

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

ISSN 0203-4646

ЭКОЛОГИЯ МОРЕЯ



35

1990

БИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ МАНГРОВОЙ УСТРИЦЫ *CRASSOSTREA TULIPA*

Мангровая устрица — массовый литоральный вид на побережье Западной Африки. В течение 1985—1986 гг. исследовали биологию размножения этого вида у побережья Гвинеи. *C. tulipa* становится половозрелой при высоте раковины 28—34 мм. Как показывает характер соотношения полов, этот вид является протандрическим гермафродитом. Половозрелые особи встречаются в течение всего года, массовое размножение происходит четыре раза в год — апреле—мае, августе, октябре—ноябре и феврале. Длительность гаметогенеза составляет около шести месяцев. Период покоя гонад не наблюдается. Индивидуальная плодовитость (1—5 млн яиц) находится в прямой зависимости от размеров моллюска. Личиночная продукция *C. tulipa*, обитающих в мангровой зоне под 1 м² водной поверхности, составляет около 10 000 млн яиц.

Мангровая устрица *Crassostrea tulipa* Lamarck широко распространена в приливно-отливной зоне на побережье Западной Африки от Сенегала до Анголы [5]. Местное население повсеместно эксплуатирует поселения диких устриц, используя мясо устриц в пищу, раковины — для получения извести, применяемой в строительстве, а также в птицеводстве. В Сьерра-Леоне с 1974 г. проводятся работы по искусственному выращиванию мангровой устрицы.

Для промышленного сбора и выращивания устриц важное значение имеет знание биологии размножения — сроков нереста моллюсков и оседания спата, продолжительности гаметогенеза, величин плодовитости и личиночной продукции. В отношении устрицы *Crassostrea tulipa* эти вопросы практически не изучены. У устриц, обитающих на побережье Сьерра-Леоне, в течение года наблюдается два пика размножения — в апреле—мае и октябре—декабре, продолжительность гаметогенеза — 4—6 месяцев [4]. Отсутствуют сведения о возрасте и размере, при котором наступает половозрелость, характере соотношения полов в популяции, годовом цикле гонад, плодовитости. В связи с этим изучение биологии размножения *C. tulipa* представляет значительный интерес.

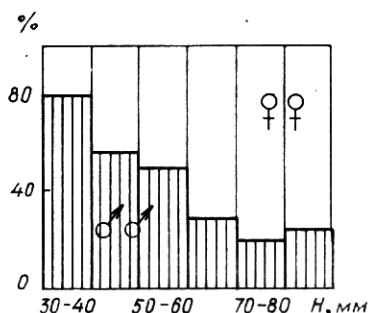
Работа выполнена * на базе Научно-исследовательского центра по океанографии, гелиофизике и испытанию конструкционных материалов (Гвинейская Республика, г. Конакри).

Материал и методика. Устриц собирали ежемесячно в 1985—1986 гг. на литорали у НИЦ (Рогбане, Конакри), во время сухого сезона — в манграх бухты Табунсу и устье р. Дюбрека. Исследовали в среднем 50—100 экз. Моллюсков распределяли по размерным группам с интервалом 10 мм, в каждой размерной группе по прижизненным мазкам гонад определяли пол и степень зрелости гонад.

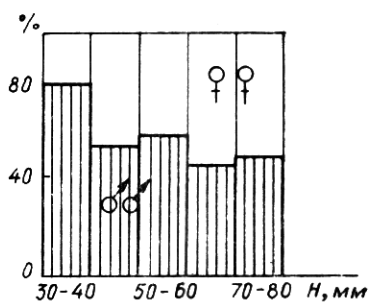
Различные авторы выделяют у двустворчатых моллюсков от четырех до семи стадий зрелости. Мы использовали шкалу Вильсона и Сиды [7] и отметили четыре стадии зрелости гонад по макроскопическим признакам.

При подсчете плодовитости половозрелые яичники осторожно разрывали и взбалтывали в определенном объеме морской воды (200—600 мл), в результате чего образовывалась взвесь из яиц. Затем шпатель-пипеткой брали 1 мл взвеси и подсчитывали в нем количество яиц. Из трех-шести подсчетов находили среднее значение, которое пересчитывали на общий объем взвеси. С целью получения зрелых яиц моллюсков в период нереста сажали в аквариум и после вымета измеряли диаметр яиц. Для расчета личиночной продукции популяции определяли численность устриц, обитающих в мангровых зарослях под 1 м² поверхности воды. С помощью рамки размером 40×40 см подсчи-

* Автор выражает благодарность М. С. Кабе за большую помощь в проведении исследований.



а



б

Рис. 1. Соотношение полов в популяции *C. tulipa* в апреле 1986 г.:
а — в бухте Табунсу и Дюбрека ($n=129$ экз.); б — в Рогбане ($n=127$ экз.)

тывали количество воздушных корней мангров на этой площадке (10 измерений). С некоторых корней (10 шт) снимали всех устриц, с помощью штангенциркуля измеряли высоту раковин (по dorso-ventralной оси). Подсчитали среднее количество корней под 1 м² поверхности воды и среднее количество устриц, обитающих на них. С учетом размерного и полового состава популяции рассчитали количество самок каждой размерной группы и количество яиц, выметываемое ими.

Гаметогенез. Биологический анализ популяций из разных местобитаний показывает большую изменчивость минимальных размеров половозрелых особей и максимальных размеров моллюсков в популяции. Нами исследованы моллюски с высотой раковины от 15 до 110 мм. Моллюски с интенсивным ростом, характеризующиеся тонкой раковиной с хорошо заметной зоной свежего прироста, при размерах 25—30 мм имеют еще неразвитую гонаду. Моллюски с замедленным ростом, имеющие толстую раковину без заметной зоны свежего прироста, и при размере 20—25 мм бывают половозрелыми. В среднем гонады начинают развиваться у моллюсков с высотой раковины 28—34 мм.

Первоначально гонада молодых устриц имеет вид тонкой пленки, располагающейся на пищеварительной железе. Затем она утолщается и приобретает бежевый оттенок у самок, белый — у самцов. Ко времени половозрелости моллюсков овоциты имеют округлую форму, диаметр их достигает 75 мк. Самки, помещенные в аквариум в период размножения, выметывали яйца диаметром 63—70 мк.

Соотношение полов. Смена полов. По мнению многих авторов, у различных видов устриц соотношение полов может значительно варьировать. Так, у *Ostrea eodulis* процент самок в популяции может колебаться от 25 до 50 [1].

Как показал биологический анализ, *C. tulipa* являются раздельно-полами. У половозрелых особей в апреле, когда преобладают готовые к нересту моллюски, было подсчитано соотношение полов в различных размерных группах. Так, у устриц из мангров районов Табунсу и Дюбрека оно в значительной степени зависит от размеров: у мелких особей преобладают самцы, у более крупных процент самок увеличивается и может достичь 100 (рис. 1, а). Такое соотношение полов у моллюсков разных размеров указывает на то, что в течение индивидуальной жизни *C. tulipa* происходит изменение пола — превращение части самцов в самок (протандрический гермафродитизм). О смене пола свидетельствует также и наличие в популяции небольшого процента гермафродитных особей, в гонадах которых наряду со спермиями встречаются мелкие овоциты. Гермафродитные особи встречаются почти во всех размерных группах.

У устриц из района Рогбане половая структура популяции несколько иная (рис. 1, б). В тех же размерных группах моллюсков самок намного меньше, чем в популяции из Табунсу. Максимальное количество

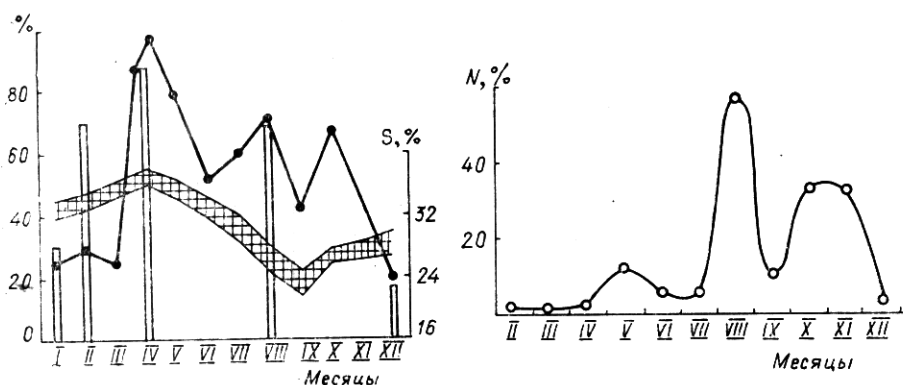


Рис. 2. Динамика численности зрелых самок в течение года в популяции бухты Табунсу (диаграмма) и Рогбане (сплошная линия); минимальная и максимальная соленость воды у Рогбане в период сбора материала (заштриховано)

Рис. 3. Динамика численности молоди устриц ($H \leq 5$ мм) в популяции у Рогбане в процентах от общей численности

самок — 53% (в размерной группе 60—70 мм). Мы полагаем две возможные причины наличия такого низкого процента самок в устричном поселении района Рогбане. Во-первых, смена пола у устриц происходит преимущественно по достижении какого-то возраста, а не размера. Если устрицы в Табунсу растут медленнее, чем в Рогбане, то и смена пола у них происходит при меньших размерах. В Рогбане устрицы не достигают своих максимальных размеров, так как поселение это активно эксплуатируется местным населением, причем собирают выборочно более крупные моллюски, т. е. преимущественно самки. Во-вторых, в неблагоприятных условиях обитания возможно изменение половой структуры популяции — увеличение процента самцов и, соответственно, уменьшение процента самок [6]. Такими неблагоприятными абиотическими факторами в районе Рогбане могут быть резкие сезонные колебания солености (11,2—36,4 ‰ против 21,8—37,9 ‰ в Табунсу) и значительное загрязнение вод.

Годовой цикл гонад. Как показали ежемесячные наблюдения, в течение всего года в популяции *S. tulipa* присутствуют половозрелые особи. На рис. 2 показан процент самок, готовых к нересту или находящихся на стадии нереста, в апреле — мае эта цифра достигает 88—97, т. е. размножается почти вся взрослая часть популяции. Меньший процент моллюсков размножается в августе, октябре — ноябре и феврале. Таким образом, размножение мангровой устрицы происходит практически в течение всего года, однако есть четыре максимума, наибольший из которых приходится на апрель — май. Если сопоставить динамику размножения устриц с изменением солености воды*, можно отметить, что два максимума размножения (февраль, апрель) приходится на период наиболее высокой солености, а два другие — на период низкой солености. Используя данные [2] по динамике размерной структуры популяции устриц у Рогбане, мы рассчитали количество молоди устриц, осевшей в течение года (в процентах от общей численности моллюсков). Молодь считали моллюсков, высота раковины которых ≤ 5 мм. Максимумы оседания личинок устриц приходятся на май, август и октябрь — ноябрь (рис. 3).

Большой интерес представляет вопрос о продолжительности гаметогенеза. Для *S. tulipa* побережья Сьерра-Леоне указывается продолжительность гаметогенеза четыре — шесть месяцев [4].

Учитывая наличие в течение года четырех максимумов размножения, можно предположить, что каждая особь размножается прибли-

* Данные по солености воды предоставлены сотрудниками лаборатории гидрохимии НИЦ, за что авторы выражают им свою признательность.

тельно через три месяца. Но в таком случае каждый раз размножалась бы вся взрослая часть популяции, чего мы не наблюдали в августе, октябре—ноябре и феврале. Исходя из полученных данных, мы полагаем, что устрицы, размножившиеся в апреле, вновь созревают к октябрю, размножившиеся в августе — к февралю. Поскольку в апреле — мае размножается практически вся взрослая часть популяции, можно допустить, что особи, размножающиеся в феврале, созревают за три месяца и также приступают к нересту в апреле — мае. Для этого периода (февраль — май) характерны наиболее высокие значения температуры и солености воды (31,0°C и 36,4‰ соответственно), в связи с чем созревание, по-видимому, может происходить быстрее, чем в другое время года.

Таким образом, продолжительность гаметогенеза у *C. tulipa* на побережье Гвинеи составляют шесть месяцев, а в конце сухого сезона может сокращаться до трех.

Плодовитость. Плодовитость *C. tulipa* определяли в апреле 1986 г. С увеличением размера моллюсков индивидуальная плодовитость возрастает (рис. 4). Максимальная плодовитость, отмеченная нами, составляет 5 млн яиц. Помимо индивидуальной плодовитости вычисляли плодовитость популяции. Для этого необходимы данные по численности, размерной и половой структуре популяции. Основные запасы устриц *C. tulipa* на берегах Гвинеи сосредоточены в мангровых зарослях. Поэтому мы попытались определить численность устриц именно в этом биотопе.

Количество корней мангров под 1 м² поверхности воды составляет в среднем 29,5. На участке корня, заселенного устрицами, средняя численность этих моллюсков — около 600 экз. Следовательно, под 1 м² водной поверхности обитает 600 × 29,5 = 17 700 экз. устриц. Учитывая размерный и половой состав популяции, рассчитали количество самок каждой размерной группы. Предварительно по уравнению $F = 24\,400 \times H - 2,5 \cdot 10^6$ вычислили плодовитость самок каждой размерной группы. Умножив количество самок каждой размерной группы на их плодовитость и просуммировав результат, получили личиночную продукцию устриц (таблица). Она составляет 10062 млн яиц с 1 м² водной поверхности. Плодовитость популяции *C. tulipa* на 1000 особей — 560 млн яиц.

Устрицы рода *Ostrea* характеризуются более низкой плодовитостью [3]. Этим устрицам характерно вынашивание личинок в мантийной полости. У устриц *C. tulipa* оплодотворение происходит во внешней среде. В связи с этим для успешного сохранения и умножения вида им необходима большая, чем у устриц рода *Ostrea*, плодовитость.

Выводы. Устрица *C. tulipa* у побережья Гвинеи становится половозрелой при высоте раковины 28—34 мм. Как показывает характер соотношения полов в различных размерных группах, *C. tulipa* является протандрическим гермафродитом. В группе моллюсков, впервые приступающих к нересту, самцы составляют 80%. По мере роста часть самцов превращается в самок и процент самцов в популяции уменьшается. У побережья Гвинеи в популяции *C. tulipa* в течение года встречаются половозрелые особи. Массовое размножение происходит четыре раза в год — апреле — мае, августе, октябре — ноябре и феврале. После нереста вновь начинается гаметогенез, период покоя гонад практически отсутствует. Длительность гаметогенеза — шесть месяцев, в конце сухого сезона может сокращаться до трех.

Индивидуальная плодовитость *C. tulipa* составляет 1—5 млн яиц и находится в прямой зависимости от высоты раковины ($F = 84400 \times$

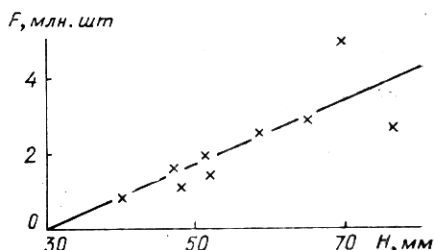


Рис. 4. Изменение индивидуальной плодовитости (F) в зависимости от высоты раковины *C. tulipa*

Индивидуальная плодовитость и плодовитость популяции *C. tulipa*

Размерная группа, мм	Количество			Индивидуальная плодовитость	Количество самок на 1000 особей	Плодовитость популяции на 1000 особей
	особей под 1 м ² поверхности воды	самок, %	самок, экз.			
10—20	4956	—	—	—	—	—
20—30	3747	—	—	—	—	—
30—40	2449	21	514	421683	29	12228807
40—50	2006	43	863	1265633	46	58219118
50—60	2183	50	1091	2109583	59	124465000
60—70	1770	72	1274	2953533	71	209700000
70—80	679	81	550	3797483	31	117721000
80—90	177	75	133	4641433	8	37131464

($\times H - 2,5 \cdot 10^6$). Плодовитость популяции из расчета на 1000 особей — 560 млн яиц.

Личиночная продукция *C. tulipa*, обитающих в зоне мангровых зарослей под 1 м² водной поверхности, составляет 10062 млн яиц.

1. Кракатица Т. Ф. Биологические основы морской аквакультуры. Вып. 2. Биология черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. в связи с вопросами ее воспроизводства. — Киев: Наук. думка, 1976. — 80 с.
2. Романова З. А. Рост и продукция мангровой устрицы *Crassostrea tulipa* // Экосистемы гвинейского шельфа. — Киев: Наук. думка, 1988. — С. 235—300.
3. Cranfield H. J. a. Allen R. L. Fertility and larval production in an unexploited population of oysters, *Ostrea laticostata* Hutton, from Foveaux strait // N. Z. J. Mar. and Freshwater Res. — 1977. — 11, N 2. — P. 239—253.
4. Kamara A. B. Preliminary studies to culture mangrove oysters, *Crassostrea tulipa*, in Sierra Leone // Aquaculture. — 1982. — 27. — P. 285—294.
5. Nickles M. Mollusques testaces marins de la côte occidentale d'Afrique // Manuels Quest-Afr. — 1950, 11. — P. 1—269.
6. Quayle D. B. Pacific oyster culture in British Columbia // Bull. Fish. Res. Board. Can. — 1962. — 169. — P. 192.
7. Wilson J. H., Seed R. Reproduction in *Mytilus edulis* L. (Mollusca: Bivalvia) in Carlingford Lough, Northern Ireland // Irish Fisher. Investig. Ser. B (Marine). — 1974. — 15. — P. 1—30.

Ин-т биологин юж. морей

им. А. О. Ковалевского АН УССР. Севастополь

Получено 12.10.88

N. A. VALOVAYA

BIOLOGY OF CRASSOSTREA TULIPA REPRODUCTION

Summary

The reproductive cycle of *C. tulipa* near the coast of the Guinea republic (Western Africa) was studied. This species is a protandrous hermaphrodite. The mature individuals (10-20% of adult part of the population) are met during the whole year. Abundance reproduction is observed four times a year: April-May, August, October-November and February. The gametogenesis lasts for 6 months, at the end of draught season it may shorten to 3 months. The period of gonad rest is absent. Individual fertility is 1-5 mln of eggs. The larval production of oysters populating the mangrove zone under 1 m² of the surface is about 10⁶ of eggs.

УДК 551.464.38

А. А. БЕЗБОРДОВ, Л. В. КУЗЬМЕНКО, К. БАНГУРА

БИОГИДРОХИМИЯ ШЕЛЬФА ГВИНЕИ

Рассмотрены закономерности взаимосвязи гидрохимических и гидробиологических характеристик вод шельфа Гвинеи в различные сезоны. Показано, что высокие значения количества фитопланктона, его продукции и содержания хлорофилла для влажного и переходного периодов (июль—декабрь) получены в прибрежной приливной фронтальной зоне, где наблюдались и повышенные концентрации биогенных элементов. В сухой сезон (январь—май) большое влияние на резкое повышение продуктивности вод в океанической части шельфа оказывает Канарское течение.