

моллюсков интенсивность инвазии возрастает довольно сильно. Никаких патологических изменений в тканях, окружающих цисты, обнаружить не удалось. Интересно, что интенсивность заражения самцов рудитапеса всеми видами метацеркарий значительно ниже, чем самок. соответственно 10,4 и 18,4 шт. на одного моллюска.

Полученные нами данные говорят о том, что в определенных условиях паразитарные инвазии, по-видимому, могут негативно влиять на состояние популяций рудитапеса в зал. Петра Великого.

Л и т е р а т у р а

Гинецинская Т. А. 1968. Трематоды: их жизненные циклы, биология и эволюция. Л.: Наука, 141 с. Латышева Н. А. 1939. Паразитофауна некоторых беспозвоночных Азовского моря в связи с вопросом о пересадке их в Каспий. — Уч. зап. ЛГУ, № 43, вып. 11, с. 213—232. Синицын Д. Ф. 1911. Партегенетическое поколение трематод и его потомство в черноморских моллюсках. — Зап. Импер. Акад. наук, т. 30, вып. 5, с. 1—127.

Bowers E. A., James B. L. 1967. Studies of the morphology, ecology and life cycle of *Meiogymnophallus minutus* (Cobbold, 1859) comb. nov. (Trematoda: Gymnophallidae). — Parasitology, v. 57, p. 281—300. Cable R. M. 1956. Marine cercariae Puerto Rico. — Sci. Surv. Puerto Rico and Virgin Islands, v. 16, N 4, p. 491—577. Cheng T. C. 1967. Marine molluscs as hosts for symbiosis. — Adv. Mar. Biol., v. 5, p. 414. Fujita T. 1906. [Два вида церкарий — паразитов *Tapes philippinarum*]. — Zool. Mag. Tokyo, v. 18, p. 197—203 (японск.). Palombi A. 1934a. Gli stadi larvali dei trematodi del Golfo di Napoli. I. Contributo allo studio della morfologia, biologia e sistematica delle cercarie marine. — Pubbl. Staz. zool. Napoli, t. 14, p. 51—94. Palombi A. 1934b. Bacciger bacciger (Rud.) trematode digenetic: fam. Sterinzophoridae Odhner. Anatomia, sistematica e biologia. — Pubbl. Staz. zool. Napoli, t. 13, p. 438—478.

Поступила 5 I 1982

Биология моря, 1983, № 1, с. 20—24

УДК 594.117 : 577.95

БИОЛОГИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА И ТЕМПА ЛИНЕЙНОГО РОСТА ГРЕБЕШКА СВИФТА

С. К. ПОНУРОВСКИЙ, А. В. СИЛИНА

Лаборатория физиологической экологии и Лаборатория палеоэкологии Института биологии моря ДВНЦ АН СССР, Владивосток 690022

Изучена периодичность образования колец и элементарных слоев роста и предложен метод определения возраста и темпа линейного роста гребешка Свифта *Swiftopecten swifti* (Bernardi), основанный на закономерностях изменения скульптуры наружной поверхности раковины. Данным методом произведена оценка темпа группового линейного роста гребешка в зал. Восток Японского моря. Наиболее интенсивно гребешки растут в первые три года жизни. В трехлетнем возрасте средняя высота раковины $70,3 \pm 0,7$ мм, что составляет 63,9% от среднего размера девятилетних особей. Максимальная продолжительность жизни гребешков Свифта, найденных в зал. Восток, равна 13 годам, наибольшая высота раковины — 118,0 мм.

The determination of age and linear growth rate in the scallop *Swiftopecten swifti*. S. K. Ponurovsky, A. V. Silina (Laboratory of Physiological Ecology and Laboratory of Paleocology, Institute of Marine Biology, Far East Science Center, Academy of Sciences of the USSR, Vladivostok 690022)

Periodicity of the formation of growth rings and elementary growth layers on the outside surface of valves of the scallop *Swiftopecten swifti* (Bernardi) was studied. The growth rings were shown to be formed annually, from April to August. This provides a convenient and accurate technique for assessing the age of individual animals. The population growth rate of *S. swifti* from the Vostok Bay of the Sea of Japan was determined by mean values of shell height measured for each annual ring. The results obtained show that the population linear growth is most rapid during the first three years. The average shell height of 3-year old scallops is 70.3 ± 0.7 mm., which makes 63.9% of a mean height of 9-year old scallops. The maximum age of the scallop *S. swifti* from the Vostok Bay is 13 years, and maximum height of the shell measures 118.0 mm.

К ст. С. К. Понуровского, А. В. Силиной (с. 21, 22).

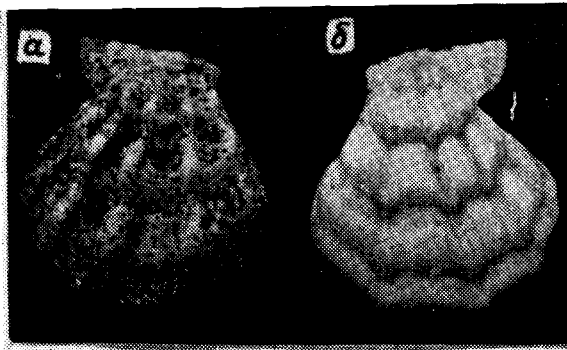


Рис. 1

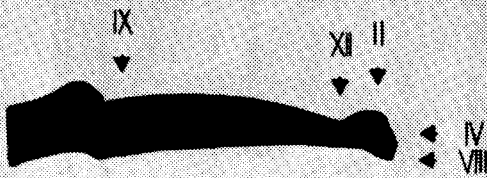


Рис. 2

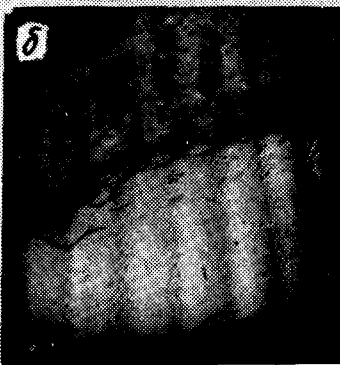
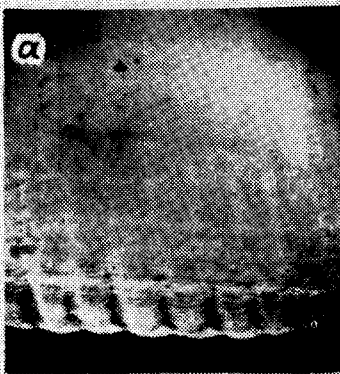
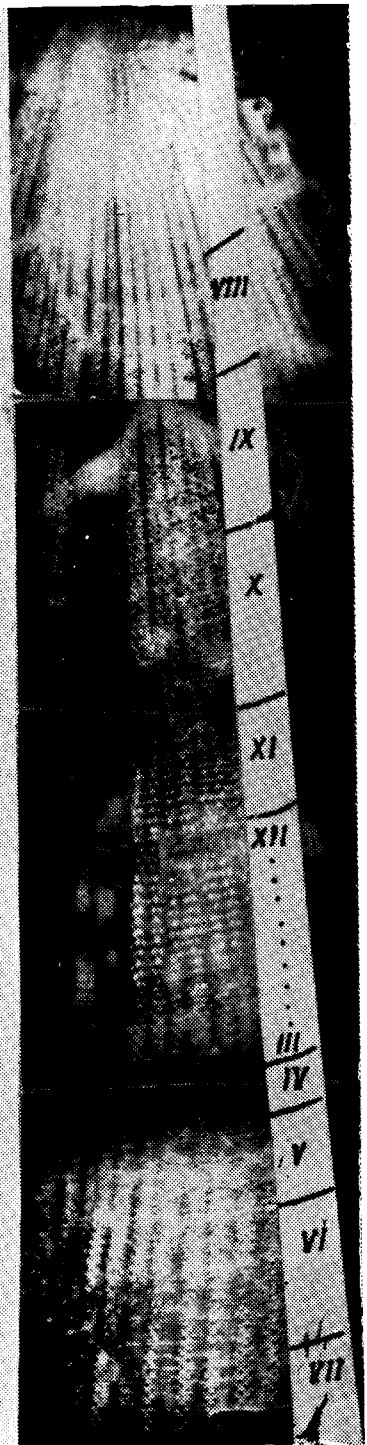


Рис. 3

Рис. 4



- Рис. 1. Внешний вид левой (а) и правой (б) створок гребешка Swifta Swiftoresten swifti
- Рис. 2. Сезонные изменения края раковины гребешка Swifta Swiftoresten swifti (фронтальный разрез). Цифрами обозначены месяцы
- Рис. 3. Формирование уступа к концу августа у трехлетних особей гребешка Swifta Swiftoresten swifti. а — завершено образование уступа; б — сформированы уступ и дополнительный прирост в высоту (×15,6)
- Рис. 4. Годовая динамика элементарных слоев роста на поверхности раковины гребешка Swifta Swiftoresten swifti (×15,6). Цифрами обозначены месяцы

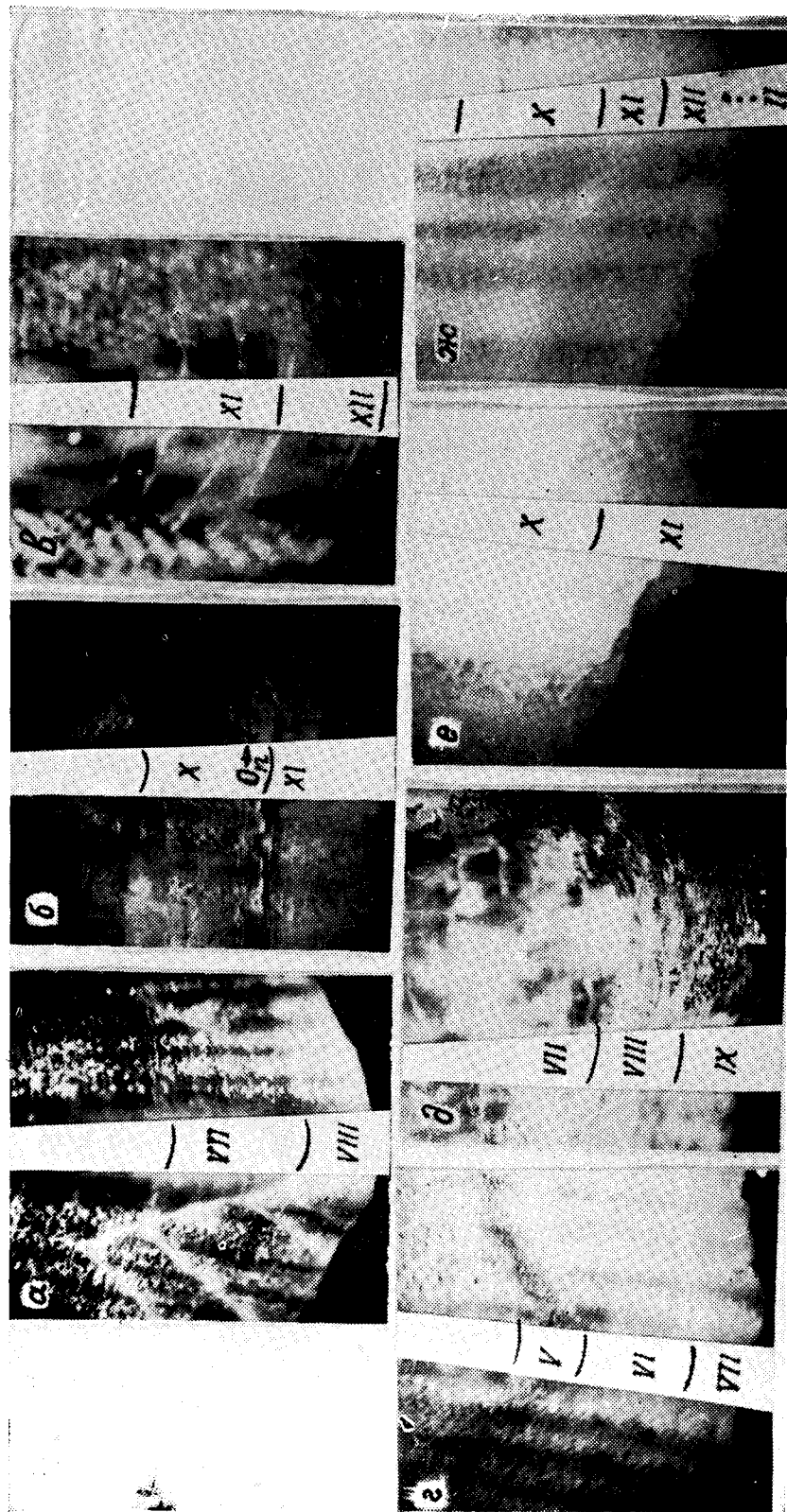


Рис. 5. Элементарные слои роста на поверхности края раковины гребешков Свифта *Swiftorcestes swiffi*, собранных в различные сезоны. Годовики ($\times 31,2$): а — 27.VIII, б — 22.XI, в — 7.I; двухлетки ($\times 23,4$): г — 14.VII, д — 20.IX, е — 22.XI, ж — 13.II; Сп — отметка осеннего штормового повреждния раковины, остальные обозначения те же, что и на рис. 4

Гребешок Свифта *Swiftopecten swifti* (Bernardi) распространен в прибрежных водах Японского (у северных берегов Кореи, в Приморье и на западном Сахалине) и Охотского морей (зал. Анива, Южно-Курильское мелководье). Обитает на скалистых, каменистых и галечных грунтах на глубинах 2—50 м. Раковина (рис. 1, см. вкл. I) почти треугольная, брюшной край широкий, закругленный. Хорошо выраженные зоны роста образуют на поверхности створок концентрическую волнистость (уступы), которая придает радиальным ребрам левой створки узловатый вид (Скарлато, 1981).

С помощью методов изотопно-кислородной (Жирмунский и др., 1967; Золотарев и др., 1974; Игнатьев и др., 1976) и кальций-магниевой (Позднякова, 1980) термометрии установлено, что образование уступов происходит с годовой периодичностью и завершается поздним летом при максимальном прогреве воды. После этого возобновляется интенсивный рост раковины в высоту. Подобные закономерности формирования годовых меток выявлены и при содержании гребешков в садках (Раков, 1975).

Однако использование только таких морфологических меток не позволяет произвести точную оценку возраста моллюсков, поскольку уступы на раковине гребешка Свифта в первые два года часто выражены слабо и трудно отличимы от дополнительных колец, вызванных непериодическими изменениями условий окружающей среды (например, штормами). Это может привести к завышению возраста моллюсков и, соответственно, к занижению оценок темпа линейного роста. Правильная расшифровка происхождения основных и дополнительных колец в первые два—три года жизни моллюска даст возможность надежно устанавливать индивидуальный возраст гребешка по количеству уступов на его раковине. Листоватая структура внутренних слоев раковин гребешков не позволяет использовать метод определения возраста по внутренним структурным отметкам (Золотарев, 1976). В то же время на наружной поверхности створок гребешка Свифта обнаружены элементарные слои роста (Золотарев, 1976; Силина, 1978). Поэтому целью настоящего исследования было выявление закономерностей формирования в течение года регистрирующих структур на поверхности раковины гребешка Свифта, позволяющих быстро и надежно определять возраст и оценивать темп линейного роста моллюсков этого вида.

Материал и методика

Материалом послужили ежемесячные в период 1976—1977 гг. сборы моллюсков в зал. Восток Японского моря с глубин 1—12 м. Для определения сроков формирования уступов и сезонной динамики образования элементарных, т. е. наименьших отчетливо различимых на поверхности раковины, слоев сравнивали морфологию края створок моллюсков, собранных в разные сезоны года. Для сопоставления периодичности образования скульптурных меток у животных данного вида в других районах использовали гребешков из бухты Мелководной и о-вов Петрова и Путятина (северо-западная часть Японского моря). Слои роста изучали под бинокулярным микроскопом МБС-1. Количественные характеристики индивидуального и группового роста установили для гребешков, собранных в зал. Восток в 1976—1980 гг. Всего исследовано 172 экз. гребешков.

Результаты и обсуждение

Изучение сезонных изменений морфологии края раковины гребешка Свифта (рис. 2, см. вкл. I) показало, что с сентября по декабрь у него наблюдается интенсивный рост створок в высоту. В декабре направление роста края раковины изменяется. Особенно четко это проявляется на верхней (левой) створке. В это время происходит нарастание раковины наружу от сагиттальной плоскости моллюска. Рост в высоту продолжается, но менее интенсивно, чем в осенний период. Происходит увеличение внутреннего объема раковины. С января по апрель направление роста края раковины вновь изменяется. Нарастание происходит в сторону сагиттальной плоскости. В результате на радиальных ребрах верхней створки формируются так называемые «узлы». В апреле начи-

нается образование уступа. У половозрелых моллюсков этот процесс продолжается до августа — сентября, тогда как у неполовозрелых и некоторых трехлетних особей он более кратковременный, о чем свидетельствуют имеющиеся в августе у трехлеток гребешка различные по мощности приросты в высоту (рис. 3, см. вкл. I). Возможно, стабильное появление уступа у половозрелых особей, в отличие от ювенильных, у которых уступ часто не обозначен, объясняется необходимостью обеспечить место для гонад, интенсивно развивающихся в зимне-летний период (Касьянов и др., 1980).

Детальный анализ поверхности раковины показал, что она представлена последовательным рядом элементарных слоев роста, закономерно сгущающихся и разряжающихся в каждом годовом кольце (рис. 4, см. вкл. I). Бугорки, ямки и чешуйки периостракума каждого последующего слоя располагаются в шахматном порядке относительно элементов скульптуры предыдущего элементарного слоя. Самые узкие слои у половозрелых гребешков отмечены в основании уступов; широкие слои с крупными ячейками располагаются в средней части между ними, ближе к последующему уступу.

Сравнивая элементарные слои роста края раковины неполовозрелых гребешков, собранных в разные сезоны, мы установили, что относительно узкие слои роста образуются со второй половины весны до конца октября (рис. 5, см. вкл. I). Наибольшие сближения элементарных слоев роста отмечены в апреле — мае (рис. 5, *г*), а также в самое жаркое время года: во второй половине августа — начале сентября (рис. 5, *а*, *д*). Изредка августовские сгущения слоев выделяются нечетко, по-видимому, из-за недостаточного летнего прогрева воды. В холодный период с ноября по апрель на раковине отмечаются широкие элементарные слои роста (рис. 5, *б*, *в*, *е*, *ж*).

От одного летнего уступа или сгущения слоев роста до другого, т. е. за год, насчитывается до 200 элементарных слоев. Такое же количество слоев роста и подобные закономерности чередования их ширины в течение года характерны и для приморского гребешка *Ratiporsten jessoensis* — узкие слои роста у него образуются в апреле — ноябре каждые сутки (причем самые узкие в августе — начале сентября), а широкие — каждые 5—7 сут в остальное время года (Силина, 1978). Вполне вероятно, что широкие слои роста гребешка Свифта, образуемые в зимний период, также возникают за несколько суток, а узкие формируются примерно за сутки, что соответствует подсчету слоев в годовом кольце. Сгущения слоев роста у сеголеток и годовиков гребешка Свифта в апреле — мае, по-видимому, соответствуют весенним переходам от зимних многосуточных слоев к односуточным у приморского гребешка. Для половозрелых гребешков Свифта это время соответствует началу формирования уступа. Подобные же закономерности чередования элементарных слоев роста и годовых уступов на внешней поверхности раковины обнаружены и у гребешков из бухты Мелководной и побережья островов Петрова и Путятинна.

Полученные результаты хорошо согласуются с данными, установленными ранее изотопным (Золотарев и др., 1974) и кальций-магнийным (Позднякова, 1980) методами. Широким слоям роста, расположенным перед уступом, соответствует самая низкая температура, а участку со сгущениями слоев у его основания — максимальная. Таким образом, измеряя высоту раковины от вершины до августовских сгущений слоев роста у одно- и двухлеток, а у половозрелых моллюсков — до основания уступа, которое формируется также в августе, т. е. во время нереста гребешков данного вида, можно определить размеры гребешка во все годы его жизни.

Однако в этом случае необходимо учитывать следующие особенности. Как весенние, так и летне-осенние сгущения слоев роста у годовиков и двухлеток, а также уступы у половозрелых особей гребешка, на которых слои также сгущены, имеют более темную окраску, чем зимние участки раковины. Кроме того, в отдельные годы, одно или оба сгуще-

ния могут так заметно выделяться, что их даже можно принять за небольшие уступы. Если такой уступ образовался в августе, то ошибки в определении темпа роста не будет. В случае появления заметного уступа только в апреле — мае возраст гребешка будет установлен правильно, но величины приростов за первый или второй год жизни будут занижены. Если появляются два уступа, то при значительном темпе роста в июне — июле эти уступы располагаются на довольно значительном расстоянии друг от друга и их можно принять за два самостоятельных годовых кольца. Тем более что широкие суточные слои, образующиеся при высоком темпе роста, иногда могут напоминать зимние многосуточные. Поэтому в случае «двойных» уступов или небольших «годовых» колец необходимы дополнительные исследования их происхождения, т. е. выявление элементарных слоев роста, которые своим видом, размерами и числом соответствуют всем промежуточным сезонам.

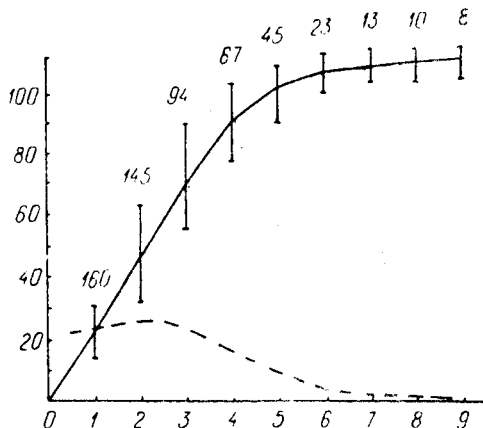
Иногда на раковинах появляются и другие дополнительные отметки, затрудняющие правильное определение возраста гребешков, особенно если возраст моллюсков устанавливается без учета сезонных закономерностей формирования элементарных слоев роста. Так, сильные осенние штормы, частые в северо-западной части Японского моря, обычно оставляют отметку повреждения раковины (рис. 5, б). Если штормовая поломка раковины значительна, ее можно принять за годовой уступ. Но сразу за ней отмечаются широкие элементарные приросты, образующиеся в холодное время года. При детальном изучении можно установить следы поломки раковины; кроме того, штормовая отметка, в отличие от уступа, не имеет темной окраски.

Следует отметить, что у старых моллюсков определение возраста затруднено, поскольку отметки роста на участках раковины, соответствующие первым двум — трем годам жизни, иногда стерты или скрыты известковыми водорослями. Для таких особей трудно, а часто и невозможно определение возраста и другими методами. Темп роста старых гребешков можно восстановить приблизительно, зная средние приросты для данной популяции или подбирая подобные по морфологии, но хорошо сохранившиеся створки.

Оценки возраста гребешка по скульптуре створки и по числу полос на лигаменте в общем совпадают. Однако использование лигамента для определения возраста затруднено тем, что он мал, и темные полосы, образующиеся летом, слоисты и нечетко очерчены. Особенно часто теряется первая годовая отметка; у старых особей трудно различимы и последние метки. Определение возраста гребешка удобнее все же осуществлять по поверхности раковины.

Рис. 6. Линейный рост гребешка Свифта *Swiftopecten swifti* в зал. Восток Японского моря.

Сплошная кривая — групповой рост; штриховая кривая — средние годовые приросты. Вертикальные линии — пределы изменчивости высоты раковины. Цифры — величина выборки. По оси абсцисс — возраст, годы; по оси ординат — высота раковины, мм



Закономерности чередования элементарных слоев и годовых уступов на поверхности раковины позволяют определить не только возраст, но и темп линейного роста гребешка Свифта (рис. 6). Характеристики группового линейного роста гребешка в зал. Восток получены по сред-

ним значениям высоты раковины, которую моллюски имели на каждом году жизни. Высоту определяли как максимальное расстояние от макушки раковины до августовских сгущений элементарных слоев роста для первых трех лет жизни гребешка или до нижнего края каждого годового уступа для моллюсков старших возрастных групп. Полученные результаты свидетельствуют, что рост гребешков продолжается в течение всей жизни. Наиболее интенсивно эти моллюски растут в первые три года после оседания личинки на дно. Ежегодные приросты в этот период составляют 21—26 мм. На четвертом году жизни темп линейного роста снижается, и у моллюсков старше 8 лет прирост в среднем не превышает 1 мм в год. Продолжительность жизни изученных гребешков Свифта из зал. Восток не превышала 13 лет; наибольшая высота раковины — 118,0 мм.

Предлагаемый способ определения возраста гребешка Свифта, основанный на закономерностях изменения скульптуры поверхности его раковины в течение года, достаточно точен и прост. Наличие элементарных слоев роста и уступов на раковине позволяет изучать рост каждой особи не только с годовой периодичностью, но и в отдельные сезоны. Определение возраста и темпа роста гребешка Свифта по концентрическим кольцам на поверхности створок его раковины дает возможность исследовать многие вопросы биологии данного вида.

Л и т е р а т у р а

- Жирмунский А. В., Задорожный И. К., Найдин Д. П., Сакс В. Н., Тейс Р. В. 1967. Определение температур роста некоторых современных и ископаемых моллюсков по отношению $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ в их скелетных образованиях. — Геохимия, № 5, с. 543—552. Золотарев В. Н. 1976. Строение раковин двустворчатых моллюсков залива Восток Японского моря. — В кн.: Биол. исслед. зал. Восток. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, с. 99—121. Золотарев В. Н., Жирмунский А. В., Краснов Е. В., Найдин Д. П., Тейс Р. В. 1974. Изотопный состав кислорода и температуры роста раковин современных и ископаемых двустворчатых моллюсков. — Ж. общ. биол., т. 35, № 5, с. 792—797. Игнатьев А. В., Краснов Е. В., Шейгус В. Е. 1976. Исследование температурных условий роста гребешков по изотопному составу кислорода их раковин. — Биол. моря, № 5, с. 62—68. Касьянов В. Л., Медведева Л. А., Яковлев С. Н., Яковлев Ю. М. 1980. Размножение иглокожих и двустворчатых моллюсков. М.: Наука, 207 с. Позднякова Л. А. 1980. О динамике кальций-магниевого соотношений в кальците раковин близких видов двустворчатых моллюсков Японского моря. — В кн.: Палеобиогеохим. морских беспозвоночных. Новосибирск: Наука, с. 92—105. Раков В. А. 1975. Изменение формы раковины гребешка *Swiftopecten swifti* с возрастом. — Изв. ТИНРО, т. 96, с. 302—304. Силина А. В. 1978. Определение возраста и темпов роста приморского гребешка по скульптуре поверхности его верхней створки. — Биол. моря, № 5, с. 29—39. Скарлато О. А. 1981. Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана. Л.: Наука, 479 с.

Поступила 25 XI 1981

Биология моря, 1983, № 1, с. 24—29

УДК 598.2 : 599.532.1

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

ПЛОТНОСТЬ ТЕЛА И ПЛАВУЧЕСТЬ ВТОРИЧНОВОДНЫХ ПОВЗВОНОЧНЫХ

Ю. Е. МОРДВИНОВ

*Отдел теории жизненных форм Института биологии южных морей АН УССР,
Севастополь 335000*

Приведены экспериментальные данные о плотности тела и плавучести 4 видов морских млекопитающих и 20 видов водных птиц. Установлено значительное влияние на гидростатику воздушной прослойки, заключенной в подшерстке млекопитающих и под пером птиц. Плавучесть млекопитающих колеблется в широком диапазоне — от положительной до нейтральной и отрицательной. У птиц, включая представителей отряда *Sphenisciformes*, плавучесть всегда положительная.