

СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ И РОСТ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *RUDITAPES PHILIPPINARUM* В АМУРСКОМ ЗАЛИВЕ ЯПОНСКОГО МОРЯ

© 2008 г. С. К. Понуровский

Институт биологии моря ДВО РАН, Владивосток 690041
e-mail: inmarbio@mail.primorye.ru

Статья принята к печати 26.03.2008 г.

Приводятся данные по размерной, возрастной и половой структуре поселения и росту двустворчатого моллюска *Ruditapes philippinarum* в Амурском заливе (зал. Петра Великого, Японское море). Показано, что в поселении отсутствуют годовалые особи и особи с длиной раковины менее 19.8 мм. В основном поселение представлено моллюсками с размерами раковины 35–45 мм (67.8%) и возрастом 3–4 года (72.4%). Наибольший возраст рудитапесов составляет 7 лет, максимальная длина раковины – 52.7 мм. Соотношение самцов и самок близко 2 : 1. Отмечено наличие гермафродитизма (2.1%) и паразитарной кастрации (1.4%). Темпы линейного роста моллюсков увеличиваются до 3-летнего возраста и достигают 11.6 ± 0.6 мм/год. Промыслового размера (длина раковины более 35 мм) моллюски достигают на четвертом году жизни. Параметры уравнения Берталанфи, описывающего групповой линейный рост, характеризуются следующими величинами: $L_{\infty} = 56.6$ мм, $k = 0.302$ /год, $t_0 = 0.468$ года. Соотношение между длиной раковины и сырой массой моллюсков описывается уравнением: $W = 0.000253L^{2.954}$.

Ключевые слова: возрастная структура, размерная структура, половая структура, рост, продолжительность жизни, двустворчатые моллюски, рудитапес филиппинский, *Ruditapes philippinarum*.

Population structure and growth of the Japanese littleneck clam *Ruditapes philippinarum* in Amursky Bay, Sea of Japan. S. K. Ponurovsky (Institute of Marine Biology, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok 690041)

This paper deals with the size, age, and sex structure of population and growth of the Japanese littleneck clam *Ruditapes philippinarum* in Amursky Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan). One-year-olds and individuals with a shell length less than 19.8 mm were not found. The population mostly consisted of 3–4-year-old clams (72.4%) with a shell length of 35–45 mm (67.8%). Maximum age of *R. philippinarum* is 7 years and maximum shell length 52.7 mm. The male to female ratio is approximately 2 : 1. Hermaphroditism (2.1%) and parasitic castration (1.4%) were observed. Linear growth rates of clams increase until the age of three years old (11.6 ± 0.6 mm/year). Mollusks reach a commercial size of over 35 mm in shell length in the fourth year of life. Parameters of the Von Bertalanffy equation describing group linear growth were $L_{\infty} = 56.6$ mm, $k = 0.302$ year⁻¹, $t_0 = 0.468$ year. The relationship between shell length and wet body weight is described by the equation $W = 0.000253L^{2.954}$. (Biologiya Morya, Vladivostok, 2008, vol. 34, no. 5, pp. 369–373).

Key words: age, size and sex structure, growth, life span, bivalves, Japanese littleneck clam, *Ruditapes philippinarum*.

Рудитапес филиппинский (тихоокеанский петушок) *Ruditapes philippinarum* – тихоокеанский приазиатский субтропическо-низкобореальный вид, обитающий у Филиппинских островов, в Южно-Китайском, Желтом, Японском и Охотском морях, а также на Южно-Курильском мелководье. У дальневосточных берегов России рудитапес филиппинский распространен у берегов Приморского и Хабаровского краев (от зал. Посьета на юге до Амурского лимана на севере), у западных берегов о-ва Сахалин, в зал. Анива и лагуне Буссе и на Южно-Курильском мелководье (Базикалова, 1931; Разин, 1934; Скарлато, 1981). Биологии данного вида посвящено большое количество работ, так как он является важным промысловым объектом и культивируется во многих странах мира (Ponurovsky, Yakovlev, 1992; Gouletquer, 1997). Общий улов *R. philippinarum* в 2001 г. по данным FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations) составил 51 026 т (31 022 т – Япония, 20 004 т – Республика Корея), а продукция аквакультуры – 2 090 800 т (2 014 426 т – Китай, 55 000 т – Италия, 16 433 т – Республика Корея). В Приморье этот вид добывался в 1930-е гг. местным китайским населением. Позднее он был незаслуженно забыт, хотя Япония и Корея проявляли интерес к его добыче.

Данные о современном состоянии популяций *R. philippinarum* в южном Приморье в литературе практически отсутствуют. Отмечена его высокая плотность и биомасса в некоторых биоценозах защищенных мелководных бухт зал. Посьета, Славянского залива и зал. Восток (Погребов, Кашенко, 1976; Голиков и др., 1986; Понуровский, Селин, 1988; Раков, 1988). В Амурском заливе моллюски этого вида обнаружены в вершине зал. Славянка, б. Перевозной, у п-ва Песчаный, в районах Первой и Второй Речки, станции Океанская, в б. Алексева о-ва Попова и зал. Угловой (Разин, 1934; Волова и др., 1980; Moshchenko, Belan, 2005). В настоящем сообщении приведены данные о структуре поселения рудитапеса филиппинского и его росте в одном из поселений Амурского залива.

Материал и методика. Материалом для работы послужили моллюски, собранные в безымянной бухте между мысами Грозный и Красный (43°12' с.ш., 131°55' в.д.) 27 сентября 2005 г. Пробы отбирали с помощью легководолазного снаряжения на глубине 1 м. У всех моллюсков штангенциркулем с точностью до 0.1 мм измеряли длину, высоту и ширину раковины; после предварительного осушения на фильтровальной бумаге с точностью до 0.01 г определяли общую сырую

массу и массу сырых мягких тканей и раковины. Пол моллюсков определяли под микроскопом по временным препаратам мазков из гонад. Индивидуальный возраст и количественные характеристики линейного роста (длина раковины – максимальное расстояние от переднего до заднего края раковины) оценивали по кольцам задержки роста, формирующимся на наружной поверхности раковины с годовой периодичностью (Золотарёв, 1976, 1980; Силина, Попов, 1989). Оценка количественных характеристик группового линейного роста и их аппроксимацию уравнением Бергаланфи [$L_t = L_\infty(1 - e^{-k(t-t_0)})$], где L_t – длина раковины моллюска в возрасте t ; L_∞ – асимптотическая длина раковины; k – коэффициент, характеризующий скорость роста; t_0 – возраст, при котором длина раковины равна 0] производили по средним значениям индивидуальных характеристик всех особей. Характеристики возрастных изменений массы получали по средним значениям общей сырой массы одновозрастных моллюсков. Зависимость между длиной раковины и массой моллюсков описывали степенным уравнением: $W = aL^b$. Статистическую обработку данных и регрессионный анализ выполняли общепринятыми методами. Всего обработано 146 рудитапесов.

Результаты и обсуждение. Анализ возрастной структуры поселения рудитапеса из Амурского залива свидетельствует о том, что в популяции представлены моллюски в возрасте до 7 лет и отсутствуют годовалые особи (рис. 1). Наибольшую долю составляют 3- (34.5%) и 4-летние (37.9%)

моллюски, доля 6- и 7-летних особей не превышает 3%. Средний возраст моллюсков – 3.8 ± 0.1 года. Анализ возрастного состава поселения рудитапеса в Амурском заливе свидетельствует о регулярном пополнении этой популяции молодью. Отсутствие годовалых моллюсков может быть связано с несовпадением биотопов молодежи и взрослых особей (Williams, 1980; Понуровский, Селин, 1988; Понуровский, Таупек, 2002).

Сопоставление данных о возрастном составе рудитапеса в Амурском заливе и в других местообитаниях южного Приморья свидетельствует о том, что продолжительность жизни моллюсков этого вида в исследуемом районе близка к таковой в поселениях плотных малоподвижных грунтов, расположенных в защищенных от волнового воздействия участках заливов и бухт. Так, в закрытой от волнового воздействия бухте с гравийно-галечным грунтом в зал. Восток отмечены 8-летние особи. В двух поселениях в зал. Владимира (закрытая от волнового воздействия бухта, валунный и крупногалечный грунт с песком и ракушей) возраст рудитапеса достигает 9 и 10 лет. В б. Мелководной (защищенная-слабозащищенная от волнового воздействия бухта, гравийно-галечный грунт) найдены 13-летние особи. На песчаных грунтах и в слабозащищенных от волнового воздействия биотопах возраст моллюсков не превышает 4 лет (Понуровский, 2000). Максимальная продолжительность жизни этого вида (25 лет) установлена в б. Мелководной (Золотарёв, 1980, 1989).

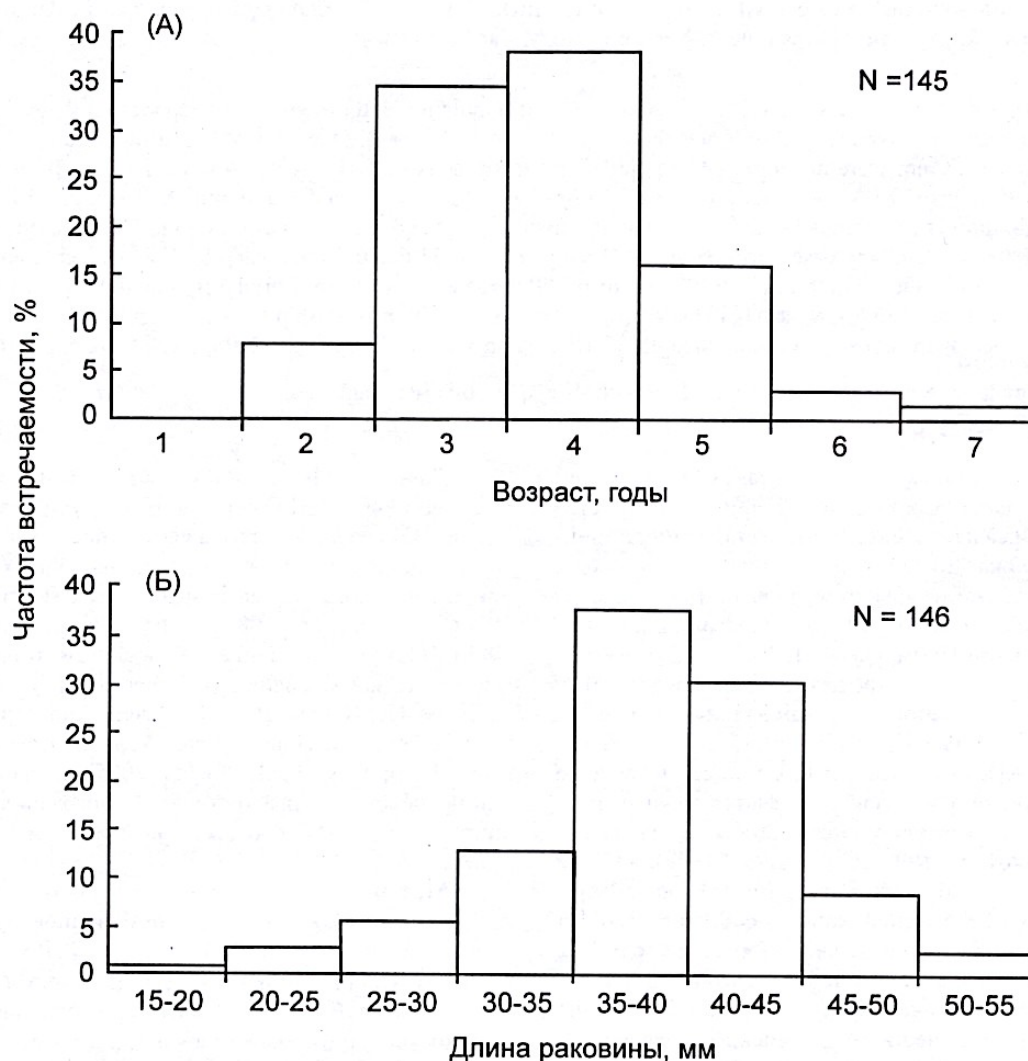


Рис. 1. Возрастная (А) и размерная (Б) структуры поселения рудитапеса в Амурском заливе.

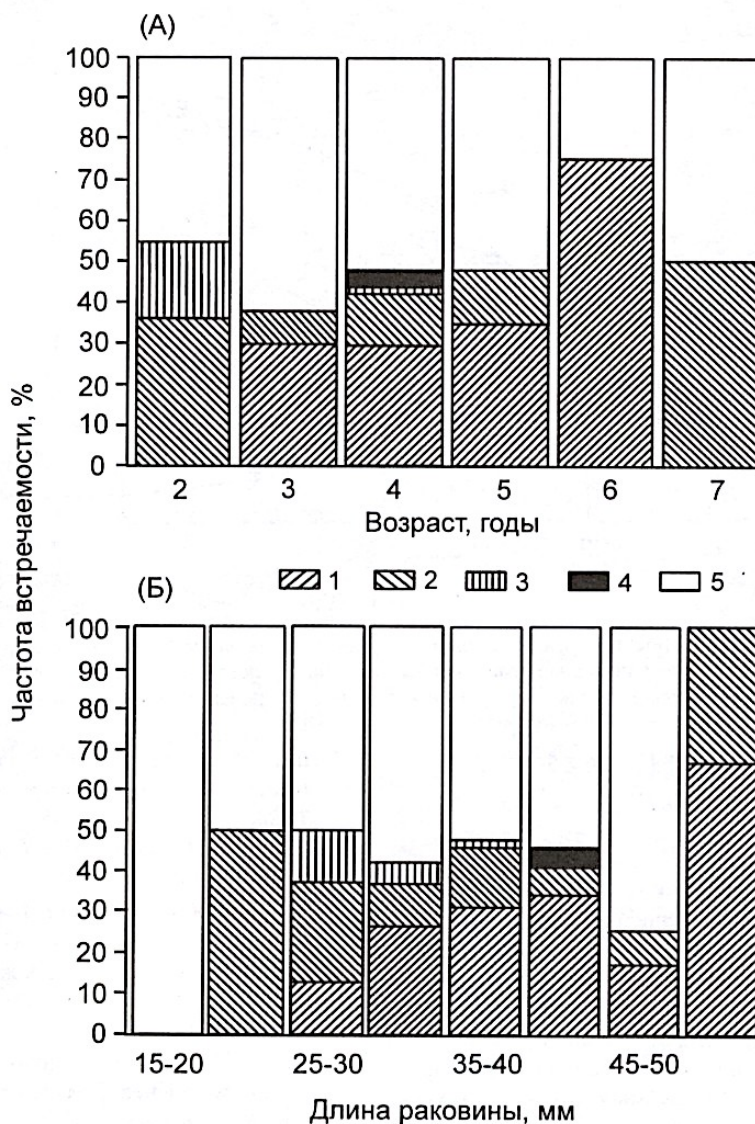


Рис. 2. Распределение самцов (1), самок (2), гермафродитных (3) и кастрированных (4) особей рудитапеса в Амурском заливе в зависимости от возраста (А, N = 145) и длины раковины (Б, N = 146). 5 – пол особей не определен.

Размерный состав изученного поселения рудитапеса имеет мономодальный характер и представлен моллюсками с длиной раковины от 19.8 до 52.7 мм (рис. 1). Доля рудитапесов с размерами 35–45 мм достигает 67.8%. Средняя длина моллюсков в популяции – 38.5 ± 0.5 мм, средняя высота – 28.3 ± 0.3 мм, средняя ширина – 18.3 ± 0.3 мм (рис. 2). Подобный характер размерного состава моллюсков с невысокой долей молодежи и преобладанием особей средних классов отмечен для поселений рудитапеса в заливах Восток и Владимира, расположенных на защищенных от волнового воздействия участках с относительно стабильными гравийно-галечными грунтами (Понуровский, 2000).

Ранее было показано, что рудитапес в мелководных бухтах зал. Посьета и Славянского залива нерестится в июле–начале августа, а в зал. Восток – во второй половине июня–конце сентября; массовый нерест отмечен в июле и августе (Раков, 1988; Ponurovsky, Yakovlev, 1992). Обнаружение большого количества (54.8%) отнерестившихся моллюсков в конце сентября свидетельствует о том, что в Амурском заливе в 2005 г. рудитапес также нерестился летом – в начале осени (рис. 2).

Доля самцов среди частично отнерестившихся моллюсков составляла 28.8%. Соотношение самцов и самок в популяции – 2.2 : 1 ($P < 0.05$). Достоверные различия в долях сам-

цов и самок в различных размерных и возрастных группах выявлены лишь у рудитапесов с длиной раковины 40–45 мм и у 3-летних особей. У 2.1% моллюсков выявлен гермафродитизм, а у 1.4% особей – паразитарная кастрация (рис. 2).

Полученные результаты сопоставимы с данными, полученными для других поселений рудитапеса в южном Приморье (Ponurovsky, Yakovlev, 1992). Существенным отличием является значительное преобладание в исследованной популяции самцов. Это можно объяснить наличием невыметанных гамет на посленерестовой стадии у большего числа самцов, что позволяет их лучше идентифицировать. Возможно также, что самцы нерестятся быстрее, чем самки, и в этот же сезон у самцов происходит повторное созревание половых продуктов, что наблюдали в зал. Худ Кэнэл (штат Вашингтон, США) (Holland, Chew, 1974).

Анализ особенностей роста рудитапеса в исследуемом поселении свидетельствует о том, что темпы линейного роста моллюсков увеличиваются до 3-летнего возраста. К этому времени среднегодовой прирост достигает 11.6 ± 0.3 мм (рис. 3). С увеличением возраста темпы роста моллюсков снижаются и не превышают у 6–7-летних особей 3 мм. Промыслового размера (длина раковины более 35 мм) моллюски достигают на третьем-четвертом году жизни. Групповой линейный рост аппроксимируется уравнением Бергаланфи:

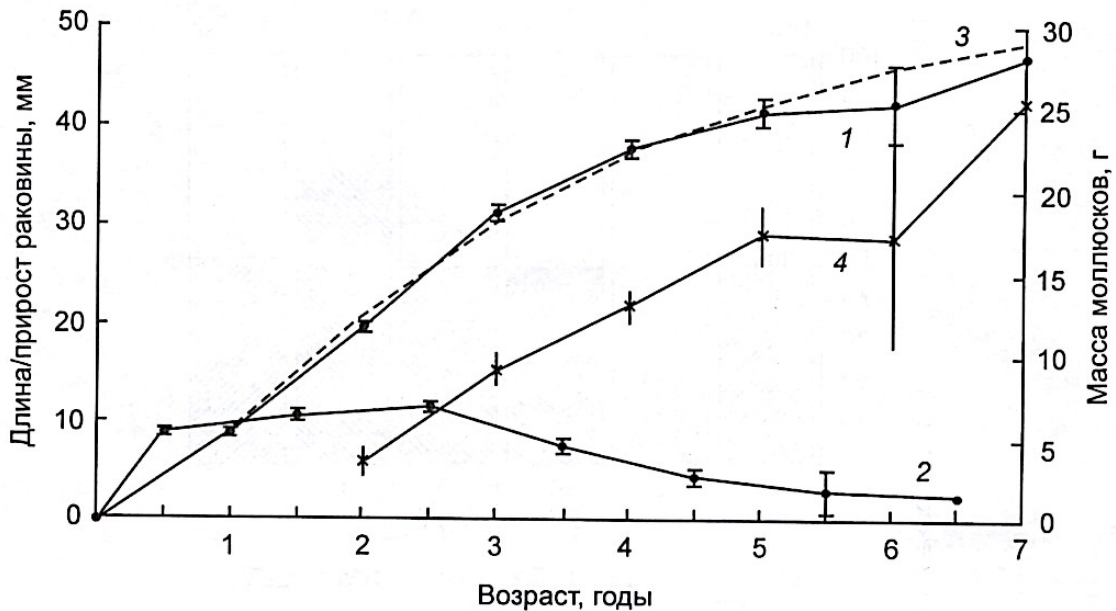


Рис. 3. Кривые группового линейного роста (1) и среднегодовых приростов раковины (2); расчетная кривая возрастных изменений длины раковины с возрастом, полученная с помощью уравнения Бергаланфи (3) (левая ось ординат), и возрастные изменения массы (4) (правая ось ординат) рудитапеса в Амурском заливе. Вертикальные линии – 95% доверительные интервалы.

$$L_t = 56.6[1 - e^{-0.302(t-0.468)}] \quad (R^2 = 0.892, \quad df = 541,$$

$$SE_{L_t} = 2.5, \quad SE_k = 0.025, \quad SE_{t_0} = 0.037).$$

Сопоставление полученных результатов с имеющимися в литературе данными по росту моллюсков этого вида у побережья южного Приморья не выявило существенных различий. Средние значения длины раковины рудитапеса на первом году жизни незначительно превышают размеры годовиков из заливов Посъет, Восток, Ольги, Владимира и бухт Мелководная, Соколовская, Ольги, где эти величины варьируют от 3.8 до 8.0 мм. Однако со второго года жизни средние размеры моллюсков в Амурском заливе сопоставимы с таковыми моллюсков из других поселений этого региона (Понуровский, Селин, 1988, 2000; Понуровский, 2002).

Отсутствие в пробах годовалых моллюсков не позволило оценить их массу. Средняя масса 2-летних особей составляет 3.6 ± 0.4 г, 3-летних – 9.2 ± 0.4 г (рис. 3). Наибольший прирост (5.6 г) отмечен на третьем году жизни. Минимальной товарной массы (10 г) рудитапеса достигают на третьем-четвертом году жизни, что соответствует полученным ранее данным для других районов южного Приморья (Понуровский, 2002). Средняя масса 7-летних особей – 25.5 г, максимальная – 33.1 г. Соотношение между длиной раковины и сырой массой моллюсков описывается уравнением: $W = 0.000253L^{2.954 \pm 0.056}$ ($r = 0.980, df = 115, P < 0.001$).

Таким образом, результаты исследования биологии рудитапеса свидетельствуют о том, что условия в Амурском заливе благоприятны для размножения и роста этого важного коммерческого вида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Базикалова А.Я. Промысловые моллюски. Владивосток: ОГИЗ-Далькрайотделение. 1931. 53 с.
- Волова Г.Н., Жакина Т.И., Микулич Л.В. Бентос бухты Алексева (залив Петра Великого) // Прибрежный планктон и бентос северной части Японского моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1980. С. 32–56.
- Голиков А.Н., Скарлато О.А., Бужинская Г.Н. и др. Изменение бентоса залива Посъета (Японское море) за послед-

ние 20 лет как результат накопления органического вещества в донных отложениях // Океанология. 1986. Т. 26, вып. 1. С. 131–135.

- Золотарев В.Н. Строение раковин двустворчатых моллюсков залива Восток Японского моря // Биологические исследования залива Восток. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1976. С. 99–121.
- Золотарев В.Н. Периодичность жизни двустворчатых моллюсков Японского и Охотского морей // Биол. моря. 1980. № 6. С. 8–12.
- Золотарев В.Н. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков. Киев: Наукова думка. 1989. 112 с.
- Погребов В.Б., Кашенко В.П. Донные сообщества твердых грунтов залива Восток Японского моря // Биологические исследования залива Восток. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1976. С. 63–82.
- Понуровский С.К. Размерная и возрастная структуры поселений двустворчатого моллюска *Ruditapes philippinarum* в прибрежных водах южного Приморья // Океанология. 2000. Т. 40, № 5. С. 736–741.
- Понуровский С.К. Рост двустворчатого моллюска *Ruditapes philippinarum* у берегов южного Приморья // XII Международ. конф. по промысловой океанологии, Светлогорск, 9–14 сент. 2002 г.: Тез. докл. Калининград: АтлантНИРО. 2002. С. 199–201.
- Понуровский С.К., Селин Н.И. Распределение, структура поселения и рост двустворчатого моллюска *Ruditapes philippinarum* в заливе Восток Японского моря // Биол. моря. 1988. № 1. С. 14–18.
- Понуровский С.К., Селин Н.И. Структура поселения и рост двустворчатого гребешка *Ruditapes philippinarum* в ваннах рифов прибойных скальных мысов залива Восток Японского моря // Моллюски: проблемы систематики, экологии и филогении: Автореф. докл. 4(13) совещания по изучению моллюсков (наземных, пресноводных и морских). Россия, Санкт-Петербург, 27–29 окт. 1998 г. СПб.: ЗИН РАН. 2000. С. 109–110.
- Понуровский С.К., Таупек Н.Ю. Результаты предварительных исследований структуры поселения двустворчатого моллюска *Ruditapes philippinarum* на литорали озера Ве-

- словское острова Кунашир (Курильские острова) // Прибрежное рыболовство – XXI век: Материалы Международ. науч.-практ. конф. Южно-Сахалинск, 19–21 сентября 2001 г. // Тр. СахНИРО. 2002. Т. 3, ч. 1, 2. С. 154–164.
- Разин А.И. Морские промысловые моллюски южного Приморья. М.; Хабаровск: ОГИЗ-ДальГИЗ. 1934. 110 с. (Изв. ТИНРО; Т. 8).
- Раков В.А. Экология и условия воспроизводства запасов тихоокеанского петушка *Ruditapes philippinarum* в заливе Посьета // Морские промысловые беспозвоночные. М.: ВНИРО. 1988. С. 166–174.
- Силина А.В., Попов А.М. Исследование линейного роста двустворчатого моллюска *Ruditapes philippinarum* из залива Петра Великого Японского моря по структуре его раковины // Биол. моря. 1989. № 4. С. 49–55.
- Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных вод северо-западной части Тихого океана. Л.: Наука. 1981. 480 с.
- Gouletquer P. A bibliography of the Manila clam *Tapes philippinarum*. IFREMER. RIDRV-97.02/RA/La Tremblade. 1997. 122 p.
- Holland D.A., Chew K.K. Reproductive cycle of the Manila clam (*Venerupis japonica*), from Hood Canal, Washington // Proc. Nat. Shellfish Assoc. 1974. Vol. 64. P. 53–58.
- Moshchenko A.V., Belan T.A. Near-bottom environmental conditions and macrobenthos of the inner part of Amursky Bay (Peter the Great Bay, Japan Sea) // Pacif. Oceanogr. 2005. Vol. 3, no. 2. P. 121–136.
- Pomurovsky S.K., Yakovlev Yu. M. The reproductive biology of the Japanese littleneck, *Tapes philippinarum* (A. Adams and Reeve, 1850) (Bivalvia: Veneridae) // J. Shellfish Res. 1992. Vol. 11, no. 2. P. 265–277.
- Williams J.G. The influence of adult on the settlement of spat of the clam, *Tapes japonica* // J. Mar. Res. 1980. Vol. 38, no. 4. P. 729–741.