сухого вещества) | Общая скорость выделения данным видом (г/час) на 1 м литорали |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <i>Ascophyllum nodosum</i>  | 0,04                                                    | 570                                                                      | 0,55                                                          |
| <i>Fucus vesiculosus</i>    | 0,26                                                    | 310                                                                      | 1,93                                                          |
| <i>Fucus serratus</i>       | 0,22                                                    | 190                                                                      | 1,00                                                          |
| <i>Cladophora gracilis</i>  | 0,15                                                    | 7                                                                        | 0,025                                                         |
| <i>Laminaria saccharina</i> | 0,13                                                    | —                                                                        | —                                                             |

<sup>1</sup> Определены методом хлороформной экстракции из воды и отражают только часть всего потока выделений (поверхностно-активные соединения).

и величиной удельной скорости, показывающей интенсивность выделения. В таблице сопоставляются удельная и общая скорости выделения, определенные для членов ассоциации прибрежных макрофитов Баренцова моря. Если судить по величинам общей скорости выделения, показывающим вклад каждой видовой популяции в поток выделений всей данной ассоциации, основная роль в ней принадлежит популяции *Fucus vesiculosus*,

главным образом благодаря большой биомассе этого вида. Напротив, популяция *Cladophora gracilis* делает наименьший вклад ввиду незначительной биомассы. Однако внешнеметаболическая активность *C. gracilis* значительно выше, чем *F. vesiculosus*.

Другие виды ассоциации занимают промежуточное положение. Таким образом, величины общей и удельной скоростей выделения характеризуют внешнеметаболическую систему (в данном случае ее выделительную функцию) с двух существенно разных, но одинаково важных сторон. Очевидно, такой метод двойной оценки применим к любому виду и любому сообществу. В зависимости от задачи исследования следует определять одну из этих величин. Общая скорость выделения представляет интерес при анализе метаболизма сообществ. В прибрежных сообществах, в которых доминантными (по биомассе) формами являются обычно макрофиты, общий вклад одноклеточных водорослей, несомненно, очень невелик, хотя удельная скорость выделения органических метаболитов у них значительно выше, чем у макрофитов. В пелагических же сообществах метаболическая роль одноклеточных водорослей очень высока. При решении других задач, скажем, при оценке эволюции внешнеметаболических функций, общие скорости выделения не применимы: сравнению подлежат лишь удельные скорости выделения у различных видов.

На рис. 3 приведены удельные скорости выделения органических метаболитов у трех важнейших в экомике моря групп морских организмов — одноклеточных водорослей (смешанный фитопланктон), беспозвоночных и рыб. Удельная скорость выделения органического вещества фитопланктоном принята за 100%, остальные рассчитаны по сравнению с ней. Сопоставление этих величин показывает тенденцию к сокращению функции выделения в эволюционном ряду одноклеточные водоросли → беспозвоночные → рыбы. Такая закономерность не является неожиданной; напротив, она отвечает идущему в том же направлении снижению интенсивности самообновления белка и

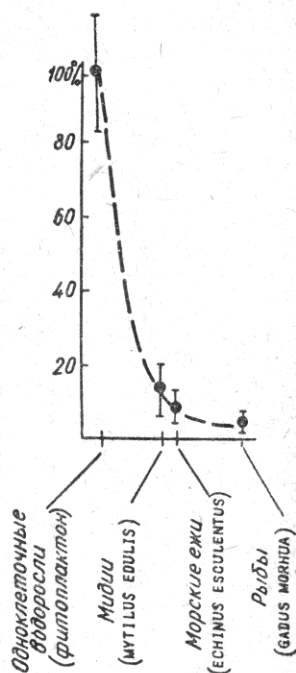


Рис. 3. Соотношение удельных скоростей выделения органических метаболитов у представителей различных групп морских организмов. За 100% принята скорость выделения у одноклеточных водорослей.

скорости продуцирования органического вещества морскими организмами. Последняя величина, как известно, уменьшается в ряду бактерии → фитопланктон → зоопланктон → рыбы. Удельная скорость выделения органического вещества, несомненно, является производной от удельной скорости его продуцирования организмом. Она отражает долю синтезированного вещества, которая направляется по каналам «нехищных» метаболических связей. Сравнение удельных скоростей выделения показывает, что эта доля наиболее велика у низших организмов с примитивным типом питания (бактерии, водоросли, грибы) и уменьшается в ходе эволюции. У более развитых животных с внутренним

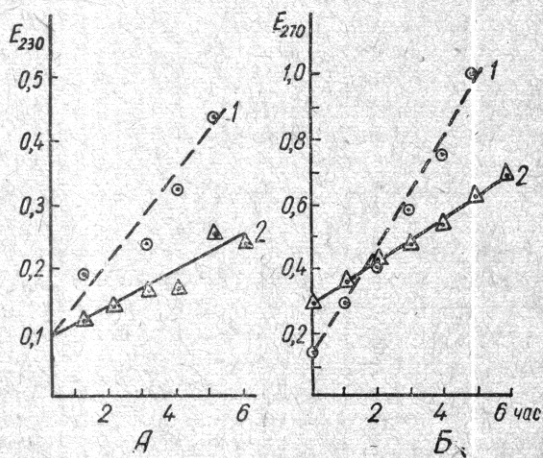


Рис. 4. Скорость выделения органических метаболитов морскими макрофитами:

А—*Dilophus fasciola*, Б—*Cystoseira barbata*; 1—на свету, 2—в темноте.

пищеварением относительно большая доля органического вещества поступает по каналам «хищник—жертва» и внешнеметаболические связи не играют для них существенной роли (см. рис. 1). Следовательно, на основной вопрос давней дискуссии Пюттера и Крога — значительную или незначительную роль играет в жизни морских организмов растворенное в морской воде органическое вещество — нельзя дать однозначный ответ; его роль различна в жизни разных групп и убывает в эволюционном ряду.

При описании экологического метаболизма важно знать зависимость составляющих его отдельных реакций (выделения, трансформации в воде, потребления) от основных меняющихся параметров водной среды. Действительно, температура, освещенность, концентрация органических соединений в воде и другие факторы могут влиять на любой из названных процессов. В частности, если выделение органических метаболитов водорос-

лями является физиологически активным актом, то можно ожидать, что скорость выделения окажется зависящей от освещенности (фотосинтеза). У одноклеточных водорослей такая зависимость действительно существует (Fogg, Nalewajko, Watt, 1965). Сравнение скорости выделения органического вещества черноморскими макрофитами — *Dilophus fasciola* и *Cystoseira barbata* на свету и в темноте (рис. 4), указывает на две существенные его черты. Во-первых, скорость выделения значительно выше при нормальном освещении, чем в темноте, что отчетливо обнаруживается у обоих видов. При этом у *Dilophus fasciola* скорость выделения на свету почти вдвое выше, чем в темноте. Во-вторых, при относительном постоянстве освещения (в дневные часы) скорость выделения является величиной постоянной, что говорит о стационарности «светового» метаболического потока. Та же стационарность свойственна и «темновому» потоку (в течение ночи, или при искусственном затемнении днем). Следует, однако, отметить, что у дилофуса «темновой» метаболический поток сохраняет постоянную скорость только в течение 5—6 час, после чего она резко падает. Зависимость скорости выделения от освещенности (фотосинтеза) и стационарность указывает на то, что выделение связано с фотосинтезом, а не является полностью пассивным процессом. С другой стороны, тот факт, что в темноте выделение не прекращается (по крайней мере у цистозеры), а также остается стационарным, говорит о частичной независимости от фотосинтеза. Возможно, что «темновой» поток выделений у цистозеры определяется иными механизмами, чем «световой». Если учесть, что в составе прижизненных выделений цистозеры обнаружены макромолекулы, которые не могут выделяться физиологическим путем, то такое предположение можно считать вероятным.

Другим фактором, который может оказывать влияние на скорость выделения, трансформацию в морской воде и потребление организмами растворенных метаболитов, является их концентрация в воде. В исследованиях с одноклеточными пресноводными водорослями отмечалось (Fogg, Nalewajko, Watt, 1965), что при высоких концентрациях органического вещества в воде (например, в культуральных средах при искусственном выращивании одноклеточных водорослей) скорость его выделения живыми клетками ниже, чем в природных условиях, где концентрация органического вещества в воде значительно ниже.

Концентрационное торможение, по-видимому, возможно лишь в случае диффузионного выделения. Если выделение является физиологически активным процессом, оно может проходить и против градиента концентрации. Это справедливо, например, для потребления растворенных органических метаболитов из окружающей среды (Stephens, 1963).

Эксперименты по исследованию концентрационного тормо-

жения должны удовлетворять следующим условиям: 1) повышенная концентрация должна задаваться метаболитами того же вида, у которого определяется скорость выделения; 2) максимальная задаваемая концентрация метаболитов в эксперименте должна быть равной той, которая наблюдается в морской воде.

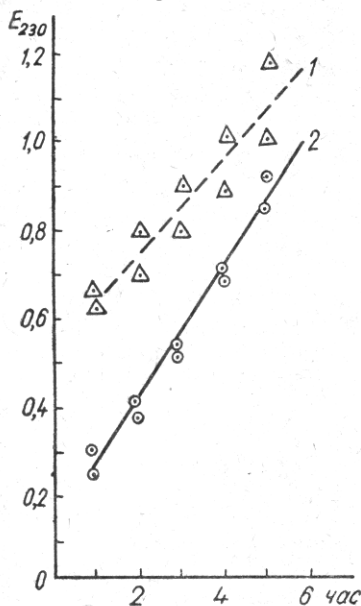


Рис. 5. Влияние концентраций органических метаболитов в среде на скорость их прижизненного выделения у цистозир:

1 — выделение при повышенной концентрации метаболитов в среде, 2 — выделение при низкой концентрации метаболитов.

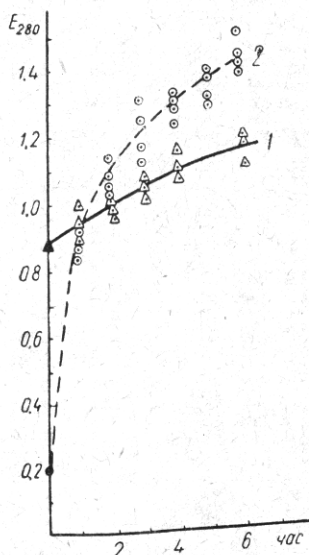


Рис. 6. Кинетика посмертного выделения органических метаболитов:

1 — при повышенной концентрации метаболитов; 2 — при низкой концентрации метаболитов в среде.

окружающей водоросли в природной обстановке. Оба эти условия были выполнены в экспериментах с цистозирой (оптическая плотность —  $E_{230}$  — воды, непосредственно окружающей талломы цистозир, в среднем равна 0,6). На рис. 5 видно, что скорость выделения в среде, обогащенной выделениями цистозир, лишь немного ниже, чем в среде с более низкой их концентрацией. Однозначный результат отмечен в двух сериях экспериментов, что позволяет считать концентрационное торможение весьма незначительным, хотя и имеющим место. Это еще раз подтверждает высказанное выше предположение, что физико-химическая диффузия не играет в выделении значительной роли.

В связи с обсуждением относительной роли активного выделения и пассивной диффузии интересно обратиться к экспериментам, в которых исключена жизнедеятельность (с убитыми

растениями). Такие эксперименты проводились нами с бarenце-воморским видом *Cladophora gracilis*. Динамика посмертного выделения имеет существенно иной вид (рис. 6). Прежде всего, скорость выделения, наибольшая в течение первого часа, прогрессивно снижается (метаболический поток не стационарен). Это может быть связано как с вымыванием метаболитов, так и с выравниванием их концентраций в тканях и в окружающей среде. Действительно, при повышенной концентрации метаболитов в воде скорость их выделения резко снижается, т. е. концентрационное торможение в этом случае очень заметно. Таким образом, характер посмертного выделения также говорит о том, что прижизненное выделение имеет в своей основе процессы жизнедеятельности, подчиняющиеся в большей мере биологическим и в меньшей мере физико-химическим законам.

В этой связи интересно отметить, что процессы потребления растворенных органических соединений морскими организмами также обнаруживают наличие двух механизмов: биологически активного транспорта с участием пермеаз и простого диффузионного переноса (Wright a. Hobbie, 1965).

## ВЫВОДЫ

1. Выделение органических веществ морскими организмами представляет собой часть более широкого явления — экологического метаболизма, который следует описывать прежде всего в категориях потоков и скоростей реакций.

2. Интерес представляет определение как абсолютных, так и удельных (специфических) скоростей выделения. Сравнение удельных скоростей выделения органических метаболитов у одноклеточных водорослей, беспозвоночных (два вида) и рыб (один вид) обнаруживает тенденцию к снижению выделительной функции в этом эволюционном ряду.

3. Скорость прижизненного выделения органических веществ морскими макрофитами существенно зависит от освещенности (фотосинтеза), указывая на то, что выделение в значительной мере является физиологически активным процессом.

4. Скорость прижизненного выделения метаболитов макрофитами мало зависит от их концентрации в среде, тогда как скорость посмертного выделения зависит от них существенно, что подтверждает вывод о выделении как активном физиологическом процессе.

## ЛИТЕРАТУРА

Хайлов К. М. Органические выделения морских макрофитов как фактор внутренней среды береговых сообществ.— Тр. Севаст. биол. ст. АН СССР, **16**, 1963.

Хайлов К. М. Перспективы динамической биохимии моря.— Океанология, **5**, 1965.

Хайлов К. М. Об эволюции метаболических связей в сообществах морских организмов.— В кн.: Физиология морских животных. «Наука», М., 1966.

Fogg G. E., Nalewajko C. Z., Watt W. D. Extracellular products of phytoplankton photosynthesis.— Proc. Royal Soc., B, **162**, 1965.

Hellebust J. A. Excretion of some organic compounds by marine phytoplankton.— Limnol. and Oceanogr., **10**, 1965.

Hanya T., Ogura N. Application of ultra-violet spectroscopy to the examination of dissolved organic substances in water.— In: Advances in Organic Geochemistry. Pergamon Press, 1964.

Johannes R. E. Uptake and release of phosphorous by a benthic marine amphipod.— Limnol. and Oceanogr., **9**, 1964.

Lucas C. E. Interrelationships between Aquatic Organisms mediated by external metabolites.— Oceanography. AAAS. Washington, 1961.

Neu H. C., Heppel L. A. On the surface localization of enzymes in *E. coli*.— Biochem. and Biophys. Res. Commun., **17**, 1964.

Stephens G. C. Uptake of organic material by aquatic invertebrates. II. Accumulation of amino acids by the Bamboo worm *Clymenella torquata*.— Compar. Biochem. Physiol., **10**, 1963.

Westphal O. Neuere Ergebnisse und probleme der Immunobiologie.— Jahrbuch 1965 der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, 1965.

Wright R. T., Hobbie J. E. The uptake of organic solutes in the lake water.— Limnol. and Oceanogr., **10**, 1965.

## THE DYNAMICS OF ORGANIC MATTER RELEASE IN SOME MARINE ORGANISMS

K. M. KHAILOV, Z. P. BURLAKOVA

### Summary

The release of organic compounds in marine organisms (unicellular and multicellular algae, lower animals) is discussed as a part of more complex phenomenon — the exchange between organisms (ecological metabolism). From this point both absolute and relative release rates are of interest. The comparison of relative rates in unicellular algae, multicellular algae, invertebrates and fishes shows the decrease of release intensity in this (evolutionary) series. In multicellular algae the rates of organic matter released are influenced to some extent by environmental conditions and by light intensity especially. On the other side, the release rate is not influenced significantly by the external concentration of organic metabolites. Both these facts support an idea that the release of organic compounds in algae is a physiological function inherent to these organisms under normal conditions.