

Рапана *Rapana venosa* (Valenciennes): (Gastropoda, Thaididae) в заливе Петра Великого Японского моря

В.А. РАКОВ

Дальневосточный государственный университет, Владивосток, 690600, Россия

Многолетними наблюдениями за брюхоногим моллюском *Rapana venosa* выяснены некоторые особенности биологии этого весьма редкого для зал. Петра Великого вида. Собрано 145 живых особей из мелководных бухт заливов Посъета, Амурского и Уссурийского, а также многочисленные раковины из морских голоценовых отложений и раковинных куч 32 археологических памятников на побережье южного Приморья. С использованием метода радиоуглеродного датирования установлено, что дальневосточная рапана появилась в зал. Петра Великого примерно 7,5-7,7 тыс. лет назад и имела наибольшее распространение и численность в период климатического оптимума голоцена - около 6,1-5,6 тыс. лет назад. В настоящее время рапана встречается только в районах обитания устриц, которыми она питается.

Дальневосточная рапана имеет ряд существенных отличий от черноморской. Основные отличия заключаются в строении зубов радулы, форме и размерах яйцевых капсул, нерестовом и пищевом поведении, плодовитости, размерах яиц, продолжительности эмбрионального и личиночного развития, размерах и форме личинок, ювенильной окраске раковин, вариативности внутренней окраски раковин взрослых особей, размерно-весовых соотношениях раковин, скорости роста, продолжительности и температуре нереста. По этим признакам рапана из зал. Петра Великого не отличается от *R. venosa*, встречающихся в соседних районах Японии, Кореи и Китая.

Rock shell *Rapana venosa* (Valenciennes) (Gastropoda, Thaididae) in Peter the Great Bay

V.A. RAKOV

Far East State University, Vladivostok, 690600, Russia

The study of *Rapana venosa* are based on the materials from oyster reefs in shallow bays, cores of bottom deposits and from coastal terraces and archaeological shell middens. The newly obtained radiocarbon dates of shells from marine terraces and shell middens in coastal areas of Possjeta Bay and Amur Bay. The origin of rock shell in Peter the Great Bay dated by AMS technique are 7,5-7,7 yBP. At present this species is very rare in Peter the Great Bay. This paper is described on the biology of rock shell: morphology of the shell, egg-capsuls, radula, youngs and growth, nutrition, reproduction, ecology, distribution and other. This description compared with data on rock shell from Black Sea.

Дальневосточная рапана - самый крупный и весьма редкий брюхоногий моллюск, населяющий мелководные бухты зал. Петра Великого.

Биология дальневосточной рапаны практически не изучена, и в литературе можно найти лишь краткие сведения по ее систематике, морфологии и экологии [Разин, 1928; Закс, 1933; Голиков, Скарлато, 1967; Волова и др., 1979; Раков, 1990а, 1991]. Встречающийся у берегов Японии, Кореи и Китая этот вид также редок и слабо изучен.

В отличие от дальневосточной значительно лучше изучена биология черноморской рапаны, которой даже посвящена монография Чухчина [1970]. В Черном море первые экземпляры рапаны были найдены в конце 1940-х гг. и сравнены с раковинами из Японского моря В.А. Водяницким, который сделал вывод о принадлежности их к одному виду *Rapana bezoar* (L.) [Драпкин, 1953]. Тогда же возникла гипотеза, которая позднее была принята всеми авторами как аксиома, о том, что в Черное море рапана проникла (завезена случайно или переселилась сама) из Японского или Желтого морей.

Биологии черноморской рапаны посвящены десятки статей, в которых подробно рассматриваются вопросы морфологии, анатомии, физиологии, биохимии и распространения, даны сведения о запасах и рекомендации к промыслу [Драпкин, 1953, 1956, 1961, 1963; Воронцов, 1954; Чухчин, 1957, 1961а, б, в, 1970, 1984; Костюченко, Назаренко, 1960; Иванов, 1961а, б, 1964; Голиков, Старобогатов, 1964, 1972; Иванов, Руденко, 1969; Морозов, 1969; Кракатица, 1970; Алексеев и др., 1972; Алякринская, 1972, 1989а, б; Гришин, Золотарев, 1988; Рубинштейн, Хижняк, 1988; Мурина, 1990; и др.].

После уточнения систематики нескольких видов рапан, обитающих у берегов восточной Азии, черноморская и дальневосточная рапаны были отнесены сначала к *Rapana thomasiana* Crosse [Голиков, Старобогатов, 1964], а затем к *Rapana venosa* [Habe, 1969]. В 1960-е гг. рапана из Черного моря проникла в соседние Азовское и Средиземное моря. Рапану из Средиземного моря по первым находкам описали как новый вид *Rapana pontica* [Nordsieck, 1969], но позднее стали относить к *R. venosa* [Mel, 1976; Paolini, 1987; Habe, 1990; и др.].

В этой работе впервые приведены многолетние данные по биологии дальневосточной рапаны в сравнении с опубликованными материалами по биологии черноморской рапаны.

Материал и методика

Материал накоплен в ходе гидробиологических исследований и экспериментальных работ в зал. Петра Великого за период с 1966 по 1995 г.

(рис. 1). Преимущественно в летние месяцы собрано 145 живых особей дальневосточной рапаны и многочисленные раковины из морских голоценовых отложений и раковинных куч древних поселений, отдельные раковины погибших моллюсков найдены на дне и среди штормовых выбросов. Кроме того, обработаны раковины из коллекции Зоологического музея ДВГУ и образцы из Вонсанского залива Японского моря, предоставленные нам Институтом марикультуры Восточного моря (г. Мунчхон, КНДР).

Собраны также многочисленные коконы из кладок в период размножения моллюсков в разные годы. Особенности поведения, питания и роста изучали в бассейнах и аквариумах Экспериментальной морской базы "Посъет", а также в садках, установленных в б. Новгородской зал. Посъета. Часть кладок рапаны инкубировали в аквариумах, что позволило изучить особенности эмбрионального и личиночного развития.

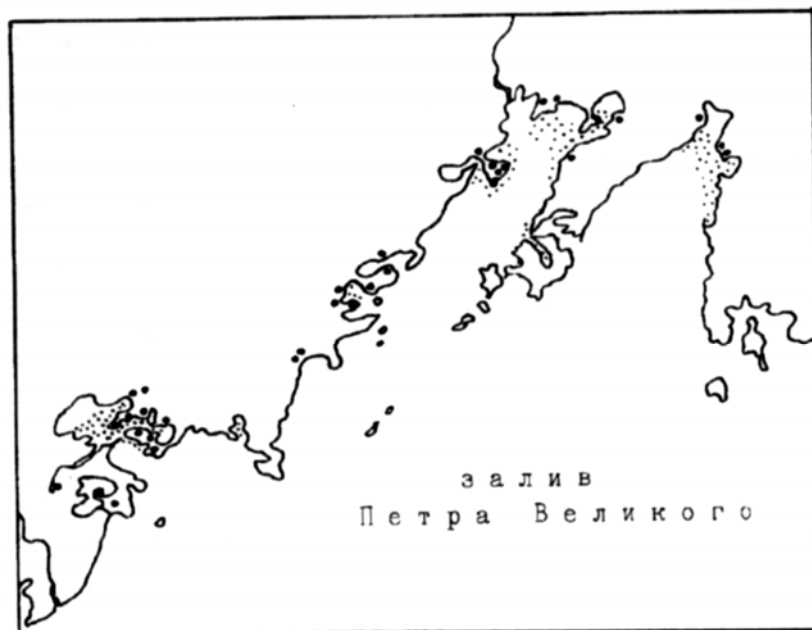


Рис. 1. Современное распространение рапаны в зал. Петра Великого и места сбора материала

Fig. 1. Distribution of rock shell *Rapana venosa* and specimen locations of shells from Peter the Great Bay

Во время сборов моллюсков измеряли глубину, температуру воды, оценивали тип грунта, отбирали пробы воды для гидрохимического анализа. Всех живых моллюсков взвешивали и измеряли основные параметры раковины - высоту, ширину, высоту последнего оборота, размеры устья и сифона, длину оборотов спирали и некоторые другие. Кроме общей массы моллюсков определяли массу раковины, крышечки, мягкого тела и отдельных крупных органов. Определяли пол животных, оценивали возраст по годовым кольцам на крышечке и величину последнего сезонного прироста раковины по спирали ее внешней поверхности. У некоторых моллюсков извлекали радулярную пластинку с целью изучения строения зубов радулы. Промеры и взвешивания выполняли с точностью $\pm 0,1$ мм и $\pm 0,1$ г соответственно.

Раковины рапаны из раковинных куч древних поселений собраны автором во время археологических раскопок экспедиций Института истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН: (поселение Бойсмана-1, Хасанский район, 1991-1993 гг.; погребение Посъетская пещера, стоянка на мысе Шелеха и др.), кафедры археологии ДВГУ (поселение Бойсмана-2, 1988-1993 гг. и др.), сборы В.В. Толстоноговой (поселение Песчаный-1 на п-ове Песчаный, Амурский залив), Ю.А. Микишина (стоянка на берегу лагуны Тальми, 1995 г.), Д.Л. Бродянского (стоянка Бутаки, 1986 г.) и сборы автора на побережье зал. Петра Великого в Хасанском, Надеждинском и Шкотовском районах, островах и п-ове Муравьев-Амурский (свыше 50 раковинных куч из древних поселений, стоянок, городищ, погребений и др.).

Раковины рапаны из голоценовых морских отложений собраны автором в естественных и искусственных обнажениях в указанных районах (свыше 10 местонахождений), а также переданы Ю.А. Микишиным (скважина в оз. Заречное, Хасанский район). Часть материала из морских голоценовых отложений и раковинных куч собирали и обрабатывали по программам, проводимым при финансовой поддержке грантов Российского фонда фундаментальных исследований № 94-05-16049 и № 95-05-15095, а также совместного гранта Международного научного фонда, Российского фонда фундаментальных исследований и Министерства науки Российской Федерации № JX100. При выполнении программ часть материала была передана на радиоуглеродное датирование методом ускорительной масс-спектрометрии в лабораторию ускорительной масс-спектрометрии Океанографического института Вудс-Хол (National Ocean Sciences Accelerator Mass

Spectrometry Facility, Woods Hole Oceanographic Institution). Эти определения далее обозначены индексом OS.

Результаты и обсуждение

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ

Можно предполагать, что в зал. Петра Великого рапана появилась не ранее, чем появились устрицы - основной источник её пищи. Результаты радиоуглеродных определений возраста раковин устриц, взятых из скважины с глубины 10-11 м в б. Экспедиции (зал. Посьета), показали возраст 10500 ± 200 лет (индекс КИ-2157) [Гержберг и др., 1989]. В зал. Посьета обнаружены раковины и с большим радиоизотопным возрастом - до 13260 лет [Берснев и др., 1983], однако рапаны среди них не найдены. В б. Рейд Паллады раковины устриц начинают встречаться в скважинах на глубине не более 17,4-19,4 м и образец с глубины 14,1-14,85 м (индекс МГУ-703) дал возраст 6510 ± 800 лет [Берснев и др., 1983].

Впервые раковины *R. venosa* были встречены в скважине на глубине 8,9-9,1 м в озере Дорицени на юге Хасанского района [Лутаенко, 1993]. К сожалению, эти слои пока не датированы. Радиоуглеродное датирование образцов раковин моллюсков из раковинных куч, содержащих раковины рапаны, показало наибольший абсолютный возраст для нижнего слоя неолитического поселения Бойсмана-2: по раковине *Anadara subcrenata* (OS-2318) абсолютный возраст 7640 ± 35 лет, по двум раковинам *Meretrix lusoria* (OS-3031, OS-3033) - 6070 ± 35 и 6140 ± 40 лет [Jones et al., 1994, 1996]. Нижний, подстилающий раковины слой, датированный по углю (индекс АА-9461), имел возраст 6355 ± 60 лет [Джалл и др., 1994; Jull et al., 1994]. Все эти даты соответствуют периоду голоценового гипситермала оптимума голоцена, когда температура воды в бухтах зал. Посьета была значительно выше современной и вода зимой не замерзала [Раков, 1996].

Из приведенных фактов можно сделать вывод о том, что *R. venosa* появилась в зал. Петра Великого не позднее 7,5-7,7 тыс. лет назад. Это время относится к началу атлантической фазы среднего голоцена, когда климат был значительно теплее, а повышающийся уровень моря - ниже современного на 7-10 м [Короткий, 1994]. Трансгрессией моря объясняются и находки раковин рапаны довольно далеко (6 км) от современного берега моря, в оз. Дорицени (см. рис. 1).

В период голоценового оптимума (7,5-4,8 тыс. лет назад) рапаны были широко распространены в зал. Петра Великого. Они обнаружены в раковинных кучах бойсмановской культуры из поселений Бойсмана-1 и Бойсмана-2 [Джалл и др., 1994; Jull et al., 1994; Бродянский, Раков, 1995; Бродянский и др., 1995; Rakov, Lutaenko, 1996; Раков, 1996]. Нижние слои раковинной кучи Бойсмана-2 датированы в разных лабораториях по раковинам, углю, костям человека и животных. Датировки хорошо согласуются между собой и укладываются в период 5-6 тыс. лет назад. Раковинные кучи, содержащие рапан из поселения Бойсмана-1, пока датированы только по одному образцу *Meretrix lusoria* (OS-3030), имеющему возраст 5690 ± 45 лет.

Раковины рапаны особенно часто встречаются в морских голоценовых отложениях, расположенных на суше и образовавшихся в период максимального подъема уровня моря 4,8-6,7 тыс. лет назад [Короткий, 1994]. Например, они найдены в песчано-галечных отложениях древнего берегового вала высотой около 4-4,5 м на северном берегу лагуны Тальми. Встречающиеся вместе с рапанами *Anadara subcrenata* на глубине 0,5 и 1,5 м (OS-3026, OS-3028) показали возраст соответственно 5320 ± 45 и 5360 ± 35 лет [Jones et al., 1996; Джонс, Кузьмин, 1996]. Полученные данные близки к радиоуглеродным датам по образцам раковин *A. subcrenata*, собранным вместе с *R. venosa*: 5630 ± 110 и 6000 ± 130 лет [Алексеев, Голубева, 1980].

В конце атлантической фазы, 4,7-4,2 тыс. лет назад, зафиксировано сильное похолодание [Короткий, 1994], и численность рапаны в зал. Петра Великого, вероятно, снизилась до минимума. Так, они не найдены среди раковин, извлеченных из скважины в лагуне Тальми и датированных по *Anadara inaequalis* с глубины 11,75-11,80 и 3,25-3,30 м (OS-2319, OS-2320): соответственно 4760 ± 30 и 4770 ± 30 лет [Джонс, Кузьмин, 1996; Jones et al., 1996]. Однако в северной части Амурского залива, в устье р. Богатой (Лянчихэ) в песчано-илистых осадках на горизонте 0,0 м (на урезе воды) раковины рапаны найдены вместе с другими моллюсками [Лутаенко, 1991] и датированы по образцу *A. inaequalis* (OS-3020), давшему возраст 4340 ± 35 лет [Jones et al., 1996; Джонс, Кузьмин, 1996].

В суббореальную фазу, 4,2-2,2 тыс. лет назад, климат становится несколько теплее современного [Короткий, 1994]. В начале этого периода на юге Хасанского района была распространена зайсановская культура с раковинными кучами, в которых обнаружено большое количество раковин рапаны. Так, на поселении Посьет-1 мощность слоя раковин составляет 8-14 см, а плотность достигает $85-100$ экз./м².

Для второй половины суббореальной фазы характерно наличие на побережье зал. Петра Великого многочисленных раковинных куч, относящихся к янковской культуре (рис. 1). Эти кухонные остатки, содержащие раковины рапаны, относительно хорошо изучены и имеют много радиоуглеродных датировок. Недавно, например, установлен радиоуглеродный возраст раковинной кучи с рапанами поселения Чапаево-1, в северной части Амурского залива, по *Anadara inaequalis* (OS-3023): 2750 ± 35 лет [Jones et al., 1996; Джонс, Кузьмин, 1996].

В последней, субатлантической фазе голоцена раковины рапаны также довольно многочисленны и широко распространены в зал. Петра Великого. Так, в песчано-иловых отложениях междуречья Артемовки (Майхэ) и Шкотовки (Цимухэ) раковины рапаны часто встречаются в мощных слоях раковин других видов [Лутаенко, 1988, 1991]. Эти слои датированы по *A. inaequalis* (OS-3022): 1700 ± 45 лет [Jones et al., 1996; Джонс, Кузьмин, 1996].

В недавнем прошлом раковинные кучи создавались на берегу зал. Петра Великого вблизи корейских поселений, существовавших в основном в период с 1884 по 1937 г. Особенно большие скопления раковин рапаны находятся на берегу б. Экспедиции (у м. Михельсона), в б. Новгородской (у м. Терского), в б. Рейд Паллада (б. Тэмп) зал. Посьета. Промыслы рапан в этот период описаны Разиным [1928, 1934].

Краткий анализ голоценовой малакофауны из раковинных куч с реконструкцией условий внешней среды и биогеографического распространения моллюсков, включая рапану, дан в нашей статье [Раков, Лутаенко, 1996].

СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ

В зал. Петра Великого *R. venosa* встречается только в мелководных бухтах заливов Посьета, Амурского (включая заливы Славянский и Угловой) и Уссурийского (включая зал. Муравьиный). Районы обитания рапаны совпадают с районами распространения устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg). Рапана отсутствует только в эстуариях и сильнопресняемых участках вершин бухт и заливов с глубинами менее 1 м (рис. 1).

В зал. Петра Великого рапана обитает в узком интервале глубин - от 0,4 до 7 м, в основном на глубинах 1-3,5 м. Южнее этого района рапана встречается глубже, но не более 10 м - у берегов Кореи [Рак, 1985] и 10-20 м - у берегов Японии [Kiga, 1965]. В отличие от районов Дальнего Востока, в Черном море рапаны обитают на значительно больших глубинах - до 30-35 м - и образуют промысловые скопления на глубинах 16-20 м [Чухчин, 1984; Гришин, Золотарев, 1988]. В

Азовском и Тирренском морях средние глубины обитания рапаны 10-12 м [Костюченко, Назаренко, 1960; Paolini, 1987].

Дальневосточная рапана очень редко встречается на открытых и ровных участках дна с песчаным и илистым грунтом, и обычным ее местообитанием являются устричники, реже каменный и скальный грунт, на котором моллюски появляются в период нереста. Они обитают в районах, где среднегодовая соленость воды составляет 23-27‰ и только зимой повышается до 34-35‰.

Как известно, в Черном море рапана обитает при солености воды не более 17-18‰, а в Азовском и при более низкой. Опыт содержания в аквариумах рапан из зал. Петра Великого показал, что солености менее 20‰ они не выносят и погибают через неделю.

В настоящее время *R. venosa* относительно часто встречается только в бухтах Экспедиции и Новгородской (зал. Посьета), б. Наездник (Славянский залив), северной части Амурского залива (включая зал. Угловой) и в Уссурийском заливе (бухты Андреева, Суходол и зал. Муравьиный). Однако моллюски встречаются настолько редко, что ежегодная их добыча любителями колеблется в пределах нескольких сотен экземпляров. Данные об объемах специализированного промысла имеются только за 1931 г. Тогда промышленной организацией "Дальиод" в зал. Петра Великого было добыто 6 ц рапаны [Разин, 1932], что составляет приблизительно 2 тыс. экз.

Запасы рапаны в зал. Петра Великого никогда не оценивались. Исходя из наблюдений за любительским промыслом и встречаемостью на устричниках, можно лишь предполагать, что запасы очень низки и находятся в пределах 50-150 тыс. экз. Вероятно, они снизились за последние десятилетия, так как мелководные районы Амурского и Уссурийского заливов в настоящее время подвержены сильному загрязнению. В связи с этим нами было предложено этот весьма редкий вид внести в Красную книгу РФ [Раков, 1990б].

В отличие от зал. Петра Великого, рапана в Черном и Азовском морях за короткий период распространилась и создала огромные промысловые скопления. Например, только в районе Керчинского пролива и Кавказского побережья общий запас рапаны составляет 8,8 тыс. т, или около 80 млн экз. [Гришин, Золотарев, 1988]. За одно траление здесь вылавливается по несколько тысяч особей. По данным других авторов [Рубинштейн, Хижняк, 1988], в Керченском проливе запасы рапаны в 1984 г. составляли 1,2-1,9 тыс. т.

Рапаны, обитающие у берегов Кореи, Японии и Китая, так же, как и в зал. Петра Великого, крупных промысловых скоплений не образу-

ют, и объемы их добычи настолько малы, что не учитываются официальными органами.

МОРФОЛОГИЯ РАКОВИНЫ И РАДУЛЫ

Дальневосточная рапана обычно поражает своими большими размерами, которые не характерны для многих брюхоногих моллюсков, обитающих на мелководье российских морей. Среди добытых нами моллюсков самый крупный экземпляр имел раковину высотой 187,5 мм и живую массу 925 г. Большинство собранных рапан имели высоту раковины 80–175 мм и массу 50–750 г.

Черноморские рапаны также достигают больших размеров, но крупнее 120 мм и массой более 300 г встречаются крайне редко [Драпкин, 1953; Иванов, 1964; Кракатица, 1970; Чухчин, 1984; Гришин, Золотарев, 1988]. Такого же размера рапаны обитают в Средиземном море [Paolini, 1987].

Окраска раковин дальневосточной рапаны зависит от возраста или размера моллюсков и варьирует незначительно. Молодые или неполовозрелые особи отличаются от взрослых тем, что на их раковинах есть темные спиральные полосы как на внешней, так и на внутренней поверхностях. Количество полос достигает 25, и они имеют разную ширину. У моллюсков крупнее 125–130 мм полосатая ювенильная окраска исчезает под нарастающими слоями, и внешняя поверхность раковины приобретает серый или зеленовато-серый цвет из-за эпифитных микроводорослей, и только молодой, нарастающий край наружной губы имеет белый цвет. Внутренняя поверхность раковины в переходном возрасте покрывается сначала тонким налетом желтоватого цвета, сквозь который видны темные полосы, а затем приобретает ярко-оранжевую окраску, сохраняющуюся до конца жизни. Иногда она нарушается грязно-серыми пятнами, образующимися только у очень старых рапан за счет внедрения в раковину сверлящих губок или полихет. Оранжевая окраска внутренней поверхности начинает появляться у моллюсков с высотой раковины не менее 115 мм и становится исключительно оранжевой при размерах не менее 140 мм.

Окраска раковин черноморской рапаны варьирует в больших пределах, несмотря на то, что большинство изнутри окрашено в оранжевый цвет. Здесь часто отмечают моллюсков с ярко-красной, фиолетовой, розовой и коричневой окраской, иногда с темными или черными спиральными полосами [Драпкин, 1953; Воронцов, 1954; Костюченко, Назаренко, 1960; Чухчин, 1961в; Голиков, Старобогатов, 1972]. Поэтому внутренняя окраска раковин рапан из зал. Петра Великого и

Черного моря, как правило, не совпадает для моллюсков равных по размеру, если они не крупнее 100–120 мм. Окраска может совпадать только у отдельных крупных особей.

Общая форма раковины рапаны варьирует в небольших пределах, и поэтому именно она была взята за основу при определении видовой принадлежности впервые найденных в Черном море *R. venosa* [Драпкин, 1953; Голиков, Старобогатов, 1972]. При изменчивости формы устья, сифонального выроста, наружной скульптуры, а также окраски внутренней поверхности можно найти практически идентичных особей из Японского и Черного морей. Однако это будет относиться только к крупным или старым моллюскам. Сравнение одноразмерных особей среднего и молодого возраста всегда выявляет большие различия, хорошо заметные при анализе размерно-весовых соотношений моллюсков.

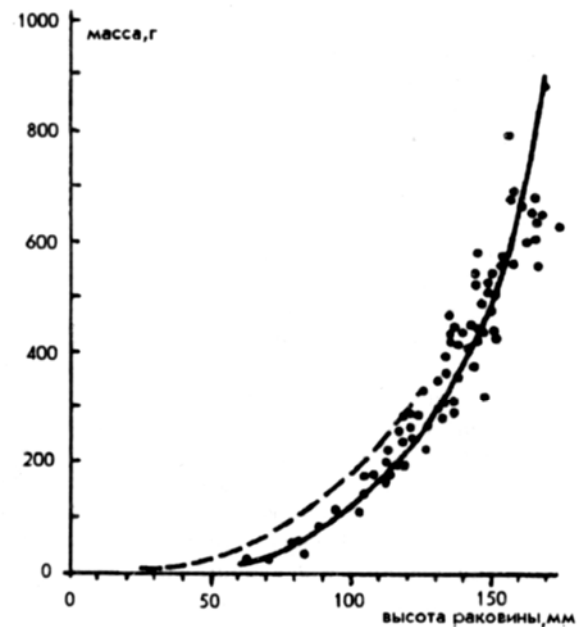


Рис. 2. Зависимость общей массы от высоты раковины у рапаны из зал. Посьета (точки и сплошная линия) и из Черного моря (пунктирная линия) [по: Чухчин, 1984]

Fig. 2. Relation on total weight from shell height of rock shell from Possjeta Bay and rock shell from Black Sea (dotted line), based on [Chuhchin, 1984]

Дальневосточная и черноморская рапаны с равной высотой раковины сильно различаются по массе (рис. 2). Например, при высоте раковины 100 мм масса черноморской рапаны в среднем равна 180 ± 15 г, а дальневосточной - 115 ± 20 г. В целом, независимо от возраста, при одинаковых размерах дальневосточные рапаны на 30-40% легче черноморских. Учитывая линейную связь между общей массой моллюсков и массой их раковин (рис. 3), можно сделать вывод о том, что при равных размерах масса тела меньше у рапаны из зал. Петра Великого.

Размеры радулярной пластинки у дальневосточной рапаны зависят от размера моллюска, и ее длина может превышать 30 мм. Оба латеральных зуба равны по размерам и форме. Длина их значительно превышает ширину основания. Центральный зуб имеет три зубца треугольной формы, и средний зубец немного выше соседних. Концы всех зубцов притуплены. Форма зубов радулы рапаны из зал. Петра Великого такая же, как у моллюсков из соседних районов Кореи и Китая [Tchang Si et al., 1955; Pak, 1985], и отличается от таковой обитающих здесь же *Rapana pechiliensis* [Tchang Si et al., 1955] и *R. bezoar* [Thiele, 1931].

Форма радулярных зубов рапаны из Черного моря отличается тем, что центральный зуб имеет высокий средний зубец и два более низ-

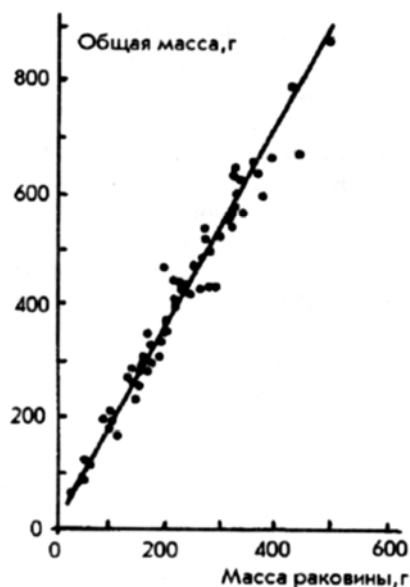


Рис. 3. Связь между общей массой и массой раковины у рапаны из зал. Посъета

Fig. 3. Relation between of total weight and shell weight of rock shell from Possjeta Bay

ких, сильно заостренных промежуточных зубца [Чухчин, 1970; Голиков, Старобогатов, 1972]. Кроме того, на внутренней поверхности промежуточных зубцов есть по одному дополнительному небольшому зубчику, а снаружи от промежуточных зубцов поверхность центрального зуба усажена многочисленными мелкими зубчиками [Чухчин, 1970]. Латеральные зубы у черноморской рапаны имеют серповидную форму с очень длинными отростками, что не характерно для рапаны из зал. Петра Великого. Описанная форма зубов радулы черноморской рапаны почти идентична описанию и изображению зубов *Thais bronni* [Pak, 1985], хотя, несомненно, это разные виды. Менее детализированный рисунок зубов радулы приводится и для рапаны из Средиземного моря [Luри, 1977]. Однако и здесь видно, что центральный зуб имеет длинный средний зубец, а латеральные - очень длинные отростки.

РАЗМНОЖЕНИЕ

В зал. Петра Великого рапаны достигают половозрелости и начинают размножаться при высоте раковины более 125-130 мм. Этот минимальный размер половозрелых особей значительно выше, чем у рапаны из Черного моря, половозрелость которой наступает при высоте раковины 35-78 мм, в среднем 58 мм [Чухчин, 19606, 1984].

У дальневосточной рапаны период нереста всегда приходится в самое теплое время года - июль, август, реже начало сентября. Обычно этот период длится 15-20 сут, но в зависимости от гидрологических условий года может быть растянут до 1,5 мес. Многолетними наблюдениями установлено, что в зал. Посъета рапана начинает нерест чаще всего во второй половине июля при температуре воды 18-20°C и заканчивает к середине августа при 25-27°C. Самое раннее начало нереста отмечено в начале второй декады июля 1981 г., а самое позднее окончание нереста - в первой декаде сентября 1983 г.

В отличие от зал. Петра Великого, в Черном море нерест рапаны сильно растянут - с апреля по сентябрь, но чаще длится 3 мес - с июня по август [Чухчин, 1961а; 1984; Гришин, Золотарев, 1988].

Многолетние наблюдения показывают, что ежегодно рапаны нерестятся практически в одних и тех же местах, выбирая в качестве нерестилища возвышающиеся над дном отдельные камни, затонувшие предметы, сваи и другие субстраты, расположенные на глубине 0,8-3,5 м, в среднем 1-2 м [Раков, 1991]. В период нереста рапаны выползают со

склонов устричных рифов на их вершины и стремятся образовать кладки ближе к поверхности воды. На этих субстратах-нерестилищах до формирования кладок происходит спаривание, после которого самцы обычно покидают самку. Было также отмечено два случая, когда самка прикрепляла кладку к раковине самца, который затем носил ее на себе. Иногда кладку капсул самка формирует на водорослях, на коллекторах с выращиваемыми устрицами, которые были подвешены в толще воды, но касались дна, а также на искусственных рифах в б. Новгородская.

В Азовском и Черном морях нерестовое поведение рапаны другое. Они размножаются здесь на глубинах около 10-20 м [Костюченко, Назаренко, 1960; Гришин, Золотарев, 1988] и образуют кладки на ровном дне.

Наблюдениями за рапанами в аквариумах было установлено, что самка формирует одну капсулу (кокон) за 1-2 мин. Общая продолжительность образования одной кладки занимает не более 2-3 сут, и все капсулы крепятся в одном месте. Когда места не хватает, самка прикрепляет капсулы поверх кладки. Часто рядом с уже сформированной кладкой одновременно или значительно позже откладывает капсулы другая самка. Иногда на одном субстрате-нерестилище насчитывается до 6 разнополых особей.

Черноморская рапана формирует кладку за значительно больший период - до 37 сут [Драпкин, 1953]. Численность коконов в одной кладке достигает 1500, и одна самка откладывает в среднем 472 кокона. Даже небольшая рапана с высотой раковины 72 мм способна отложить 672 кокона [Драпкин, 1953; Чухчин, 1961]. Некоторые авторы объясняют быстрое и широкое распространение рапаны в Черном, Азовском и Средиземном морях ее высокой плодовитостью.

Дальневосточная рапана менее плодовита - одна самка откладывает 100-350 капсул, в среднем около 150. Капсулы имеют немного расширенную и отогнутую в сторону верхнюю часть. Она заканчивается слегка оттянутым кончиком, с нижней стороны которого имеется округлое отверстие диаметром 0,75-1,3 мм. Оно закрыто пробочкой, заполненной прозрачной жидкостью. Верхняя часть капсулы уплощена, и посередине нее от отверстия вниз проходит узкий киль высотой около 0,2 мм, который переходит в идущий к основанию капсулы шов. С противоположной от кия стороны вся поверхность капсулы покрыта поперечными морщинками.

Окраска капсул изменяется по мере созревания в них эмбрионов и личинок. У недавно отложенной она светло-желтая и, реже, неровная

- с фиолетовыми или пурпурными пятнами. Со временем окраска темнеет, становится светло-коричневой. Обычно яркая окраска кладок рапаны привлекает внимание ныряльщиков-любителей, и основная часть рапан добывается именно в период размножения.

У капсул черноморской рапаны кия или шва нет, и они имеют вид цилиндрических стручков с плоской овальной площадкой на верхнем конце [Чухчин, 1970]. Поверхность капсул не имеет также поперечных морщин, кончик капсул не оттянут, а окраска ровная, желтая. В зависимости от размеров самки высота коконов черноморской рапаны варьирует от 6 до 24 мм и в кладках преобладают коконы с размерами 12-18 мм [Чухчин, 1961а, 1984].

У дальневосточной рапаны капсулы сильно вытянуты в длину и отличаются по форме от капсул черноморской рапаны. Длина капсул в кладках рапаны из зал. Петра Великого колеблется от 29 до 42 мм, в среднем 33-35 мм, а ширина - от 2 до 3 мм.

Яйца в капсулах располагаются ровными рядами, в виде нескольких вытянутых параллельных цепочек. Яйца имеют слегка овальную форму, в одной капсуле их диаметр составляет от 180-280 мкм. Количество яиц в капсулах сильно варьирует - от 25 до 800, в среднем около 200-500. Очень редко встречаются пустые капсулы.

У рапаны из Черного моря яйца значительно крупнее - около 500 мкм в диаметре, имеют правильную круглую форму, и в одной капсуле их содержится 200-1000 [Чухчин, 1970; 1984].

После нереста рапаны покидают кладку и уползают на большую глубину. Так, например в б. Новгородской нами была обнаружена кладка рапаны на глубине около 1,2 м на отдельном камне, от которой в глубь бухты по илисто-песчаному дну тянулся относительно прямой широкий след моллюска. На расстоянии около 45 м от кладки, на глубине 2,8 м была найдена самка рапаны.

ЛИЧИНОЧНОЕ РАЗВИТИЕ

Развитие личинок рапаны практически полностью происходит в капсулах. В некоторых капсулах с избытком жидкости фиолетового или пурпурного цвета все эмбрионы погибают на разных стадиях. Там, где развитие происходит нормально, уже через несколько дней у личинок появляется парус, и они начинают двигаться внутри кокона. Активность их плавания увеличивается по мере развития. Личиночная раковина формируется позднее, и ее первоначальные размеры около

200–220 мкм в диаметре. На ранних стадиях развития раковина полупрозрачная и мягкая, легко сминается препаровальной иглой.

Развитие эмбрионов и личинок в одной и той же капсуле идет с разной скоростью, но эти различия невелики. Продолжительность развития эмбрионов и личинок в капсулах обычно занимает не более двух недель. Личинки растворяют пробочку и через отверстие в течение нескольких суток выходят наружу. Если личиночное развитие еще полностью не завершено, то личинки способны в течение нескольких суток плавать в толще воды, часто опускаясь на дно и всплывая. Крупные и зрелые личинки рапаны почти сразу же после выхода из капсул оседают на дно, а некоторые выползают на наружную поверхность капсул и расползаются по дну не всплывая.

Перед выходом из капсул личиночная раковина рапаны достигает в высоту до 1,7 мм и в диаметре последнего оборота до 1,3 мм. Она имеет два оборота, непрозрачная, серого цвета, с ровной поверхностью. Устье личиночной раковины овальной формы, вытянуто сверху вниз. Сифональный вырост оттянутый и широкий, очень похож на сифон взрослых моллюсков.

Размеры раковины личинок черноморской рапаны значительно меньше – высота от 400 до 900 мкм [Чухчин, 1970, 1984]. Кроме того, поверхность личиночной раковины покрыта темными бугорками, сифон заострен на конце, а край наружной губы оттянут. Личинки длительное время ведут пелагический образ жизни. У черноморской рапаны личинки выходят из капсул не ранее чем через 1 мес [Чухчин, 1957, 1970] и даже через 65 сут [Драпкин, 1953].

ПИТАНИЕ

В зал. Петра Великого рапана питается почти исключительно устрицами. При нападении на них она просверливает в раковине жертвы отверстия, диаметр которых зависит от размеров хищника. Наиболее крупные отверстия достигают в диаметре 4,5 мм. Рапана способна просверлить раковины толщиной до 7 мм за 1 сут. Крупных устриц, размером более 20–25 см, рапана просверлить не способна. Обычно жертва выбирается рапаной и просверливается с первой попытки. Однако было найдено несколько раковин устриц, на верхней створке которых насчитывалось до 5 следов сверления рапанам.

Наблюдениями в аквариумах и в садках, в которых вместе с рапанамы содержали устриц, мидий, гребешков и некоторых других мол-

люсков, установлено, что рапаны выбирают в качестве жертвы только устриц. На устричниках, где моллюски имеют большую плотность, недостатка в пище рапана не испытывает.

У рапаны из Черного моря спектр питания значительно шире. Известно, что вскоре после интродукции этот моллюск нанес большой ущерб устричным и мидийным банкам [Иванов, 1961, 1964; Иванов, Руденко, 1969; Рубинштейн, Хижняк, 1988; и др.]. Экспериментально установлено, что черноморская рапана предпочитает питаться мидиями, а не устрицами [Иванов, 1964; Чухчин, 1984]. Однако, так как в Черном и Азовском морях эти моллюски обычно живут на песках, илах и ракушечнике, рядовыми пищевыми объектами для рапаны служат закапывающиеся в грунт двустворчатые моллюски политапес, венус, питар, а также модиола [Гришин, Золотарев, 1988]. В Азовском море рапаны обычно питаются сердцевидками *Cerastoderma glaucum* [Костюченко, Назаренко, 1960]. Вывод о широком спектре жертв черноморской рапаны сделан и другими авторами [Рубинштейн, Хижняк, 1988].

Известно, что в зал. Петра Великого видовой состав и численность закапывающихся двустворчатых моллюсков велики, и если бы рапана питалась ими, то она была бы распространена гораздо шире и имела большие запасы. Однако этого не наблюдается.

Отличие от рапаны из зал. Петра Великого черноморская рапана открывает двустворчатых моллюсков силой мускулов ноги [Иванов, 1964; Чухчин, 1970], и только молодые рапаны, размером не более 17 мм, способны сверлить тонкие раковины жертв [Чухчин, 1970].

РОСТ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ

На первом году жизни дальневосточная рапана растет очень быстро, образуя два-три оборота тонкой, полупрозрачной раковины. Молодые рапаны обычно прячутся среди друз устриц, выискивая молодых моллюсков, которых они способны просверлить. Поэтому рапаны в возрасте одного года и менее в наших сборах представлены всего лишь несколькими особями. Наиболее крупный годовик имел высоту раковины 58,3 мм и массу 23,2 г (таблица).

Продолжительность жизни дальневосточной рапаны в зал. Петра Великого составляет 10 лет. В этом возрасте их масса достигает 925 г, а высота раковины 187,5 мм. В первые годы жизни, до наступления половозрелости, темпы роста моллюсков максимальны. Рапана начинает размножаться в пятилетнем возрасте.

В отличие от рапаны из зал. Петра Великого черноморская рапана достигает половозрелости в возрасте двух лет при размерах раковины 35–78 мм [Чухчин, 19606, 1984]. Темпы роста черноморской рапаны значительно ниже – в возрасте 5 лет она имеет средние размеры 92,1 мм, тогда как в этом возрасте рапана из зал. Петра Великого имеет среднюю высоту раковины 126 мм.

Судить о линейном росте по высоте раковины рапаны довольно сложно, так как уже в возрасте трех лет размеры самых крупных особей достигают размеров самых мелких четырехлетних моллюсков. С возрастом такое перекрывание размеров увеличивается. Поэтому нами сделана попытка оценить линейный рост рапаны по длине спирали внешней поверхности раковины. У моллюсков в возрасте 1 года длина спирали достигала 19,5 см, а величина весенне-летнего прироста составила 3,4 см, или 17,8%. Таким образом, среднесуточный прирост раковины в этот период составил около 0,4 мм по спирали в широкой части раковины.

Таблица

Ростовые характеристики дальневосточной рапаны из зал. Посьета
Growth characteristics of *Rapana venosa* from the Possieta Bay

Возраст, годы Age, years	Высота раковины, мм Shell height, mm			Общая масса, г Total mass, g		
	размах вариирования limits	средняя average	размах вариирования limits	средняя average	размах вариирования limits	средняя average
1+	-	58,3	-	-	23,2	-
2+	63,8	80,9	75,2	31,3	63,0	52,0
3+	86,2	108,0	98,0	86,0	184,0	136,0
4+	102,5	119,0	115,6	168,3	237,0	190,0
5+	117,0	136,0	126,0	250,0	355,0	292,0
6+	125,0	151,0	140,2	370,0	487,0	430,6
7+	144,0	166,5	153,1	500,0	625,0	555,7
8+	155,3	168,5	163,3	640,0	740,0	673,1
9+	153,0	173,6	171,0	800,0	-	-
10+	168,8	187,5	177,3	885,0	925,0	905,0

У двухлетних рапан длина спирали достигает 25,1 см, а величина сезонного весенне-летнего прироста равна 1,2 см, или 4,8%. Среднесуточный прирост по спирали у двухлетних моллюсков не превышал 0,1 мм. Трехлетние рапаны имеют длину спирали до 33 см, а среднесуточный

прирост по спирали около 0,06 мм. В дальнейшем среднесуточный прирост раковины рапаны по спирали составляет около 0,05 мм, и за год раковина обычно не прирастает более чем на 20 мм по длине внешней спирали. Кроме того, в возрасте 4–5 лет толщина стенок раковины начинает сильно увеличиваться. У молодых рапан масса раковины от общей массы моллюска составляет 44,9–52,5%, тогда как у старых она возрастает до 63,4–65,5%. Толщина стенок раковины по краю наружной губы у старых особей достигает 12 мм, тогда как у годовиков она менее 1 мм. Максимальная длина спирали у рапаны 10-летнего возраста составляла 55 см с величиной сезонного весенне-летнего прироста 1,0 мм. У такого моллюска среднесуточный прирост по спирали составил 0,01 мм, т. е. рапана за год приросла не более чем на 4 мм.

Таким образом, в течение жизни у дальневосточной рапаны величина среднесуточного прироста раковины по длине спирали снижается примерно от 0,5 мм в возрасте нескольких месяцев до 0,01 мм в возрасте 10 лет. Относительно высокий темп роста сохраняется до 4–5 лет, от 5 до 8 лет он стабилен, а в дальнейшем рапана растет очень медленно.

Литература

- Алексеев А.Н., Булгаков В.В., Николенко А.Н. 1972. О миграции брюхоногого моллюска рапаны в Азовском море // Известия Мелитопольского отделения Географического общества СССР. Вып. 2. С. 125–126.
- Алексеев М.Н., Голубева Л.В. 1980. К стратиграфии и палеогеографии верхнего плейстоцена Южного Приморья // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. № 50. С. 96–107.
- Алякринская И.О. 1972. Биохимические адаптации водных моллюсков к обитанию в воздушной среде // Зоологический журнал. Т. 51, вып. 11. С. 1630–1636.
- Алякринская И.О. 1989а. О сердечном индексе некоторых *Gastropoda (Mollusca)* // Экология. № 1. С. 79–82.
- Алякринская И.О. 1989б. Биохимические особенности гемолимфы рапаны как предпосылки высокой выживаемости // Физиология морских животных: Тез. докл. Всесоюз. конф. Мурманск. С. 65.
- Берсенева Ю.И., Горюева М.Т., Аннин В.К. 1983. Четвертичные отложения и палеогеография залива Посьета (Японское море) // Палеогеографический анализ и стратиграфия антропогена Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 144–169.
- Бродянский Д.Л., Крупляно А.А., Раков В.А. 1995. Раковинная куча в бухте Бойсмана – памятник раннего неолита // Вестник ДВО РАН. № 4(62). С. 128–132.
- Бродянский Д.Л., Раков В.А. 1995. Предварительные итоги изучения малакофауны нижнего слоя Бойсмана-II (к проблеме аквакультуры) // Археология Северной Пасифики. Т. 2. Владивосток: Дальнаука. С. 73–80.

- Волова Г.Н., Голиков А.Н., Кусакин О.Г. 1979. Раковинные брюхоногие моллюски залива Петра Великого. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 172 с.
- Воронцов Е.А. 1954. Моллюск рапана на Крымском побережье // Природа. № 5. С. 116.
- Герцберг В.С., Вачаев Б.И., Русняк Н.А. 1989. Детальная разведка месторождения морской ракушки Ясное с подсчетом запасов по состоянию на 1.2.1989 г. // Отчет Юбилейной партии за 1985-1989 гг. в 10 книгах. Архив Приморского производственного геологического объединения Мингео СССР, К-52-46, № 012030, Владивосток. 308 с.
- Голиков А.Н., Скарлато О.А. 1967. Моллюски залива Посыет (Японское море) и их экология // Моллюски и их роль в биоценозах и формировании фауны. Л.: Наука. С. 5-154.
- Голиков А.Н., Старобогатов Я.И. 1964. Какая рапана вселилась в Черное море? // Зоологический журнал. Т. 43, вып. 9. С. 1397-1400.
- Голиков А.Н., Старобогатов Я.И. 1972. Класс брюхоногие моллюски - *Gastropoda* // Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 3. Киев: Наукова думка. С. 65-166.
- Гришин А.Н., Золотарев П.Н. 1988. Биологическая характеристика и запасы рапаны в Черном море // Сырьевые ресурсы и биологические основы рационального использования промысловых беспозвоночных: Тез. докл. Всесоюз. совещ. Владивосток: ТИНРО. С. 56-57.
- Джалл Э.Дж.Т., Кузьмин Я.В., Лутаенко К.А., Орлова Л.А., Попов А.Н., Раков В.А., Сулержицкий Л.Д. 1994. Среднеголоценовая малакофауна неолитической стоянки Бойсман 2 (Приморье): состав, возраст, условия обитания. Доклады АН СССР. Т. 339, № 5. С. 697-700.
- Джонс Г.А., Кузьмин Я.В. 1996. Радиоуглеродное датирование "тепловодных" моллюсков побережья залива Петра Великого методом ускорительной масс-спектрометрии // Природная среда побережья залива Петра Великого (Японское море) в оптимуме голоцена: Препринт. Владивосток: Дальнаука. (В печати).
- Драпкин Е.И. 1953. Новый моллюск в Черном море. Природа. № 9. С. 92-95.
- Драпкин Е.И. 1956. Нахождение элементов тихоокеанской фауны в Черном море // Труды проблемных и тематических совещаний Зоологического института АН СССР. Вып. 6. С. 151-154.
- Драпкин Е.И. 1961. Новые данные по распространению рапаны (*Rapana bezoar* L.) // Бюллетень московского общества испытателей природы. Отдел биологический. Вып. 5. С. 154-155.
- Драпкин Е.И. 1963. О влиянии рапаны *Rapana bezoar* (Mollusca, Muricidae) на фауну Черного моря // Доклады АН СССР. Т. 151, вып. 3. С. 700-703.
- Захс И.Г. 1933. Морские беспозвоночные Дальнего Востока. Хабаровск: ТИРХ. С. 116 с.
- Иванов А.И. 1961а. Расширение ареала рапаны (*Rapana bezoar* L.) и проникновение ее в северо-западную часть Черного моря. // Доклады АН СССР. Т. 141, вып. 4. С. 991-993.
- Иванов А.И. 1961б. Некоторые данные о количественном распределении рапаны (*Rapana bezoar* L.) в восточной части Черного моря и Керченском проливе и об уменьшении ее размеров // Доклады АН СССР. Т. 141, № 2. С. 467-468.
- Иванов А.И. 1964. Количество пищи, потребляемое черноморской рапаной (*Rapana thomasiana* Crosse) // Зоологический журнал. Т. 43, вып. 8. С. 1129-1132.
- Иванов А.И., Руденко В.И. 1969. Интенсивность питания рапаны (*Rapana thomasiana* Crosse) в зависимости от размеров тела и сезонов года // Труды Азово-Черноморского НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии. Вып. 26. С. 167-172.
- Короткий А.М. 1994. Колебания уровня Японского моря и ландшафты прибрежной зоны (этапы развития и тенденции) // Вестник ДВО РАН. № 3(55). С. 29-42.
- Костюченко Р.А., Назаренко В.В. 1960. Рапана в Азовском море // Природа. № 12. С. 107-109.
- Крактица Т.Ф. 1970. Новые находки рапаны (*Gastropoda, Muricidae*) в Каркинитском и Джарылгачском заливах Черного моря // Зоологический журнал. Т. 49, № 8. С. 1247-1248.
- Лутаенко К.А. 1988. Раковины моллюсков в голоценовых отложениях на побережье вершинной части Уссурийского залива Японского моря // Биология моря. № 6. С. 65-67.
- Лутаенко К.А. 1991. О происхождении тепловодных элементов малакофауны залива Петра Великого Японского моря // Биология моря. № 1. С. 12-20.
- Лутаенко К.А. 1993. Моллюски из голоценовых отложений Хасанского района (Южное Приморье) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. Т. 1, № 6. С. 89-91.
- Морозов Д.А. 1969. О биотических отношениях рапаны в Черном море // Рыбное хозяйство. № 9. С. 13.
- Мурина В.В. 1990. Личинки брюхоногих моллюсков в меропланктоне мидиевого хозяйства Ласпи (южный берег Крыма) // Экология моря. № 36. С. 27-34.
- Разин А.И. 1928. Материалы о некоторых промысловых моллюсках залива Петра Великого // Записки Владивостокского отдела государственного Русского Географического Общества. Т. 1, вып. 18. С. 49-70.
- Разин А.И. 1932. Сырьевые запасы моллюсков и других морских животных Дальневосточного края. Владивосток: Научный архив ТИНРО. № 151. 5 с.
- Разин А.И. 1934. Морские промысловые моллюски Южного Приморья // Известия ТИНРО. Т. 8. 100 с.
- Раков В.А. 1990а. Паразитические одостомии (*Gastropoda, Pyramidellidae*) промысловых и культивируемых моллюсков залива Петра Великого // V Всесоюз. конф. по промысловым беспозвоночным: Тез. докл. Минск: ВНИРО. С. 184-185.
- Раков В.А. 1990б. Дополнение к списку морских беспозвоночных Дальнего Востока, предлагаемых для включения в Красную книгу РСФСР // Итоги изучения редких животных (Материалы к Красной книге). М.: Гл. упр. охот. хоз-ва при М-ве сел. хоз-ва РСФСР. ЦНИЛ охот. хоз-ва и заповедников. С. 131-132.
- Раков В.А. 1991. Особенности размножения дальневосточной рапаны *Rapana venosa* на устричниках залива Петра Великого // Рациональное использование биоресурсов Тихого океана: Тез. докл. Всесоюз. конф. Владивосток: ТИНРО. С. 205-207.
- Раков В.А. 1996. Малакофауна неолитических "раковинных куч" залива Петра Великого // Природная среда побережья залива Петра Великого (Японское море) в оптимуме голоцена: Препринт. Владивосток: Дальнаука. (В печати).
- Рубинштейн И.Г., Хижняк В.И. 1988. Запасы рапаны в Керченском проливе // Рыбное хозяйство. № 11. С. 39-41.
- Чухчин В.Д. 1957. О пелагической личинке рапаны в Черном море // Доклады АН СССР. Т. 117, № 3. С. 533-534.

- Чухчин В.Д. 1961а. Размножение рапаны (*Rapana bezoar* L.) в Черном море // Труды Севастопольской биологической станции. Т. 14. С. 163-168.
- Чухчин В.Д. 1961б. Рост рапаны (*Rapana bezoar* L.) в Севастопольской бухте // Труды Севастопольской биологической станции. Т. 14. С. 169-177.
- Чухчин В.Д. 1961в. Рапана (*Rapana bezoar* L.) на Гудаутской устричной банке // Труды Севастопольской биологической станции. Т. 14. С. 178-187.
- Чухчин В.Д. 1970. Функциональная морфология рапаны. Киев: Наукова думка. 140 с.
- Чухчин В.Д. 1984. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря. Киев: Наукова думка. 176 с.
- Habe T. 1969. A nomenclatorial note on *Rapana venosa* (Valenciennes) // Venus, The Japanese Journal of Malacology. V. 28, No. 2. P. 109-111.
- Habe T. 1990. *Rapana venosa* Valenciennes from Black Sea // The Chiribotan, Newsletter of the Malacological Society of Japan. V. 21, No. 1-2. P. 33.
- Jones G.A., Elder K.L., Kuzmin Y.V., Rakov V.A. 1994. Chronology and paleoenvironment of the Holocene climatic optimum in Peter the Great Gulf, Sea of Japan // Bridges of the Science between North America and the Russian Far east. 45 Arctic science conference: Abstract book, 2. Vladivostok: Dalnauka. P. 63.
- Jones G.A., Kuzmin Y.V., Rakov V.A. 1996. Radiocarbon AMS dating of the thermophilous mollusc shells from Peter the Great Gulf coast, Russian Far East // Radiocarbon. V. 38, No. 3. (In press).
- Jull A.J.T., Kuzmin Y.V., Lutaenko K.A., Orlova L.A., Popov A.N., Rakov V.A., Sulerzhitsky L.D. 1994. Composition, Age and Habitat of the Boisman 2: Neolithic Site in the Maritime Territory // Doklady Biological Sciences. V. 633. P. 620-623.
- Kira T. 1965. Shells of the western Pacific in color. Japan: Hoikusha Publ. Co. V. 1. P. 224 p. (In Japanese).
- Lupu D. 1977. Contributions a l'etude de l'anatomie ches *Rapana thomasiensis* Crosse, 1861 (*Gastropoda, Muricidae, Rapaninae*) de la Mer Noire. Travaux du Museum d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa". V.18. P. 57-65.
- Mel P. 1976. Sulla presenza du *Rapana venosa* (Valenciennes) et du *Charonia variegata* Seguenza (Ar. e Ben.) nell'Alto Adriatico // Conchiglia. V. 12, No. 5-6. P. 129-132.
- Nordsieck F. 1969. In: Barash Al., Danin Z. Further additions to the knowledge of Indo-Pacific Mollusca in the Mediterranean Sea // Spixiana. V. 9, No. 2. P. 117-141.
- Pak Il Zong. 1985. Molluscs of Korea. Pyongyang: Kim Il Sung University. 276 p. (In Korean).
- Paolini P. 1987. Nuova segnalazione di *Rapana venosa* (Valenciennes) (*Gastropoda, Muricidae*) nell'Alto Terreno // Museo di Storia Naturale Livorno. Quad. V. 8. P. 111-112.
- Rakov V.A., Lutaenko K.A. 1996. The Holocene molluscan fauna from shell middens on the coast of Peter the Great Bay (Sea of Japan): paleoenvironmental and biogeographical significance // Annual Report of the Western Society of Malacologist. (In press).
- Tchang Si, Tsi Chung-Yen, Li Kien-Min. 1955. Commercial marine molluscs of North China. Beijing: Academia Sinica. 98 p. (In Chinese).
- Thiele J. 1931. Handbuch der systematischen Weichtierkunde. Bd 1. Jena: Gustav Fischer. 778 S.