

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
ИМ. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ПРОВ 2010

Лит. № 11

ПРОВ 98

БИОЛОГИЯ МОРЕЯ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1965 г.

Выпуск 48

ДОННЫЕ СООБЩЕСТВА
И МОРСКИЕ ОБРАСТАНИЯ

Институт биологии
южных морей ДНУ СССР
БИБЛИОТЕКА

№ Зек

КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1979

нейстали Средиземного моря в апреле—июне 1974 г.—Океанология, 1976, 16, № 1, с. 87—90.

3. Петрова И. М., Скорбилина Т. А. Научно-исследовательские суда и плавучие сооружения для исследования океана. Л., ЦНИИ «Румб», 1973. 143 с.

4. Поликарпов Г. Г., Бенжицкий О. Г. Нафтови агрегати біотопу нейстонного перифітону.— Вісн. АН УРСР, 1974, № 4, с. 89—92.

5. Поликарпов С. Г., Бенжицкий О. Г. Синтетичні полімерні матеріали в гіпонейстали Середземного моря.— Вісн. АН УРСР, 1975, № 3, с. 93—96.

6. Поликарпов Г. Г., Егоров В. Н., Иванов В. Н., Токарев А. Ф., Филиппов И. А. Нефтяные поля как экологическая ниша.— Природа, 1971, № 11, с. 75—78.

7. Резниченко О. Г. Экологическая характеристика антропогенных субстратов морского обрастания и значение их в пространственной структуре сообщества.— В кн.: Гидробиология и биогеография шельфа холодных и умеренных вод Мирового океана. Л., Наука, 1974, с. 38—40.

8. Horn M. H., Tesl J. M., Backus R. H. Petroleum lumps on the surface of the sea.— Science, 1970, 168, N 3928, p. 18—20.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
20.12.77

L. P. Salekhova, V. D. Brajko
ANOMALIES IN GOOSE BARNACLE
REPRODUCTION

Summary

The article deals with the unknown before in science phenomenon of *Lepas anatifera* oviposition on the surface of the house in case of its settling on oil aggregates. It appeared that morphogenesis of this species larva is possible not only within the mantle cavity but also on the surface of parent individuals as a result of phenotypical adaptations to specific conditions of existence.

УДК 577:472(28)

И. К. Р ж е п и ш е в с к и й

**ВЫЕДАНИЕ БАЛЯНУСОВ ТУРБЕЛЛЯРИЕЙ
STYLOCHUS PILIDIUM**

В Севастопольской бухте обитает два массовых вида баянусов: небольшой *Balanus improvisus* Darvan, обычно 8—12 мм длиной, и более крупный, 20—30 мм, *B. eburneus* Gould. В теплое время года их оседание бывает очень обильным — до 1 млн. экз/м² в месяц [1]. Большая часть молоди вскоре гибнет, а оставшиеся рачки, достигшие половозрелости, образуют через 4—6 недель сплошные поселения стесненных, деформированных, сидящих одна на другой особей. На опытных пластинах даже при таком перенаселении они могут существовать более 2,5 лет, если их постепенно очищать от других обрастателей; в природных же поселениях, при отсутствии такого ухода, большая часть их погибает к следующей весне, т. е. через 6—9 месяцев.

Известно, что основная причина гибели популяции взрослых баянусов — удушение ее другими обрастателями [3]. Мы считаем, что в некоторых случаях и местах возможна еще более важная причина — выедание баянусов турбеллярией *Stylochus pilidium*.

Литературные сведения об этих червях скудны. В. Г. Ульянин лишь упоминает об этой группе, обнаруженной в Севастопольской бухте [4]. А. Ланг считает, что *S. neapolitanicus* селится почти исключительно в колониях баянусов, но ими не питается [6]. Е. М. Лебедев наблюдал в загрязненных участках портов Очаков, Жданов, Новороссийск турбеллярий, пожиравших баянусов [2]. Детальное описание процесса поедания стилохусом *B. pacificus* дается А. Хэели [5].

В Севастопольской бухте стилохус обычен в поселениях баянусов, где он укрывается в их пустых домиках. Длина его редко превышает

15 мм. Весной встречаются главным образом крупные экземпляры, летом — особи всех размеров, от самых мелких, длиной менее 1 мм, и до максимальных. Питается стилохус, не заглатывая добычу, а всасывая ее с помощью выпускаемой наружу глотки. Нападение его на баянусов наблюдалось много раз в лабораторных опытах.

Баянусов длиной 7—10 мм, сидящих на предметных стеклах, помещали в чашки Петри с морской водой и подсаживали к ним стилохуса длиной 6—8 мм. Освещение естественное, температура воды 18—20°C.

Нападающий стилохус вползает на рачка и располагает переднюю часть тела вровень с оперкулярным отверстием, затем запускает хоботок в место сочленения оперкулярной створки с домиком. По-видимому, поедание баянуса осуществляется растворением его тканей протеолитическим ферментом, а затем всасыванием. Примерно через час баянус умерщвлен и съеден, а стилохус находится внутри домика. Обычно он там и остается, выбрасывая остатки баянуса наружу. Для этого он опоясывает оперкулярное отверстие изнутри по периметру подобно подворотничку; ресничный эпителий его спинной стороны начинает работать поперек спины (обычно он работает вдоль нее) изнутри домика наружу, постепенно выталкивая пустую оболочку баянуса. Оперкулярные створки закрываются самопроизвольно или турбеллярией, оставшейся внутри домика, который приобретает теперь вид живого закрывшегося баянуса. Весь процесс занимает около 3 ч. Если турбеллярию ничто не беспокоит, она остается в домике в течение нескольких дней. Проголодавшись, она выходит наружу и нападает на ближайшего баянуса. Таким образом, через некоторое время в поселении баянусов образуется островок пустых домиков. Стилохус малоподвижен и обычно не уходит дальше соседнего съеденного баянуса.

Если домик по какой-то причине не подходит стилохусу, то он, съев баянуса, уходит, и остатки рачка остаются в домике, так что, обнаружив их, можно ошибочно счесть их не съеденными стилохусом, а погибшими по какой-либо другой причине.

Таблица 1
Темп выедания стилохусом
баянусов в аквариуме

Номер стилохуса	Количество съеденных баянусов	
	за 49 суток	за месяц
1	2	1,3
2	3	1,8
3	2	1,3
4	5	3,3
5	4	2,5
6	5	3,3
7	3	1,8
Среднее	—	2,2
Всего	24	—

Обычно остатки баянуса — это пустая шкурка, реже — полусъеденное тело. Иногда стилохус выбрасывает из домика живого рачка, погибающего лишь через несколько дней. Мы наблюдали это несколько раз. Создается впечатление, что стилохус выбрасывает рачка из домика для получения убежища. При этом он разрушает только те элементы тела баянуса, которые удерживают его в домике, что свидетельствует о высокой приспособляемости турбеллярии к жизни в популяции баянусов и к использованию их «в своих интересах».

Яйцевые массы баянуса стилохус не ест, возможно, из-за того, что нужно высасывать по одному яйцу, к чему он не приспособлен.

О темпе выедания половозрелых баянусов турбеллярией можно судить по лабораторным опытам, проведенным 9.IV—28.V 1968 г. (табл. 1). На одного стилохуса за месяц приходится около 2,2 экз. (от 1,4 до 3,4) съеденных баянусов. Эти весьма приблизительные цифры дают представление о питании стилохуса.

Данные о выедании баянусов стилохусом в природе получены в следующем опыте. В октябре 1967 г. в Севастопольской бухте у берега были вывешены в кассетах стеклянные пластинки размером 11×44 см на глубине 1 м. На них осели баянусы двух видов — *B. improvisus* и

V. eburneus. С пластин периодически очищали щеткой других обрастателей¹. Температура за время опыта понижалась от 15 до 9° С. В ноябре особи *V. improvisus* достигли длины 6 мм, в декабре — 7 мм, к февралю следующего года их длина была 9—10 мм, т. е. такая же, как и в лабораторном опыте; они покрывали теперь более 80% стекла. Через 4 месяца от начала оседания баянусов кассеты были сняты, просчитаны живые и мертвые (пустые домики) рачки и стилохусы в поселении (табл. 2).

Таблица 2

Темп выедания баянусов стилохусами в естественных условиях

Номер пластины	Количество баянусов					Количество стилохусов, экз.	Количество мертвых баянусов на одного стилохуса	
	экз.			%			всего	за месяц
	живых	мертвых	всего	живых	мертвых			
1	99	251	350	28	72	44	5,7	1,4
2	84	171	255	33	67	21	7,1	2,0
3	173	280	453	38	62	35	8,3	2,1

Разницу в темпе выедания (табл. 1 и 2)¹ легко объяснить тем, что в природных условиях температура была на 5—10° ниже лабораторной, что снижало интенсивность питания. Можно полагать, что еще через 2—3 месяца после окончания наблюдений баянусы были бы съедены на экспериментальных пластинах почти полностью, как это наблюдается в большинстве случаев весной в естественных условиях.

Размеры стилохуса и съедаемых им баянусов находятся в прямой зависимости: если в поселении баянусы разных размеров, то в пустых домиках больших баянусов обнаруживаются крупные стилохусы, мелкие же встречаются только в маленьких домиках. Молодые стилохусы избегают нападать на больших баянусов, обладающих толстыми покровами, которые трудно перфорировать. В смешанных поселениях (на трех пластинах баянусы двух видов) стилохус выедал сравнительно мелкого *V. improvisus* гораздо интенсивнее, чем крупного *V. eburneus* (табл. 3). В лабораторных опытах на этого крупного баянуса стилохус нападает только при отсутствии *V. improvisus*, выбирая и в этом случае наиболее мелкие экземпляры.

Таблица 3

Влияние размеров баянусов на выедание его стилохусом

Вид	Количество баянусов				
	живых, экз.	мертвых, экз.	всего, экз.	живых, %	съеденных, %
<i>V. improvisus</i>	281	679	978	28	72
<i>V. eburneus</i>	75	5	80	94	6

Связь стилохуса с популяцией баянусов начинается, по-видимому, с момента его метаморфоза из личинки и продолжается до периода размножения и гибели. Развившийся из осевшей в поселении маленьких, недавно осевших баянусов планктонной личинки, молодой стилохус начинает ими питаться немедленно или спустя короткое время. Он подрастает одновременно с молодыми рачками, имея постоянно пищу необходимого размера и убежище соответствующей величины. Так продолжается до достижения обоими видами животных предельных размеров и откладки

¹ Очищенные от обрастателей баянусы живут свыше 2,5 лет; гибель их на пластинках можно отнести только за счет стилохуса.

яиц стилохусом в пустом домике баянуса. Если стилохус оседает в популяции таких крупных рачков, которых не может есть, то либо уходит, либо погибает, если не может найти другой пищи, кроме баянусов. Крупный стилохус, попав в поселение мелких баянусов, от голода, по-видимому, не страдает, но в маленьких домиках не может ни укрыться, ни отложить яиц. Существование в таком поселении осложнено, и он может уйти из него в поисках убежища.

Во время экспериментов, не имевших отношения к описываемому предмету (биология размножения баянусов), мне было необходимо собрать большое количество живых животных с различных субстратов за все сезоны года. Большой процент мертвых всегда доставлял неприятности и поэтому обращал на себя внимание и запоминался. Соотношение мертвых и живых животных в разноколичественных поселениях баянусов иногда бывало настолько большим, что даже без специальных расчетов позволило сделать вывод о том, что в природе обширные массовые поселения баянусов выедаются стилохусом больше, чем отдельные небольшие группы. Это хорошо заметно весной по зияющим оперкулярным отверстиям пустых домиков этих рачков в поселениях, насчитывающих многие сотни или тысячи экземпляров. В группах же из 10—20 баянусов, сидящих на отдельных мидиях или в изолированных поселениях, пустые домики являются скорее исключением, чем правилом.

Относительно причин этого, весьма показательного, явления можно привести следующие соображения.

Количество оседающих личинок стилохуса значительно, возможно, на несколько порядков меньше, чем таких же личинок баянусов. На каждую личинку стилохуса приходится в среднем определенная площадь субстрата, пригодного для оседания. По теории вероятности на эту площадь личинка стилохуса может и не осесть, а баянусы осядут обязательно, так как их в тысячи раз больше. Если величина этой средней площади близка к площади раковины одной мидии, то следующее появление на ней стилохуса может произойти только через какой-то промежуток времени при очередной «волне» их оседания (предполагается, что площадка изолирована и переползание стилохуса из другого места исключено). Приняв эти предположения, существование стилохуса и популяции баянусов можно представить так.

Обильное оседание баянусов и, по всей вероятности, оседание стилохуса в Севастопольской бухте происходит непрерывно, начиная с марта — апреля и кончая ноябрем. В больших поселениях баянусов в этот период есть особи всех размеров, благодаря чему стилохусы всех возрастов легко находят пищу и укрытие. Потери баянусов от выедания их непрерывно восстанавливаются вследствие оседания молоди и роста старших рачков. Это создает в большом поселении баянусов оптимальные условия оседания и существования популяций стилохусов, и поэтому к началу зимы их здесь оказывается много.

В декабре оседание баянусов снижается почти до нуля, исчезает пища для молодых стилохусов, и с этого времени их численность не увеличивается. Прекращается также и восстановление популяции баянусов, выедаемых во всех размерных группах стилохусами. К весне численность рачков достигает годового минимума, который зависит от количества стилохусов, выедающих это поселение; иногда в нем остается менее 1 % живых баянусов.

В маленькой изолированной группе баянусов (например, на одной мидии) положение иное. Если стилохус появляется здесь одновременно с баянусами, он уничтожает их, как и в большом поселении. Но если баянусы осядут в его отсутствие, то через 10—15 дней молодой стилохус для них уже не опасен, так как они слишком велики для него. Возможно, при следующем оседании здесь появится также и турбеллярия,

но она станет опасной для осевших ранее рачков лишь тогда, когда особи обеих групп сравняются в размерах. Это и объясняет меньшее выедание баянусов в небольших изолированных поселениях. Еще больше шансов избежать съедения стилохусом имеют баянусы небольших поселений в прибойных местах открытых берегов, на мидиях, среди энтероморфы, на нижней стороне камней. Здесь взвеси, поднятые со дна волнением, и колеблющиеся водоросли обтирают с субстрата оседающих личинок. Баянусам, осевшим и подростшим во время штилей, истирание взвесями не опасно, а, напротив, выгодно: при этом уничтожаются оседающие молодые баянусы и стилохусы.

Обычно стилохусы располагаются в домиках баянусов поодиночке, но к концу зимы в домиках можно обнаружить по несколько экземпляров червей. Так, в популяции баянусов, почти полностью истребленной стилохусом, в крупных домиках я находил их до 30 экз. Возможно, это как-то связано с их размножением.

У размножающегося в аквариуме стилохуса на боковой дорзальной части тела образуется шарообразный кокон на стебельке, наполненный яйцами. Процесс откладки яиц наблюдать не удалось. После «высиживания» первой кладки на другой стороне тела симметрично образуется второй кокон и следует вторая кладка, после чего стилохус погибает. Возможно, что в природе у него кладок больше.

В лаборатории турбеллярии, помещенные в чашки Петри, при комнатной температуре, естественном освещении и обильном питании, взятые в опыт 13 февраля 1968 г., начали откладку яиц спустя 5 недель (20 марта), взятые 2 апреля — спустя 3 недели (24 апреля). Кладки — кучки склеенных круглых прозрачных бесцветных блестящих яиц — откладывались в домики съеденных баянусов. Если домик оказывался мал, а большего не было, то стилохус откладывал яйца в углу между дном и стенкой чашки. Червь остается возле кладки, частично прикрывая ее телом. С помощью мерцательного эпителия спинной части он вентилирует домик, что заметно по движению мелкой взвеси вдоль его тела и из оперкулярного отверстия. Брюшной эпителий создает ток воды через толщу кладки, снабжая кислородом развивающиеся яйца. Через 5 дней вылупились медленно плавающие планктонные личинки.

В природе в мае 1968 г. я неоднократно находил стилохуса рядом с его кладкой в пустых домиках баянуса. Стилохус, сидящий на своей кладке в домике баянуса, не допускает туда других стилохусов, делая навстречу «гостю» быстрое движение, заставляющее его сейчас же удалиться. Так стилохус своеобразно заботится о потомстве. По всей вероятности, стилохус питается исключительно баянусами, так как предлагавшихся ему мидий, их ткани и ткани других беспозвоночных он не ел. Как баянусы, так и их хищники-стилохусы отлично живут в аквариумах, что делает их очень удобными объектами для постановки самых различных экспериментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгопольская М. А. Биология морских обрастаний. — Вопр. экологии, 1957, т. 1, с. 203—211.
2. Лебедев Е. М. Биоповреждения материалов и изделий. М., Изд-во Моск. ун-та, 1971, с. 85—90.
3. Тарасов Н. И., Зевина Г. Б. Усоногие раки (*Circipedia thoracica*) морей СССР. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957. 267 с. (Фауна СССР. Ракообразные. Т. 6. Вып. 1).
4. Ульянов В. Г. Ресничные черви Севастопольской бухты (*Turbellaria*). — В кн.: II съезд Русских естествоиспытателей. Ч. 2. М., 1871, с. 1—96.
5. Hurley A. C. The polyclad flatworm *Stylophus tripartitus*. Human as a barnacle predator. — *Crustaceana*, 1967, 36, N 1, p. 110—111.
6. Lang A. Die Polycladen. Leipzig, 1884. 688 S.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
23.12.77

ACORN BARNACLES EATING AWAY BY
STYLOCHUS PILIDIUM

Summary

Observations and experiments under natural and laboratory conditions established that stylochus pilidium can almost completely eat away the populations of acorn barnacles during winter in the Sevastopol bay.

Young Stylochus which settled in the population of young small acorn barnacles starts eating them away and finds shelter in the house of the next sacrifice.

As Stylochus grows it attacks acorn barnacles of ever bigger size. Stylochus lays its eggs in the acorn barnacle house as well. Stylochus displays the parental care.

УДК 577.472:519.2.(26)

Ю. А. Горбенко, Ю. В. Подвинцев

**АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ:
МИКРО- И МАКРООРГАНИЗМЫ ОБРАСТАНИЙ — БИО-
И АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ
(математический эксперимент)**

В современный период развития гидробиологической науки весьма актуальна проблема глубокого системного исследования различных процессов в морской среде, которые проходят с участием морских организмов. Результаты указанных исследований используются при изучении биопродуктивности водоемов, при определении реакции среды в ответ на антропогенные воздействия. Они могут применяться также при изучении биологии обрастаний и борьбы с ними, а также в других целях.

Морская среда представляет собой сложную систему взаимосвязанных живых и неживых компонентов. При этом естественно возникает вопрос, как изменяется, например, биомасса каких-нибудь организмов в среде или величина какой-то характеристики при изменении воздействия определенных элементов системы; в каком направлении будут развиваться процессы в биосистеме при отлове отдельных групп гидробионтов и т. п.

Методика

Для решения задач такого рода при анализе Рыбинского водохранилища В. В. Меншуткиным и Ю. И. Сорокиным [1] был предложен метод математического эксперимента по системе балансовых и энергетических уравнений, составленных при учете отношений «хищник — жертва» и естественной смертности живых организмов. Суть этого эксперимента состояла в следующем: искусственно уменьшали или увеличивали биомассу одного параметра (или элемента) системы и наблюдали, к каким изменениям биомассы других элементов в системе приводит подобное внешнее воздействие. Такой эксперимент со множеством параметров невозможно провести в природе или в лабораторных условиях, но его можно поставить с помощью математического моделирования на ЭВМ.

Результаты эксперимента [1] были представлены в виде матрицы коэффициентов связи

$$K_{ij} = \frac{\frac{\Delta B_i}{B_i}}{\frac{\Delta B_j}{B_j}}, \quad (1)$$