

ЭКОЛОГИЯ МОРЯ

1871



21

1985

**PROPERTIES OF PERIPHYTON BACTERIA ISOLATED
FROM THE SURFACE OF THERMOPLASTIC COMPOSITIONS**

Summary

Data are presented concerning morphological, cultural and physiological-biochemical properties of bacteria participating in biodestruction of the organic base of thermoplastic compositions (TPC).

Viability of bacteria isolated from the TPC surface is stated to be three-five times as low as that of control ones (isolated from the pure glass).

The biochemical activity of periphyton bacteria is shown to be affected by toxic TPC ingredients.

When the copper content in the TPC is twice as high the ability to reduce nitrates into nitrites becomes 2.4 times as low. The number of strains with this ability is four times as high as in the control.

УДК 594.3:591.16(262.5)

З. А. РОМАНОВА

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
РЕПРОДУКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
БРЮХОНОГОГО МОЛЛЮСКА
RISSOA SPLENDIDA (EICHW.) ЧЕРНОГО МОРЯ**

В Черном море основную роль в репродуктивных процессах играют моллюски, на долю которых приходится до 95% общей биомассы донных организмов.

Брюхоногий моллюск *R. splendida* — массовый, широко распространенный вид, встречается в прибрежной зоне Черного и Средиземного морей в биоценозе цистозир, достигая численности 54,5 тыс. экз., а биомассы — до 420 г/кг водорослей [6]. Риссои — важное звено в трофических цепях прибрежных морских биоценозов. Они входят в рацион многих рыб.

Целью проведенного нами исследования было изучение репродуктивного цикла риссой, оценка генеративного роста на уровне особи и популяции. В связи с этим были установлены количественные закономерности между размерами, массой и плодовитостью моллюсков. Установлена скорость генеративного роста. Определена суммарная генеративная продукция за всю жизнь самок. Для выражения этих величин в энергетических единицах определена калорийность самок и их генеративных продуктов. Прослежена годовая динамика структуры популяции риссой. Рассчитана численность и биомасса животных на 1 кг водорослей и их суммарная генеративная продукция за год.

Материалом для исследования послужила популяция риссой, обитающих в зарослях цистозир в бухте Омега у выхода в открытое море. Сбор материала производили в 1978—1980 гг. в конце каждого месяца с глубины 50—70 см во все сезоны года, а также в летний период в бухте Хрустальная с глубины 8—10 м. Срезали талломы водорослей вместе с находящимися на них моллюсками. Численность и биомассу животных пересчитывали на 1 кг водорослей. Для установления плодовитости животных по размерным группам их помещали в чашки, устанавливаемые в аквариумах с проточной водой. Температура воды в аквариумах практически соответствовала температуре воды в море во все времена года, исключая зимний период, когда она была на 5—6°C выше, чем в море. Кладки риссой снимали с талломов цистозир и под биноклем просчитывали количество находящихся в них яиц. Проанализировано около 350 кладок. Для определения количества кладок за всю жизнь животных было поставлено около 90 опытов продолжительностью от 10 до 30 сут и 7 опытов продолжительностью 11 месяцев. Параллельно была определена продолжительность эмбрионального развития риссой.

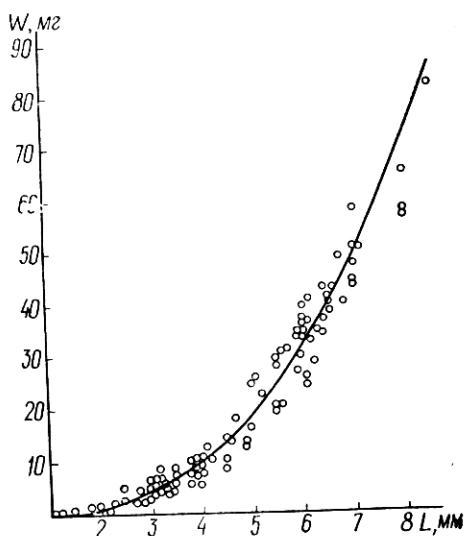


Рис. 1. Зависимость массы тела (W) от длины раковины (L) у *Rissoa splendida* (Eichw.).

ной функцией: $W = aL^b$. В численной форме это уравнение имеет следующий вид: $W = 0,183 L^{2,89}$. Следует отметить, что полученные нами величины коэффициентов a и b находятся в тех же пределах, что и для других брюхоногих и двусторчатых пресноводных и морских моллюсков. Так, по литературным данным, значения коэффициента a в большинстве своем укладывается в 0,1—0,4, а константы b — в 2,0—3,3 [1, 2].

Сухая масса риссой вместе с раковиной составляет 75,2% их сырой массы, что значительно превышает содержание сухого вещества в теле бентосных организмов. Такое высокое содержание сухого вещества, характерное для моллюсков, объясняется наличием у них раковины. У риссой масса раковины составляет 66, тела — 21,8%, а полостной жидкости — 12,2% общей сырой массы моллюсков. Однако в теле моллюсков без раковины, подобно многим другим донным организмам, содержится 30% сухого вещества.

Анализ 195 кладок риссой показал, что сырая масса кладки вместе с кожистой капсулой составляет в среднем 0,331 мг, а сухая — 0,044 г. Таким образом, в кладках содержится 13,7% сухого вещества и 86,3% воды. К завершению эмбрионального развития происходит уменьшение сырой и увеличение сухой массы кладки (табл. 1). Это противоречит данным, полученным Т. Дж. Пандианом [12] для брюхоногого моллюска *Speridula fornicata*, а также для большой группы ракообразных [9], согласно которым к концу эмбриогенеза сырая масса яйца увеличивается, а сухая уменьшается. У риссой проанализировать изменение массы яйца в процессе эмбрионального развития очень трудно, поскольку его размеры составляют 86 мкм [6]. Анализ же кладки вместе с кожистой капсулой дал противоположные результаты. Вероятно, в процессе развития происходят изменения в самой капсуле, идет накопление минеральных солей, за счет чего увеличивается сухая масса кладки к моменту выхода из нее велигеров.

Золу в теле моллюсков с раковиной определять не рекомендуется, так как при этом получают заниженные результаты вследствие недоучета кристаллизационной воды, содержащейся в веществе раковины моллюсков в значительном количестве, не улетучивающейся при доведении проб до постоянной сухой массы, но теряющей при прокаливании проб при 500—550 °C [5].

До постоянной сухой массы моллюсков и их кладки довели в сушильном шкафу при температуре 65 °C. Зола определяли, прокалив навеску сухого вещества в муфельной печи при температуре 500—550 °C. Калорийность определяли методом бихроматной окисляемости в 3—6 повторностях [5]. Пересчет в калории производили с помощью оксикалорийного коэффициента — 4 кал/мг 0 (16,75 Дж/мг) * [3].

Статистическая обработка данных произведена по стандартной программе на ЭВМ МИР.

Размер животных изменялся от 0,5 до 9 мм, а масса — от 0,25 до 89 мг (рис. 1). Для брюхоногих моллюсков, как и для других пойкилотермных животных, соотношения между линейными размерами (L , мм) и массой тела (W , мг) может быть аппроксимировано степен-

* 1 кал соответствует 4,1868 Дж.

Таблица 1. Изменение массы и калорийности кладок риссой в эмбриогенезе

Стадия развития яиц в кладке	Количество обработанных кладок	Масса одной кладки, мг		Сухое вещество, % сырого	Зола, % сухого вещества	Калорийность, Дж·мг ⁻¹	
		сырая	сухая			сухого вещества	обеззоленного вещества
Неоплодотворенные яйца *	142	0,221	0,0234	10,6	—	19,34	—
Яйца на начальных стадиях дробления	162	0,331	0,0440	13,7	5,9	21,39	22,73
Велигеры	35	0,303	0,0480	16,6	—	19,8	—

* Наряду с оплодотворенными яйцами риссой откладывают кладки с неоплодотворенными яйцами, дальнейшего развития которых не происходит.

Содержание золы в мягких тканях моллюсков составляет 8,8, а в кладках с яйцами на начальных стадиях развития — 5,9%.

Величины калорийности моллюсков вместе с раковиной очень низкие и изменяются в зависимости от размеров и сезона от 1,39 до 5,9, а в среднем составляют 2,66 Дж·мг⁻¹ сухого вещества (табл. 2). Максимальная калорийность отмечена для молодежи в размерном диапазоне 1—3 мм. У одноразмерных групп моллюсков калорийность изменяется в зависимости от сезона. Для взрослых животных она максимальна в период их активного размножения — октябрь—ноябрь, февраль—май: 2,13—3,70 и 1,95—2,8 Дж·мг⁻¹ сухого вещества соответственно. Калорийность молодежи максимальна в зимний период — 4,44—5,90 и минимальна летом — 2,11—4,08 Дж·мг⁻¹ сухого вещества. Подобные низкие величины калорийности (2,76—5,40 Дж·мг⁻¹ сухого вещества) приводит А. Ф. Алимов [1] для сферейд. Судя по такой низкой калорийности риссой, их зольность должна составить 85% сухого вещества, чтобы калорийность на беззольное вещество была не ниже 16,75 Дж·мг⁻¹. Обычный же метод определения золы дает заниженные величины.

Калорийность тела моллюсков составляет в среднем 19,76 Дж·мг⁻¹ сухого или 21,69 Дж·мг⁻¹ обеззоленного вещества. Максимальная калорийность свойственна кладкам риссой с яйцами на начальных стадиях дробления — 21,39 сухого и 22,73 Дж·мг⁻¹ органического вещества. К моменту образования в кладке велигеров калорийность кладки снижается (табл. 1). Снижение калорийности яиц к концу эмбрионального развития характерно для многих бентосных организмов [7, 9, 12].

R. splendida разделянополю. Полового диморфизма в форме раковины нет. По результатам наших наблюдений риссой размножаются с сентября по июнь. Характерной особенностью размножения риссой является растянутый период размножения и порционность откладки яиц. В бухте Омега риссой приступают к размножению при длине раковины 4,5 мм, предельная длина размножающихся самок — 6,5 мм. Размерный диапазон самок *R. splendida* из Севастопольской бухты (м. Хрустальный) обитающих на глубинах 7—10 м, — 3—4 мм.

Анализ плодовитости у самок риссой, собранных в бухте Омега и у м. Хрустального показал, что с увеличением размеров самок от 3 до 6,5 мм абсолютная плодовитость (количество яиц в одной кладке) возрастает от 64 до 215 яиц (рис. 2).

Как было показано ранее [1], для моллюсков, как и для других пойкилотермных животных, зависимость плодовитости (E , экз.) от длины раковины (L , мм) может быть описана степенной функцией $E = mL^n$.

Таблица 2. Калорийность *R. splendida* по размерным группам

Длина, мм	Сырая масса, мг	Калорийность, Дж·мг ⁻¹ сухого вещества	
		минимальная—максимальная	средняя
1,5	0,6	2,89—5,90	4,09
2,5	2,6	2,11—5,44	3,21
3,5	6,9	1,85—3,03	2,48
4,5	14,2	1,92—2,80	2,40
5,5	25,3	1,39—2,58	2,02
6,5	41,0	1,80—3,70	2,44
7,5	61,9	—	—
8,5	75,0	1,40—2,63	2,01

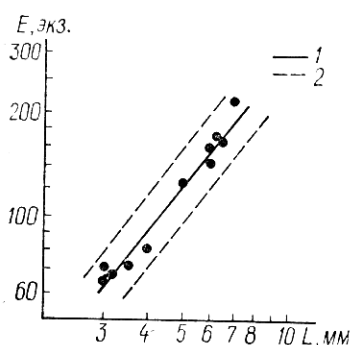


Рис. 2. Зависимость плодовитости (E) от длины раковины (L) у *Rissoa splendida*:

1 — средний уровень, рассчитанный методом наименьших квадратов;
2 — доверительный интервал.

температурном диапазоне составляет 3,59 и несколько выше, чем для ракообразных, — 3,4 [7].

Частота кладок у риссой в экспериментальных условиях возрастает от начала размножения к весне, с небольшим затуханием в декабре—январе. За месяц одна самка откладывает от 1 до 17 кладок. При этом скорость генеративного роста, определяемая как соотношение энергоемкости кладки ко времени ее образования [8], колебалась у риссой в разные месяцы от 0,0448 до 0,528 Дж·экз⁻¹·сут⁻¹. Подобные величины скорости генеративного роста отмечены для некоторых планктонных и бентосных ракообразных [8].

За весь жизненный цикл, который у риссой составляет более года, самка откладывает до 76 кладок. Это составляет 61% от сырой массы самки дифинитивного размера, а при выражении в энергетических единицах количество генеративных продуктов за всю жизнь практически соответствует энергоемкости тела самки. Подобные данные получены А. Ф. Алимовым [1] для сферид, у которых масса яиц составляет 65—133% от массы самки. По нашим круглогодичным наблюдениям, численность риссой в зависимости от сезона колеблется от 450 до 2930 экз/кг водорослей, а биомасса — от 9,2 до 101,6 г/кг водорослей (табл. 3).

Анализ структуры популяции риссой показал, что размножение их приурочено к осенне-зимне-весеннему периоду. В весенние месяцы происходит более интенсивное оседание молоди из планктона, о чем свидетельствует уменьшение средневзвешенной массы особи в популяции

Таблица 3. Изменение численности, биомассы, средневзвешенной массы и калорийности *R. splendida* в бухте Омега (Черное море) в разные сезоны 1978—1979 г.

Месяц сбора	Температура воды в море, °С	Численность животных, экз/кг водорослей	Биомасса животных, г/кг водорослей	Средневзвешенная масса особи, мг	Калорийность, Дж·мг ⁻¹ сухого вещества
Сентябрь	20,0	1342	48,4	36,1	1,87
Октябрь	14,0	1461	41,9	28,7	2,50
Ноябрь	10,0	2931	101,6	34,7	3,24
Декабрь	6,3	576	12,1	20,9	3,97
Январь	5,2	722	20,7	28,8	3,07
Февраль	6,7	452	10,4	22,9	3,36
Март	10,5	725	14,5	20,0	2,71
Апрель	13,0	829	9,2	11,1	2,86
Май	22,0	1615	11,1	6,6	2,36
Июнь	23,0	1015	14,2	13,9	2,07
Июль	22,0	653	17,3	26,5	2,03
Август	22,0	1513	61,5	40,6	1,66

в весенний период. Минимальна она в мае (6,6 мг), что обусловлено преобладанием в популяции молоди, которая составляет в это время 84% общего количества особей в популяции (рис. 3). Впервые молодь появляется в октябре, а полностью исчезает в августе. Интенсивное отмирание старших возрастных групп происходит в весенние месяцы. К лету моллюски прошлогодней генерации полностью отмирают. К августу новая генерация достигает своих предельных размеров. В это время молодь отсутствует в популяции, а средневзвешенная масса особи в популяции достигает своего максимума — 40,6 мг. В дальнейшем рост моллюсков практически прекращается и начинается период размножения моллюсков. Средний размер размножающихся самок в бухте Омега составляет 6,1 мм при сырой массе 34 мг.

Для *R. splendida* нами принято соотношение полов 1/1, подобно тому, как это было установлено В. Д. Чухчиным [10] для *R. membranacea* и *R. parva*. Следовательно, за весь жизненный цикл популяция риссой, обитающая на 1 кг водорослей, может отложить 298 тыс. кладок, что соответствует $276,33 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Ц. Ж. Хиббертом [11] для популяции брюхоногого моллюска *Meuschenia mactanaria* затраты энергии на размножение оценены в $255,39 \text{ Дж} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{год}^{-1}$ и практически равны затратам энергии на соматический рост, составляющий $301,45 \text{ Дж} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{год}^{-1}$. Если учесть, что биомасса цистозеры составляет 1—3 кг/м² [4], то для популяции риссой генеративную продукцию можно оценить в $276,3—92,1 \text{ Дж} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{год}^{-1}$, т. е. величинами, близкими к полученным Ц. Ж. Хиббертом [11].

Полученные данные дают основание сделать вывод о том, что общую величину продукции моллюсков в значительной мере определяет генеративная продукция.

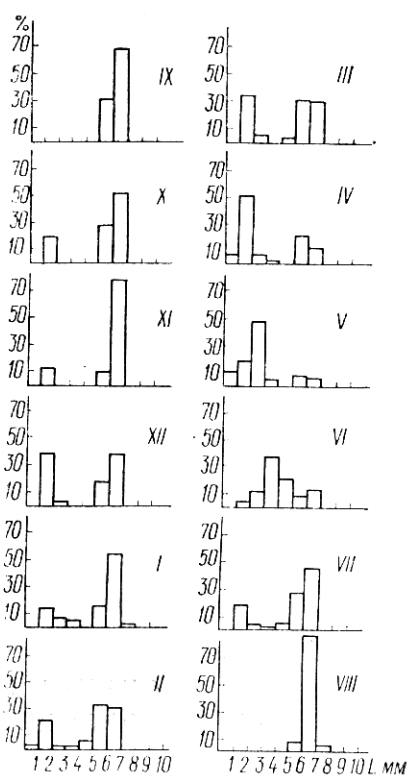


Рис. 3. Размерная структура популяции *R. splendida* в бухте Омега (Черное море) в разные сезоны 1978—1979 гг. По оси абсцисс — длина раковины, мм; по оси ординат — процент от общего количества особей в популяции.

1. Алимов А. Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. — Л.: Наука, 1981. — 248 с.
2. Алимов А. Ф., Голиков А. Н. Некоторые закономерности соотношения между размерами и весом у моллюсков. — Зоол журн., 1974, 53, вып. 4, с. 517—530.
3. Гигиняк Ю. Г. Калорийность водных беспозвоночных животных. — В кн.: Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979, с. 43—57.
4. Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. — Киев.: Наук. думка, 1975. — 247 с.
5. Методы определения продукции водных животных. — Минск: Выш. шк., 1968, — 245 с.
6. Маккавеева Е. Б. Динамика численности и биомассы *Rissoa splendida* Eichw прибрежного участка Крыма. — Тр. Севастоп. биол. станции, 1959, 11, с. 101—107.
7. Роцин В. Е. Эколого-энергетическая характеристика эмбрионального развития некоторых видов пресноводных ракообразных: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Минск, 1980. — 24 с.
8. Хмелева Н. Н., Голубев А. П. Скорость генеративного и экзувиального роста как функция веса ракообразных. — Докл. АН СССР, 1978, 240, № 6, с. 1479—1499.
9. Хмелева Н. А., Романова З. А. Изменение массы и калорийности некоторых ракообразных за период эмбриогенеза. — Биология моря, Киев, 1978, вып. 46, с. 54—60.
10. Чухчин В. Д. Размножение и рост *Rissoa membranacea* и *Rissoa parva* в Черном море. — Там же, 1975, вып. 33, с. 93—104.

11. *Hibbert C. J.* Energy relations of the Bivalve *Mercenaria mercenaria* on an Intertidal Mudflat. — *Mar. Biol.*, 1977, **44**, N 1, p. 77—84.
12. *Pandian T. J.* Jolk utilization in the gastropod *Crepidula fornicata*. — *Ibid.*, 1969, **3**, N 2, p. 117—121.

Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского
АН УССР, Севастополь

Получено 14.02.83.

Z. A. ROMANOVA

ENERGY ESTIMATION OF THE REPRODUCTIVE INDICES OF *RISSOA SPLENDIDA* (EICHW.) IN THE BLACK SEA

Summary

The annual dynamics in the structure, number and biomass of the *Rissoa splendida* (Eichw.) population in the Great Omega of the Black Sea is traced. The quantitative regularities between size, mass and absolute fecundity are established. The generative growth rate and total generative production for the whole life are determined at individual and population levels of *Rissoa splendida*.

УДК 594.124:577.4

В. Е. ЗАЙКА, Н. А. ВАЛОВАЯ

ОЦЕНКА ПРЕДЕЛЬНОЙ БИОМАССЫ ЧЕРНОМОРСКОЙ МИДИИ ДЛЯ РАЗНЫХ УСЛОВИЙ

Среди представителей черноморского зообентоса наибольшей биомассой характеризуется мидия. Оценка верхнего предела биомассы, достигаемого этим видом на жестких субстратах в прибрежной зоне моря, интересна с точки зрения емкости биотопов [3] и в свете экспериментов по марикультуре. В данном сообщении обсуждаются некоторые подходы к оценке предельной биомассы мидии.

На естественных жестких субстратах обитает скаловая форма черноморской мидии. Сведения о ее распределении и биомассах стали чаще появляться с применением водолазного метода гидробиологических исследований. На рис. 1 показано изменение значений о максимальной биомассе скаловой мидии на естественных субстратах в Черном море. Очевидно, что этот «рост» связан с расширением числа и увеличением тщательности обследования биотопов, но возникают вопросы о действительном пределе биомассы.

Для выяснения этого вопроса требуется оценить емкость разных субстратов и биотопов в отношении биомассы мидий. Попытаемся подойти к оценке верхних пределов путем последовательного приближения, поочередно рассматривая возможные лимитирующие факторы и начиная от заведомо недостижимых величин биомассы.

Если для природных сообществ достаточно рассмотреть возможные биомассы в расчете на 1 м² поверхности субстрата, то для задач марикультуры важно оценить также верхний предел развития мидий под 1 м² поверхности моря. Обсудим эти аспекты.

Биомасса мидий на 1 м² поверхности плоского субстрата. С точки зрения лимитирования субстратом целесообразно проанализировать такие вопросы: а) плотность распределения («упаковка») мидий на жестком субстрате; б) возможности использования одними особями других в качестве дополнительного субстрата, т. е. вероятное число словес мидии в общем покрове.

Толщиной покрова будем считать среднее расстояние от субстрата до края верхних животных, толщину слоя примем равной длине особи с учетом того, что большинство мидий расположено длинной осью перпендикулярно к субстрату.