

ПРОФ. 2013

ПРОФ. 33

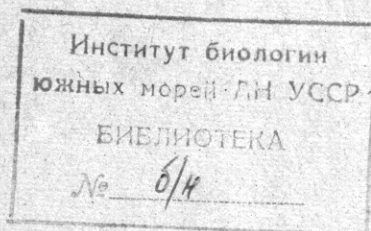
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

БИОЛОГИЯ МОРЯ

Вып. 19

ПРОДУКЦИЯ И ПИЩЕВЫЕ СВЯЗИ
В СООБЩЕСТВАХ ПЛАНКТОННЫХ
ОРГАНИЗМОВ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»

КИЕВ — 1970

С о р о к и н Ю.И. Продукция фотосинтеза в Черном море. - ДАН СССР, М., 144, 4, 1962.

Ф и н е н к о З.З. Первичная продукция в Черном, Азовском морях и тропической части Атлантического океана. - Дисс. Минск, 1965.

Ф и н е н к о З.З. Первичная продукция южных морей. - В кн.: Вопросы биоокеанографии. "Наукова думка", К., 1967.

J u d a y R.E., M a n n i n g W.M. The chlorophyll content and productivity of some lakes in Northeastern Wisconsin. - Trans. Wisconsin Acad. Sci., 31, 1941.

R y t h e r J.H. The measurement of primary production. - Limnol. and Oceanogr. 1, 1956.

R u t h e r J. H. J e n t s c h C.S. The estimation of phytoplankton production in the ocean from chlorophyll and light data. - Limnol. and Oceanogr. 2, 1957.

S t e e l e J.H. Environmental control of photosynthesis in the sea. - Limnol. and Oceanogr. 7, 1962.

ПИТАНИЕ МОРСКИХ ИНFUZОРИЙ ОДНОКЛЕТОЧНЫМИ ВОДОРОСЛЯМИ

В.Е.Зайка и Т.В.Павловская

Потребление одноклеточных, в частности диатомовых водорослей, различными инфузориями установлено давно.

Первые сведения по этому вопросу можно найти у Сандона (Sandon, 1932). Но практически ничего не известно о рационах инфузорий, питающихся водорослями, а следовательно, невозможно оценить ни размера потока органического вещества, поступающего от водорослей к инфузориям, ни роли инфузорий в выедании водорослей как в бентосных, так и в планктонных сообществах.

В настоящее время более тщательно исследуется роль различных групп в сообществах; ряд работ последних лет показывают, что мелкие гетеротрофные организмы, в частности жгутиковые и инфузории, имеют большое значение в энергетике различных сообществ. Поэтому исследование численности гетеротрофных организмов, их питания, размножения, продуктивности и пи-

щевой ценности для других звеньев сообществ представляет значительный интерес.

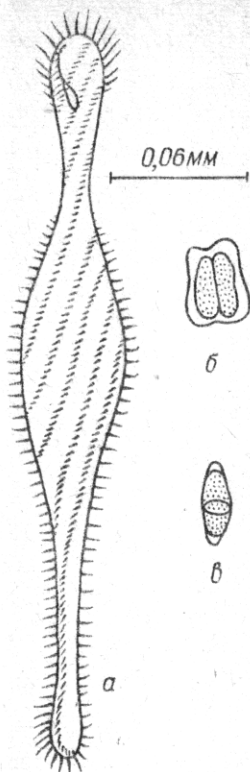
Мы установили, что количественное исследование питания инфузорий одноклеточными водорослями является в методическом отношении вполне доступным, и надеемся, что изложение полученных нами данных будет стимулировать проведение дальнейших исследований, что позволит выявить основные закономерности энергетики питания инфузорий.

Материалы и методы

Материалом для исследования служили широко распространенные виды донных инфузорий, которые мы получали из Севастопольской бухты Черного моря. Инфузорий изучали как в специально выращенных культурах возрастом не более месяца, так и в условиях, близких к естественным - вскоре после взятия из моря. Для этого использовали водоросль *Cladophora lacteivirens* (D i l l w .), имеющую богатую фауну и предметные стекла, надолго опущенные в море, на которых развивалось сообщество обрастания. Для получения культур инфузорий различных видов отсаживали на среду Гольдберга, на которой предварительно культивировали какой-либо вид одноклеточных водорослей или смесь видов. Культуры инфузорий выращивали в чашках Петри и чашках Бовери (емк. 10 мл) на окне, закрытом калькой.

При исследовании питания инфузорий использовали микроскопические наблюдения и прямой счет клеток (как корма, так и инфузорий). Увеличение использовали различное, в зависимости от вида пищи; во всех случаях добивались точности цифр при счете потребленных клеток.

Различные наблюдения и опыты методически разнообразны, они подробно излагаются в соответствующих разделах. Во всех случаях, когда температура специально не оговорена, опыты проводились при 20-22°C. Во всех опытах по питанию инфузорий, в которых в качестве корма указываются *Amphiproga* sp. и *Navicula* sp., использовано по одному виду водорослей обоих видов (рис. 1); расчетные веса их: *Amphiproga* - $20 \cdot 10^{-7}$, *Navicula* - $10 \cdot 10^{-7}$ мг. В большинстве опытов использовалась также инфузория *Epiclontes ambiguus*. Как показано



разными авторами¹, инфузории за время между делениями обычно удваиваются в объеме. Учитывая лабильность формы *Euplotes*, мы смогли установить только средние размеры инфузорий и на этой основе рассчитать средний объем и вес тела $/10 \cdot 10^4 \mu$ и $10 \cdot 10^{-5}$ мг/.

Одноклеточные водоросли - обычная пища многих инфузорий. Многие виды черноморских инфузорий, обитающих в различных биотопах, питаются одноклеточными водорослями. В этом легко убедиться, исследуя под микроскопом содержимое плазмы инфузорий, так как водоросли, находящиеся на разных стадиях переваривания, хорошо видны внутри инфузорий.

Водорослями питаются представители рода *Strombidium*, составляющие основную по численности группу планктонных инфузорий, а также исследованные нами донные инфузории, обитающие на макрофитах (*Keronopsis rubra*, *Hartmannula* sp.sp., *Frontonia* sp.) и в сообществах обрастаний на стеклах, экспонированных в море (*E. ambigua*, Но-

Рис. I. Инфузория *Euplotes ambigua* и диатомовые водоросли, использованные в опытах по питанию инфузорий:

а - *E. ambigua*, б - *Amphiprota* sp., в - *Navicula* sp.

Posticha gibba, *Trichotaxis crassa*, *Orthodon hamatus*, *Chlamydon triquetrus*

и даже мелкие виды *Euplotes*. Питаются водорослями и прикрепленные формы, такие как *Zoothamnium* sp.

¹ Авторы выражают благодарность Л.А.Ланской за предоставление исходных культур водорослей и за помощь в работе с ними, З.С.Кучеровой и А.А.Гутник за помощь при определении ряда водорослей, а также Ю.А.Горбенко за предоставление систематически экспонированных им в море стекол обрастания.

Значение водорослей в питании различных инфузорий определяется, в частности, соотношением их размеров, строением ротового аппарата и способом добычи пищи инфузориями. Такие инфузории, как *Zoothamnium* и *Strombidium*, отфильтровывают взвешенные пищевые частицы из окружающей массы воды, возможности активного выбора вида пищи у них ограничены. Мы наблюдали за питанием *Zoothamnium* sp., помещая веточку *Cladophora*, обросшую диатомовыми водорослями и инфузориями, под микроскоп. При этом многочисленные мелкие навикулоидные диатомеи в результате механических воздействий временно теряли связь с субстратом, что сразу же отражалось на составе пищи *Zoothamnium*. В первые минуты после начала наблюдения в плазме инфузорий появлялись диатомеи длиной до 50μ , и число их быстро увеличивалось, так что в некоторых инфузориях можно было насчитать до 15 клеток диатомовых. Захваченная клетка водоросли не сразу переходила в плазму, пищеварительная вакуоль обычно образовывалась лишь после захвата еще одной клетки. На основании этого можно сделать вывод, что для образования пищеварительной вакуоли требуется определенный минимальный объем "пищевого комка".

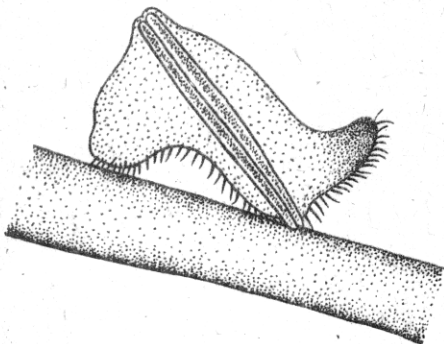
Через некоторое время диатомеи оседают на стекло и перестают продвигаться к инфузориям с током воды. Последние сразу же переходят на бактериальное питание. Пищеварительные вакуоли с бактериями в момент образования имеют веретеновидную форму, размеры их $5 \times 1,5\mu$. В наших опытах пищеварительные вакуоли с бактериями образовывались через каждые 4 мин.

В плазме инфузорий *Strombidium*, полученных из прибрежных вод в зоне развития макрофитов, мы регулярно наблюдали по несколько диатомей длиной до 11μ при длине инфузорий $30-55\mu$.

Многие более крупные инфузории хорошо приспособлены к захвату одноклеточных водорослей, они активно отыскивают и заглатывают клетки водорослей. Представитель донных инфузорий *Keratopsis rubra*, войдя в контакт с клеткой палочковидных диатомей, наползает на нее с конца и с видимым усилием срывает с субстрата, одновременно втягивая внутрь тела. Эти инфузории при длине тела $145-180\mu$ заглатывают диатомей длиной до 110μ .

Способ питания диатомеями у *Hartmannula* sp.sp. сходен

(мы наблюдали питание двух разных видов этого рода, однако ни один из них не был точно определен). Инфузории нередко заглатывают диатомей, имеющих ту же длину, что и сами инфузории. Но если им предоставить выбор, то предпочитают диатомей длиной до 50μ (рис. 2).



Перечисленные в начале раздела инфузории из микрообстояний стекол, экспонированных в море, тоже поедали преимущественно мелких диатомей (*Navicula*, *Amphiproga*), реже — крупных (*Nitzschia*). Инфузории *Trichotaxis crassa* в эксперименте в больших количествах потребляли мелкие перидиниевые водоросли.

Мы помещали инфузорию *E. ambiguus* в чашки с кормом, состоящим из *Navicula*,

Рис. 2. Инфузория *Hartmannula* sp., заглатывающая диатомовую водоросль *Synedra* на макрофите (*Gladophora*). Передний конец инфузории имеет пигментное пятно.

Nitzschia и *Gymnodinium*, причем каждый вид водоросли был представлен в избытке. Через 1-2 суток, после проверки содержимого плазмы инфузорий, было установлено, что в среднем одна инфузория имела внутри 3 *Navicula*, 0,7 *Nitzschia* и 0,2 *Gymnodinium*. Таким образом, наблюдается преимущественное потребление предпочитаемых пищевых объектов.

Изложенные результаты наблюдений свидетельствуют о том, что одноклеточные водоросли являются важным компонентом пищи перечисленных инфузорий. При этом нужно учесть, что все эти инфузории могут, по-видимому, питаться также бактериями и детритом. Способность нормально существовать (делиться с

обычной скоростью) только за счет бактериальной пищи нами установлена, в частности, для ряда *Eurletes* (хотя они могут питаться и водорослями) и *E. ambiguus*. Последний вид, как показали прямые наблюдения, находясь в культурах водорослей, питается не только живыми клетками водорослей, но нередко заглатывает также частицы детрита растительного происхождения. В то же время мы никогда не наблюдали, чтобы *E. ambiguus*, *Keropsis rubra* и *Hartmannula* sp. sp. заглатывали ими же выделенные, переваренные клетки диатомей.

Материалы по интенсивности потребления
водорослей инфузориями

Об интенсивности потребления пищи инфузориями и их рационах сведений очень мало, к тому же не все данные получены в результате прямых наблюдений. Установив, что количественный учет потребляемых инфузориями водорослей в некоторых случаях можно производить уже при увеличениях в 40-50 раз, мы попытались произвести разнообразные наблюдения над интенсивностью питания различных инфузорий. При этом выяснилось, что возможность количественного исследования определяется не только размерами водорослей, но и подвижностью инфузорий, поскольку следить длительное время за питанием инфузории, не теряя ее из поля зрения, можно только на малоподвижных видах. Наиболее удобными для наблюдения инфузориями (из числа исследованных) являются *Keropsis rubra*, *Hartmannula* sp. sp., *Orthodon hamatus* и *E. ambiguus*.

Для анализа процесса питания определенное значение имеют прямые наблюдения над скоростью потребления пищи, изучение времени переваривания, величины "пищевого комка", сравнение концентрации пищи в среде в начале и конце опыта. По разным видам инфузорий у нас имеются те или иные отрывочные наблюдения, наиболее полно изучено в культурах питание *E. ambiguus*.

Когда нет возможности установить скорость потребления корма, об интенсивности питания и рационах можно в определенной степени судить по данным о среднем содержании пищевых частиц в плазме и скорости переваривания. Наблюдения в культурах инфузорий, содержащихся на одном виде водорослей, показали, что среднее число заглоченных клеток водоросли, приходящиеся на одну инфузорию, составляло у *Holosticha gibba* - 5, у *E. ambiguus* - 4,2 - 4,5 клеток *Naficula* или *Amphiprora*,

у *Trichotaxis crassa* - 50 (от I7 до I31) клеток *Gymnodinium kowalewski*. Инфузории *K. rubra*, только что собранные с веточек *Cladophora*, содержали в среднем по I2 диатомей длиной 70-110 μ (*Synedra*, *Navicula*, реже *Listrophora* и др.). *K. rubra*, помещенные в чашку со смывом диатомей с *Cladophora*, питались только мелкими навикулоидными диатомеями длиной 40-45 μ . За два часа, согласно прямым наблюдениям, инфузория потребила 29 клеток диатомей. Разделив этот период на 15-минутные интервалы, получим режим потребления клеток водорослей: 0,0,4,8,5,0,10,2 (число потребленных клеток за 15 мин). Дефекация происходила относительно редко, с перерывами до 30 мин. Переваренные диатомеи выделялись "пакетами" из нескольких клеток, внутри которых оставались лишь мелкие пигментированные зерна. В плазме инфузорий находилось одновременно до 20 и более диатомей. Приступая к делению, которое у *K. rubra* занимает около часа, инфузории перестают питаться, плазма их освобождается от пищи, светлеет. Время между делениями при избытке корма составляло 16-17 час.

Питание *Hartmannula* sp. sp. мы наблюдали на веточках *Cladophora*, помещенных под микроскопом. Каждые 15 мин. инфузория съедает 1-2 диатомеи *Synedra* длиной 70-110 μ . Поскольку в данном случае длина водорослей сравнима с длиной инфузорий, много клеток подряд они заглотить не могут. Заглоченные диатомеи располагаются вдоль тела инфузории, ближе к дорсальной стороне. Плазма диатомей на глазах деформируется, буреет и съеживается. Переваренные диатомеи представляют собой створки с мелкими червеобразными бурими остатками содержимого. Они выбрасываются инфузорией через 6-14 мин после заглатывания сквозь разрыв в стенке тела в различных участках задней половины тела.

Инфузории *E. ambiguus* содержались в культуре на различных видах водорослей: *Navicula* sp., *Amphiproga* sp., *Euxivaella* sp. Наблюдения, производившиеся в разное время суток, не показали заметных различий в интенсивности питания. Это подтверждается также данными по темпу размножения инфузорий при содержании на разных видах корма на свету и в полной темноте. *Epiclintes ambiguus* с различной скоростью потребляет *Navicula* sp. и *Amphiproga* sp. При содержании на *Navicula* sp. инфузории потребляли от 1,5 до 5,4 (в сред-

нем 3) клеток водоросли в час, на *Amphiproga* sp. - 3-9 (в среднем 7). В пересчете на сухой вес водорослей это составляет в среднем $0,3 \cdot 10^{-5}$ мг/час *Navicula* sp. и $4,4 \cdot 10^{-5}$ мг/час *Amphiproga* sp., т.е. *Amphiproga* потребляет интенсивнее не только по числу клеток, но и по весу потребленной пищи. Соответственно и темп размножения инфузорий выше при питании клетками *Amphiproga*.

Сохранение примерно одинакового режима питания в течение суток, за исключением периода деления, создает возможность расчета рациона по имеющимся данным. Приведенные выше материалы касаются питания инфузорий при избытке корма. Влияние концентрации водорослей на интенсивность питания мы не исследовали; о снижении потребления при уменьшении концентрации водорослей косвенно свидетельствуют данные по снижению темпа размножения. Был поставлен следующий опыт: в чашку Бовери поместили 200 клеток *Amphiproga* и 3 инфузории *E. ambigua*. Чашка находилась в темноте, т.е. водоросли не размножались. Через 18 час в чашке было около 100 живых клеток *Amphiproga* и 6 инфузорий. В зависимости от того, когда именно произошло деление инфузорий, скорость потребления водорослей в этом опыте можно оценить величинами от 1 до 2 клеток в час на одну инфузорию. В большинстве подобных опытов число инфузорий уменьшалось. Следовательно, для *E. ambigua* при питании водорослями данного размера потребление 1-2 клеток диатомей в час не только не обеспечивает нормального темпа размножения, но, как правило, недостаточно для выживания.

Темп дефекации иногда равен темпу потребления, что обычно наблюдается в периоды интенсивного питания. Переваренные клетки выводятся обычно по-одиночке. Переваривание содержимого водорослей, по-видимому, происходит быстро, но пустые створки долгое время остаются в плазме инфузорий. Нами были проведены такие опыты: в одних случаях в воду, не содержащую водоросли, мы отсаживали *E. ambigua*, в плазме которых было в среднем по 1,2 клетки *Amphiproga*. Через 2-3,5 час у 15-30% инфузорий еще сохранялись в плазме водоросли. В других случаях (на свежей культуре инфузорий в период интенсивного питания) инфузории в аналогичном опыте освобождались от корма за 2 час полностью, хотя к началу

опыта все содержали по 8-10 клеток водорослей в плазме. Мы пробовали также предварительно освобожденных от водорослей в плазме инфузорий помещать в чашки с избытком *Amphiproga*. При интенсивности потребления корма - 7 клеток в час первая дефекация наблюдалась более, чем через час. Таким образом, по продолжительности пребывания потребленных водорослей в плазме и характеру дефекации *Epiclintes*, *Keronopsis* и *Hartmannia* обнаруживают заметные различия. Возможно, что в известной мере это различие связано с различием в размере потребляемых водорослей.

Влияние питания на темп деления инфузорий

Приведенные выше данные по интенсивности питания *E. ambiguus* при содержании на различном корме полезно сопоставить с результатами исследований по темпу размножения. Время между очередными делениями (g , время генерации) рассчитывали по формуле:

$$g = \frac{t \cdot t_0^2}{t g N_t - t g N_0},$$

где N_0 - численность инфузорий в начале опыта, N_t - в конце, t - время опыта в сутках.

В табл. I приведены интервалы колебаний величины g при разных условиях опытов.

Т а б л и ц а I
Зависимость времени генерации (g) у
Epiclintes ambiguus от температуры и вида пищи

Корм	Температура, °C	
	21	13,6
<i>Amphiproga</i> sp.	0,5-0,6	1,4-1,9
<i>Navicula</i> sp.	1,1-1,3	1,5-1,9
<i>Exuviaella</i> sp.	0,8-1,3	-

П р и м е ч а н и е. Пища в избытке; естественное рассеянное освещение.

При комнатной температуре темп деления *E. ambigua*, питающихся *Amphiproga*, вдвое выше, чем при питании *Navicula*; использование *Chlorella* в качестве корма приводит к несколько более быстрому размножению, чем при питании *Navicula*. При температуре 13,6°C темп деления инфузорий, питающихся *Amphiproga*, также выше, хотя и незначительно, чем при питании *Navicula*. Опыты были поставлены также при температуре 8°C, но при этом инфузории совсем не размножались и обычно погибали.

Была сделана попытка оценить зависимость времени генерации от концентрации корма. В чашки Бювери с 7 мл воды добавляли *Amphiproga* в количестве 200, 400, 800 клеток и "в избытке". Поскольку определяли только исходное количество водорослей, опыты ставили в полной темноте, где водоросли, как показали контрольные эксперименты, не размножались. В каждую чашку помещали по три *E. ambigua*. Контролем служили инфузории, отсаженные без корма, а также инфузории с избытком пищи, выставленные на рассеянный свет.

Результаты опытов представлены в табл. 2 и на рис. 3. Вычислены средние значения времени генерации ($\bar{g}$) и стандартные ошибки средних ($\sigma_{\bar{g}}$).

Т а б л и ц а 2

Изменение времени генерации ($\bar{g}$, в сутках)
E. ambigua при разном количестве корма

Количество корма, клетки	Время опыта, час					
	0-24		24-48		48-72	
	$\bar{g}$	$\sigma_{\bar{g}}$	$\bar{g}$	$\sigma_{\bar{g}}$	$\bar{g}$	$\sigma_{\bar{g}}$
В темноте						
400	1,16	0,13	1,29	0,24	0,25	0,39
800	1,0	0,13	1,8	0,5	1,92	0,36
Избыток	0,76	0,11	0,56	0,03	0,62	0,08
На свету						
Избыток	0,68	0,11	0,90	0,18	0,68	0,09

В чашках без водорослей инфузории за время опыта погибали. В чашках, в которых было 200 клеток водоросли, инфузории также погибали все или частично.

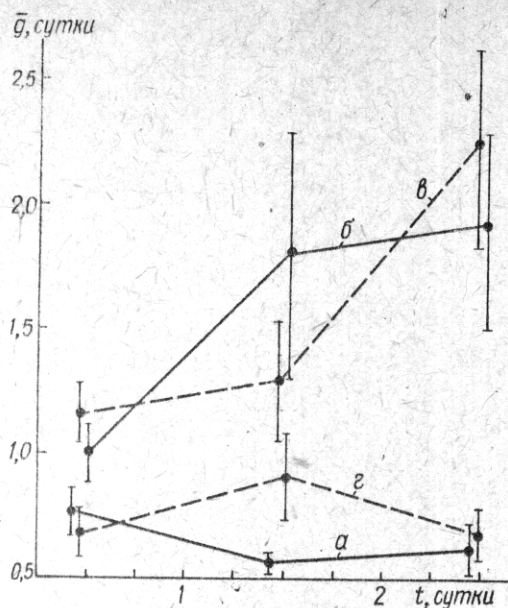


Рис. 3. Изменение времени между делениями ($\bar{g}$) у инфузории *Epiclontes ambiguus* в течение трех суток, в зависимости от исходного количества корма (диатомовая водоросль *Amphiroga* sp.).

В темноте: а - избыток пищи, б - 800 клеток водоросли, в - 400 клеток водоросли; на свету: г - избыток пищи. Вертикальные линии - стандартная ошибка средней ($\sigma_{\bar{g}}$).

При избытке корма темп деления инфузорий на свету и в темноте высокий и устойчивый (рис. 3). В чашках с 400 и 800 экз. *Amphiroga* темп деления инфузорий даже в первые сутки был ниже, чем при избытке корма, и в дальнейшем понижался. В этих опытах влияние недостатка корма проявлялось в снижении скорости размножения инфузорий уже в первые сутки. Если сопоставить эти результаты со средней интенсивностью потребления инфузориями корма при избытке *Amphiroga* (7 клеток в час), то ясно, что 3 инфузории при таком режиме питания съели бы 400 клеток водоросли менее, чем за сутки. Этого не

происходит потому, что уменьшение концентрации водорослей снижает их доступность. Увеличивается время, необходимое для поисков корма, *Amphiproga* лежат на дне небольшой чашки, и *E. ambiguus*, ползая по дну, движется достаточно быстро, чтобы за сутки многократно пересечь чашку во всех направлениях.

Суммируя все данные по питанию *E. ambiguus* водорослью *Amphiproga*, мы приходим к следующим выводам: при интенсивности потребления пищи 7-9 клеток в час инфузории делятся через каждые 0,5-0,7 суток, при потреблении 1-2 клеток в час все инфузории гибнут; наконец, при промежуточных величинах потребления (3-5 клеток в час) инфузории делятся через 1,2-2,2 суток.

Попытаемся теперь рассчитать количество *Amphiproga*, потребляемое в течение индивидуальной жизни инфузории, т. е. за время, равное $\bar{d}$. При избытке корма инфузория съедает "за всю жизнь" около 110 клеток водоросли; при интенсивности потребления 3-5 клеток в час инфузория потребляет примерно 160 клеток. Это различие можно отнести за счет увеличения энергетических трат на обмен, в частности, расхода энергии на движение при удлинении жизни поколения.

Обсуждение результатов

Изложенные данные свидетельствуют о том, что инфузории являются важными потребителями водорослей в море. По нашим расчетам, в августе инфузории *Zoothamnium* составляют в районе г. Севастополя около 1,5% объема *Cladophora lacteigena*, на которых они сидят. В сообществе *Cladophora* инфузории *K. rubra*, *Hartmannula* sp. и *Strombidium* очень многочисленны. Таким образом, недостатка в потребителях диатомей из микрообрастаний макрофита нет. Различные виды *Cladophora* подвержены густому обрастанию диатомовыми водорослями (Прошкина-Лавренко, 1963). В сентябре мы сосчитали диатомей крупнее 20 μ на двух участках *Cladophora*, характеризующихся различной толщиной веточек. У основания макрофита (при общей длине обследованных веточек 29 мм и объеме их 5,01 мм³) было зарегистрировано 129 клеток диатомовых, на тонких ветвях ближе к вершине "куста" (при длине 15,6 мм и объеме 0,15 мм³) - 179 диатомей. Расчеты показывают, что 3-4 особи

K. rubra способна за сутки очистить от диатомей довольно большой участок *Cladophora*. Этого не происходит потому, что диатомеи усиленно размножаются и тем самым восстанавливают свою численность. Кроме того, инфузории - активные потребители диатомей - не встречаются на *Cladophora* в количестве 3-4 особи на 15-30 мм макрофита. Тем не менее очевидно, что пищевые отношения в сообществе *Cladophora* напряженные, и инфузории являются серьезными пищевыми конкурентами различных многоклеточных животных, потребляющих диатомей. На *Cladophora* таковыми являются, по нашим наблюдениям, гарпактициды, личинки полихет, танаиды, некоторые турбеллярии.

Столь же очевидно, что появление на опущенных в море стеклах таких инфузорий, как *E. ambiguus*, *Holosticha gibba*, *Trichotaxis crassa*, *Orthodon hamatus*, в большой мере связано с развитием обильной диатомовой флоры - растительного микрообита стекол.

Мы уже указывали, что многие из исследованных инфузорий могут питаться не только диатомовыми водорослями, но также бактериями и детритом. Это обстоятельство заслуживает внимания при анализе полученных нами данных по питанию инфузорий водорослями. Поскольку точно установлено, что *E. ambiguus* хорошо развивается на чисто бактериальном корме, то, несомненно, в наших опытах инфузории параллельно с водорослями потребляли в неучтенных количествах и бактерий. Может ли это количество быть достаточно большим, чтобы рассчитанные нами только по потреблению водорослей рационы оказались существенно заниженными? Вероятность этого как будто невелика по следующим причинам. *E. ambiguus* хорошо развивается на бактериальном корме в таких условиях, когда наличие мелких трупов планктонных животных или других источников органического вещества создает условия для особо пышного развития бактерий. В молодых культурах водорослей, которыми мы пользовались, условия для развития бактерий не являются благоприятными, а при низкой концентрации бактерий они не могли составить существенной доли в рационе водорослей. Гибель инфузорий при недостатке последних и выявленная нами зависимость между количеством водорослей и темпом деления инфузорий свидетельствуют о том, что в описанных опытах питание инфузорий в основном определялось диатомовыми водорослями.

С другой стороны, приведенные выше данные по питанию *E. ambiguus* водорослью *Amphiproga* показывают, что инфузория съедает за время индивидуальной жизни $22-32 \cdot 10^{-5}$ мг пищи, в зависимости от концентрации корма. Поскольку средний вес одной инфузории, рассчитанный нами по объему тела, равен $10 \cdot 10^{-5}$ мг, можно принять ориентировочно, что в течение жизни вес особи изменяется от $6,65 \cdot 10^{-5}$ мг до $13,3 \cdot 10^{-5}$ мг (этот расчет основан на предположении об удвоении веса в течении жизни, причем средний вес считается средним арифметическим из минимального и максимального весов). Следовательно, отношение прироста к потребленной пище (так называемый коэффициент K_1) составляет $21-30\%$ $\left(\frac{13,3 - 6,65}{22 \text{ или } 32} \times 100 \right)$.

Сравним наши результаты с данными Проппер и Гарвер / Propper, Garver, 1966/, полученными при изучении питания инфузории *Colpoda steini* бактерией *Escherichia coli*. Эта инфузория потребляла в эксперименте, по расчетам авторов, 4000 клеток *E. coli* за время индивидуальной жизни, что составляет $16 \cdot 10^{-5}$ мг в расчете на сухой вес бактерий. Средний сухой вес инфузории при этом оценивается величиной $12 \cdot 10^{-5}$ мг; если принять, как мы это сделали в случае с *E. ambiguus*, что вес инфузории за время между делениями удваивается, то получится, что *Colpoda steini* за время жизни изменяет вес от $8 \cdot 10^{-5}$ мг до $16 \cdot 10^{-5}$ мг, и тогда $K_1=50\%$. Но *Colpoda steini* делится в цистах, причем образуется от 2 до 16 дочерних клеток. Рассчитанные для этих условий коэффициенты K_1 превышают 50%.

По данным, полученным В.Е. Заикой и Т.Ю. Авериной (1968), в планктоне Севастопольской бухты инфузории составляют (за период май-август) в среднем 11% биомассы сетного зоопланктона в горле бухты и 36% - у берега при биомассе сетного зоопланктона равной 670 мг/м^3 (сырой вес). Сопоставление материалов по численности инфузорий, скорости их размножения с приведенными в настоящей работе данными по интенсивности питания позволяет сделать вывод, что роль инфузорий в морских сообществах велика и эта группа заслуживает дальнейшего тщательного исследования.

Л и т е р а т у р а

Заика В.Е. и Аверина Т.Ю. Численность инфузорий в планктоне Севастопольской бухты Черного моря. - Океанология, 8, 6, 1968.