

ПРОВ 2010

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

ПРОВ 98

БИОЛОГИЯ МОРЯ

Вып. 18

БИОЛОГИЯ ОБРАСТАНИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»
КИЕВ — 1970

ВЛИЯНИЕ ЭКТОКРИНОВ МАКРОФИТОВ НА РАЗВИТИЕ ЭПИФИТНЫХ ДИАТОМОВЫХ

З.С.Кучерова

В последнее время среди разнообразных форм взаимодействия в ценозе водорослей все большее внимание привлекают формы химического взаимодействия посредством органических выделений, оказывающих огромное влияние на динамику сообществ. Однако до сих пор эти вопросы в морской фитоценологии изучены недостаточно. Совсем не изучен механизм воздействия этих веществ на организмы и их реакции на эти воздействия.

В морской воде помимо минеральных солей всегда имеются органические вещества. Основными продуцентами их являются организмы, в частности водоросли.

Как показали исследования Скопинцева (1950), Дацко (1951) и др., количество органических веществ значительно больше в прибрежной зоне, где развиваются в большом количестве микро- и макроводоросли (Морозова-Водяницкая, 1936а, 1948, 1950).

Растения как прижизненно, так и посмертно выделяют в окружающую среду органические вещества (Горюнова, 1948а; Хайлов, 1963; Бурлакова, 1967, и др.). Экскреция органических веществ живыми водорослями – постоянный активный процесс, посмертная экскреция – пассивный, кратковременный, но интенсивный процесс (Хайлов и Ланская, 1964).

Рядом авторов прослежен и изучен процесс экскреции органических веществ у одноклеточных и многоклеточных растений. Установлена их химическая природа. Основными компонентами экскреции являются продукты основного углеводного и азотного обмена, витамины, гормоны, антибиотики и др. (Pratt, 1942; Fogg, 1953; Friscon a. Carlson, 1953; Burkholder и др., 1960; Супрунов и Муравская, 1964; Супрунов и Бенжицкий, 1965, и др.).

Авторы указывают, что содержание органических веществ в морской воде и в различных организмах подвержено сезонным изменениям. Сезонные изменения температуры окружающей среды, а вместе с этим и изменения физиологического состояния организмов вызывают определенные изменения в соотношении отдельных фракций в общем составе вытяжек водорослей (Хайлов, 1964; Бурлакова, 1967). Ко-

личество и скорость выделения органических веществ зависят от вида водоросли, ее физиологического состояния, сезона, освещенности (Бурлакова, 1967).

Экспериментальным путем доказано, что водоросли не только выделяют в окружающую среду органические вещества, но часто в процессе развития нуждаются в них. Так, Пич и Драммонд (Peach a. Drummond, 1924) отмечали, что для разведения культур *Nitzschia closterium* f. *minutissima* на искусственной морской воде необходимо либо добавление водорослевого экстракта, либо почвенной вытяжки или дрожжей.

О положительном влиянии вытяжек из водоросли ульвы и энтероморфы на рост той же ульвы сообщает Суненсен (Sunenson, 1948). Харвей (Harvey, 1933) установил, что рост и развитие некоторых водорослей на минеральной среде идет значительно лучше при внесении в среду добавки почвенной вытяжки. По мнению автора, стимулирующим началом в этих вытяжках является биологически активное вещество витаминной природы, типа витамина B_{12} , биотина и др.

О положительном действии прижизненных выделений макрофитов на рост диатомей сообщали Левринг (Levring, 1945), Морозова-Водяницкая и Ланская (1959), Кабанова (1959). Хайлов и Ланская (1964) отмечали не только положительное, но и отрицательное действие вытяжек *Cystoseira barbata* на рост и развитие некоторых видов диатомовых водорослей.

Химическое взаимодействие между макрофитом-хозяином и сопутствующими одноклеточными диатомовыми водорослями отмечает Хайлов и Ланская (1964). О таком же химическом взаимодействии между макрофитом и эпифитной фауной сообщают Коновер и Зиберт (Conover, Sieburth, 1964), Сибурц, Коновер (Sieburth, Conover, 1965) и Кучерова (1965).

Хайлов (1964) предполагает наличие в ценозе макрофит - сопутствующие водоросли двух форм связи - прямой и косвенной. Прямая связь - макрофит - диатомовые водоросли, косвенная - макрофит - бактерии - диатомовые водоросли. Обе эти связи он считает возможными, ибо диатомовые водоросли, согласно исследованиям Фогга (Fogg, 1953), могут непосредственно усваивать без участия бактерий аминокислоты, углеводы, витамины.

Целью нашего исследования было выяснить роль эктокринов макрофитов при формировании микрофитоценоза. В процессе формирования эпифитной флоры на макрофитах можно различить несколько этапов - оседание, прикрепление и развитие. Колониальные диато-

мовые, составляющие большую часть эпифитов, прикреплялись плотно при помощи слизи и имели высокий темп деления. Одиночные виды *Coscinodiscus* sp. прикреплялись слабо, и малейшее движение воды быстро их смывало. Темп деления этих диатомей в культурах был значительно ниже, чем у колониальных форм (*Melosira moniliformis*, *Grammatophora marina*).

К числу круглогодичных массовых форм, встречающихся в составе эпифлоры макрофитов, относятся *Melosira moniliformis*, *Licmophora E h r.*, *Synedra tabulata*, *Grammatophora marina*, *Achnanthes longipes*, *Achnanthes brevipes*. Численность каждого вида заметно изменяется по сезонам в зависимости от вида водоросли. Отмечено три максимума в развитии диатомовых обрастаний на макрофитах – весенний, летний, осенний (см. табл. 2 в статье З.С.Кучеровой "Динамика диатомовых обрастаний на черноморских макрофитах"). Весенний и осенний максимумы образуются за счет оседания и развития вышеперечисленных видов, летний – за счет диатомовых порядка *Centrales-Coscinodiscis* sp.

В весеннем максимуме *Melosira* занимает ведущее место среди эпифитных диатомей.

Максимум (весенний и осенний) развития диатомовых обрастаний на макрофитах совпадает с максимумом содержания B_{12} в морской воде (Супрунов, Муравская, 1964) и содержанием B_{12} и B_2 в макрофитах (Супрунов, Бенжицкий, 1965). Динамика диатомовых на макрофитах имеет много общего с динамикой микрофитообрастаний на стеклах (Smith, 1955; Кучерова, 1957). Различия проявляются чаще всего в количественных соотношениях.

Методика

Наблюдения за динамикой обрастаний макрофитов диатомовыми водорослями проводились почти круглогодично в течение ряда лет (1962, 1964, 1965 и 1966 гг.; см. предыдущую статью З.С.Кучеровой, табл. I).

Водоросли-макрофиты собирались с глубины 0–1 м в Севастопольской бухте. Живые водоросли помещали в чашку Петри и заливали свежей фильтрованной морской водой, после чего изучался видовой состав эпифитных диатомовых водорослей и проводился количественный учет их по четырехбальной системе.

В опытах по выяснению влияния эктокринов макрофитов на рост и развитие эпифитных диатомовых применялись стерильные культуры водорослей, полученные в результате обработки последних

смесью антибиотиков: пенициллин, стрептомицин, тетрациклин, а затем стерильной морской и дистиллированной водой. Бактерии оказались очень чувствительными к такой смеси антибиотиков, в то время как на водоросли никакого отрицательного воздействия они не оказывали.

Исследования влияния эктокринов водорослей на рост и развитие диатомей проводились в чашках Бовэри объемом 25 мл. В каждую чашку наливали по 20 мл свежей стерильной морской воды (профильтрованной через фильтр Зельца) и помещали стерильную веточку макрофита и стерильную монокультуру диатомовой водоросли. Параллельно ставили такой же опыт в нестерильных условиях. За ростом и развитием диатомовых водорослей наблюдали в течение 5 - 6 суток.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования влияния эктокринов макрофитов на развитие бентопланктонной водоросли *Melosira moniliformis* представлены на рис. 1, 2, 3. Как видно из полученных данных, действие эктокринов водорослей на развитие и рост диатомей не имеет постоянного характера, а изменяется по месяцам. В феврале *Callithamnion* и *Porphyra* оказывали слабое токсическое действие на рост и развитие диатомовой водоросли *Melosira moniliformis*, в то время как эктокрины *Enteromorpha* заметно стимулировали рост последней. В этот период рост у *Melosira* минимальный. За шесть суток численность к этон в контрольных чашках увеличилась всего в 2,8 раза, в вытяжках *Porphyra* — в 2,3, *Callithamnion* — в 2,1 раза, *Enteromorpha* — в 3,3 раза.

В марте темп роста *Melosira* резко возрастает. Но в это время эктокрины водорослей *Callithamnion* и в большей степени *Enteromorpha* начинают оказывать токсическое действие на развитие *Melosira*. Только эктокрины *Porphyra* проявляют слабое стимулирующее действие. В результате общая численность диатомовых за шесть суток в контроле увеличилась в 17,5 раза, в вытяжках *Porphyra* — в 18 раз, *Callithamnion* — в 15,6 раза, *Enteromorpha* — в 11 раз.

В опытных чашках с морской водой и макрофитом (*Enteromorpha*, *Callithamnion*) в марте *Melosira* была угнетена. Колонии ее распадались либо на отдельные части, либо на отдельные клетки, которые теряли способность к прикреплению. Особенно сильными токсическими свойствами обладали эктокрины *Enteromorpha*.

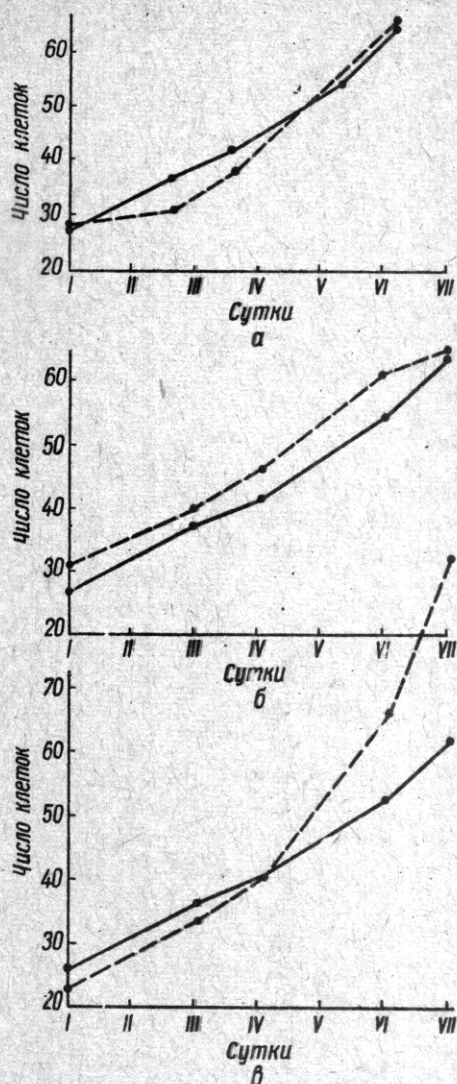


Рис. 1. Влияние эритрокринных макрофитов на темп роста *Melocira moniliformis*:
а - *Porphyra* , б - *Callithamnion* ,
в - *Enteromorpha* ; (-) - контроль, (---) - морская вода + макрофит.

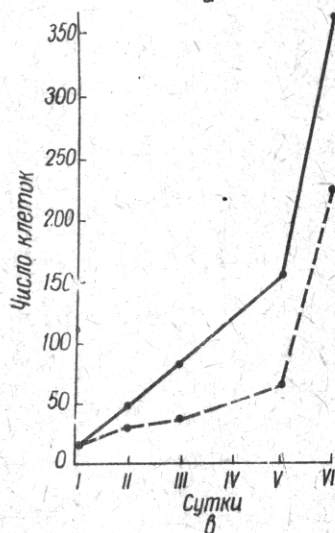
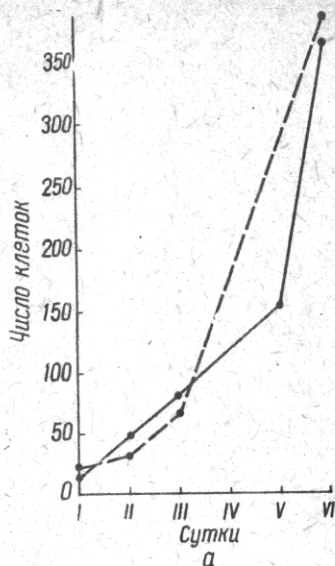


Рис. 2. Влияние эктокринов макрофитов на темп роста *Melosira moniliformis*:

а - *Porphyra*, б - *Callitamnion*, в - *Enteromorpha*; /-/- - контроль, /---/ - морская вода + макрофит.

Наблюдаемое нами в этот период снижение темпа роста под воздействием эктокринов макрофитов совпало с периодом продуцирования ими зооспор.

Токсическое действие эктокрины энтероморфы и каллитамниона продолжают оказывать и в начале мая. В контроле *Melosira* в

этот период сохраняет высокий темп роста. Общая численность клеток диатомей здесь увеличивается в 30 раз, при наличии эктокринов *Enteromorpha* численность диатомей увеличивается в 15,6 раза, а в вытяжках *Callithamnion* - всего в 6,8 раза.

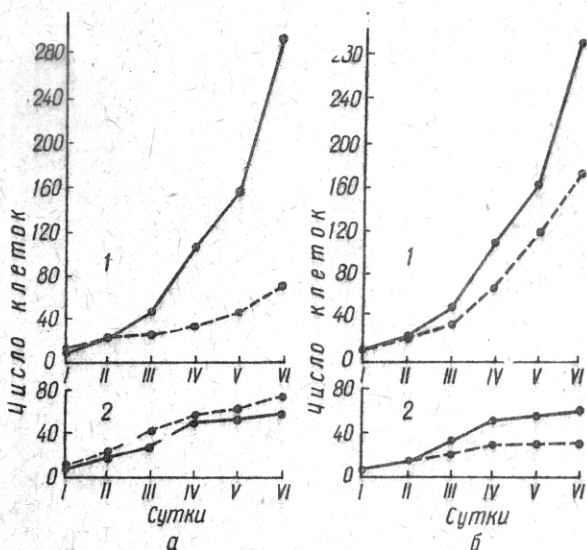


Рис.3. Влияние эктокринов макрофитов на темп роста *Melosira moniliformis* (май):

I - начало мая, 2 - конец мая; а - *Callithamnion*, б - *Enteromorpha*; (-) - контроль, (---) - морская вода + макрофит.

К концу месяца темп роста *Melosira* падает и в контроле, заметно снижается токсическое действие эктокринов водорослей. Общая численность диатомей в контроле увеличивается в 6,4 раза, при наличии эктокринов *Callithamnion* - в 6,8, *Enteromorpha* - в 3,4 раза.

Темп роста диатомовых водорослей в лабораторных условиях и в море не совпадал. В условиях опыта темп роста возрастал раньше, чем в море. По-видимому, этому способствовала более высокая температура, при которой проводились опыты.

Сопоставление данных, полученных при исследовании влияния эктокринов водорослей (*Enteromorpha*, *Callithamnion*, *Porphyra*) на рост и развитие диатомовой водоросли *Melosira*, показало, что результаты их действия изменяются по месяцам. Положительное действие эктокринов *Enteromorpha* в феврале сменяется на отрицательное в марте и начале мая. у *Porphyra* — наоборот. Смена действия эктокринов макрофитов на рост диатомей, по всей вероятности, может быть обусловлена следующим: изменением состава эктокринов и появлением в составе прижизненных выделений макрофитов какого-то специфического вещества в момент репродукции спор макрофитами.

Первое предположение совпадает с данными многих авторов, свидетельствующих о том, что состав прижизненных выделений изменяется по сезонам (Pratt, 1942; Burkholder и др., 1960; Бурлакова, 1967, и др.). Сезонные колебания температуры и изменение физиологического состояния водорослей влияют на процесс экскреции органических веществ. Так по данным Бурлаковой (1968), скорость выделения органических веществ при переходе водорослей в стадию активного роста возрастает вдвое, что обуславливает и количественные изменения, происходящие в составе эктокринов. Высокая концентрация органических веществ, выделенных из цистозиры, вызывает, согласно данным Лайлова и Ланской (1964), быструю гибель *Melosira moniliformis*, *Grammatophora marina*, слабая концентрация — слабый стимулирующий эффект.

По данным Шлоссер (Schlösser, 1966) и др., высвобождение спор и гамет у водорослей *Chlamydomonas reinhardtii* сопровождается выделением во внешнюю среду специфически действующего вещества ферментативной природы, обнаруженного с помощью мутанта. Это вещество обладает способностью не только растворять оболочку гонидиев, но и регулировать подвижность жгутиков. Аналогичное явление — появление в составе прижизненных выделений макрофитов в период репродукции спор какого-то специфического вещества, очевидно, могло иметь место и в наших опытах, оказывая влияние на рост диатомей.

В В В О Д Ы

Действие эктокринов макрофитов (*Enteromorpha*, *Callithamnion*, *Porphyra*) на рост диатомовой водоросли *Melosira moniliformis* изменяется по месяцам.

Сезонные изменения физиологического состояния макрофитов,

Морозова - Водяницкая Н.В. Численность и биомасса фитопланктона в Черном море. - ДАН СССР, 79, 4, 1950.

Морозова - Водяницкая Н.В. и Ланская Л.А. Темп и условия деления морских диатомовых водорослей в культурах. - В кн.: Тр. Севаст. биол. ст., 12, 1959.

Скопинцев Б.А. Органическое вещество в природных водах. - В кн.: Тр. Гос. океанограф. ин-та, 17/29, 1930.

Супрунов А.Т., Муравская В.А. О содержании витамина B₁₂ в воде Севастопольской бухты. - В кн.: Тр. Севаст. биол. ст., 16, 1964.

Супрунов А.Т., Бенжицкий А.Г. Содержание некоторых биологически активных соединений в макрофитах прибрежной зоны моря. - В кн.: Тез. Ш научной конференции по химии моря. М., 1965.

Хайлов К.М. Органические выделения морских макрофитов как фактор внутренней среды береговых сообществ. - В кн.: Тр. Севаст. биол. ст., 16, 1963.

Хайлов К.М., Ланская Л.А. Некоторые факторы химического воздействия пистозиры на одноклеточные водоросли. - В кн.: Тр. Севаст. биол. ст., 17, 1964.

Burkholder P.R., Burkholder L. a. Almodovar L.R. Antibiotic activity of some marine algae of Puerto-Rico. - Bot. Marina, 2, 1960.

Conover J.T., Sieburth J. Effect of Sargassum distribution on its epibiota and antibacterial activity. - Bot. Marina, 6, 1/2, 1964.

Ericson L.E. a. Carlson B. Studies on the occurrence of amino acids, niacin and pantothenic acid in marine algae. - Arkiv. för Kemi, 6, 6, 1953.

Fogg G.E. The metabolism of algae. London, 1953.

Harvey H.W. Substances controlling the growth of a diatom. - J. of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 23, 1939.

Lewring T. Some culture experiments with Ulva and artificial sea water. Kungl.- Fysiografiska Sällskapetets Förhandlingar, 16, 17, 1946.

Peach E.A. a. Drummond J.C. On the culture of marine diatom Nitzschia closterium f. minutissima in artificial sea water. - Biochem. Journ., 18, 1924.

Pratt R. Studies on Chlorella vulgaris. V. Some proper-

переход от вегетативного роста к репродукции спор, очевидно, могут вызвать изменения в составе их прижизненных выделений.

Специфические вещества, выделяемые в период репродукции спор, могут отрицательно влиять не только на рост диатомовых водорослей, но и на свойства слизистого вещества, с помощью которого диатомовые водоросли прикрепляются к поверхности субстрата.

Совпадение максимума содержания витаминов в морской воде и в самих макрофитах с максимумом развития диатомовых обрастаний на макрофитах может свидетельствовать о том, что в составе прижизненных выделений макрофитов содержатся вещества (возможно и витаминного комплекса), которые, с одной стороны, могут усваиваться диатомовыми водорослями, с другой — выполнять роль регулятора роста в сообществе макрофитов и эпифитных диатомовых.

ЛИТЕРАТУРА

Б у р л а к о в а З.П. Выделение растворенного органического вещества морскими макрофитами. — В кн.: П Всесоюз. симпозиум по физиолого-биохимическим основам формирования растительных сообществ (фитоценозов). Тез. докл. К., 1967.

Г о р ю н о в а С.В. Прижизненное выделение растительных кислот в окружающую среду синезеленой водорослью *Oscillatoria*. ДАН СССР, 60, 8, 1948а.

Д а ц к о В.Г. Органическое вещество в морских водоемах, его количество, распределение и происхождение на примере Азовского и Черного морей. — Автореф. дисс. Керчь, 1952.

К а б а н о в а Ю.Г. Влияние вытяжек из цистозиры и филлофори на некоторые макрофиты. — В кн.: Тр. Ин-та океанологии, 30, 1959.

К у ч е р о в а З.С. Видовой состав диатомовых обрастаний Севастопольской бухты. — В кн.: Тр. Севаст. биол. ст., 2, 1957.

К у ч е р о в а З.С. Биохимические свойства некоторых черноморских водорослей. — В кн.: Тез. докл. съезда гидробиол. в Москве. М., 1965.

М о р о з о в а - В о д я н и ц к а я Н.В. Опыт количественного учета донной растительности в Черном море. — В кн.: Тр. Севаст. биол. ст., 5, 1936а.

М о р о з о в а - В о д я н и ц к а я Н.В. Фитопланктон в районе Севастополя. — В кн.: Тр. Севаст. биол. ст., 6, 1948.

ties of the growth inhibitor formed by *Chlorella* cells.- Amer. J. Bot., 29, 1942.

Schlosser U. Enzymatisch gesteuerte Freisetzung von Zoosporen bei *Chlamydomonas reinhardtii* Dangeard in Synchronkultur.- Arch. Mikrobiol., 54, 2, 1966.

Sieburth J. a. Conover J. Sargassum tannin, an antibiotic which retards fouling.- Nature, 5005, 208, 1965.

Smith J.C. A study of benthic diatoms of loch Sween (Argylly).- J. Ecology, 43, 1, 1955.

Sunenson S. Weitere Untersuchungen über Wachstumsfördernde Wirkung von Algae extrakten auf *Ulva lactuca*. - Kungl. Fysiografiska Sällskapet's Föreläsningar, 13, 1943.

РОЛЬ СУБСТРАТА В ОСЕДАНИИ ЛИЧИНОК *Electra zostericola*
(Nordm.) (Bryozoa)

Л.Д.Брайко

Изучение распределения черноморских мшанок позволило установить, что часть из них встречается на самых различных биотопах (эвритопные виды), тогда как другие попадают исключительно на растительном или животном субстрате (стенотопные виды). Подобная закономерность отмечена Поувелом и Кровелом (Powell a. Crowell, 1967) для мшанок в одном из заливов Шотландии.

Приуроченность некоторых мшанок к определенному субстрату, как показали результаты исследований ряда авторов (Ryland, 1959; Crisp et Williams, 1960; Gautier, 1961, и др.), обусловлена способностью личинок активно отыскивать место для окончательного метаморфоза. Избирательность субстрата особенно развита у личинок тех видов животных, взрослые особи которых стенотопны (Киселева, 1966).

Настоящее сообщение касается *Electra zostericola*, обладающей четко выраженной приуроченностью к растительному субстрату. Колонии ее наиболее обычны на zostере, благодаря чему она и получила такое название. На других субстратах указанный вид попадает очень редко.

Другой весьма интересной особенностью биологии *E. zostericola* является отсутствие ее в обрастаниях, несмотря на то что эта мшанка одна из наиболее массовых форм в прибрежных районах моря.