

УДК 594(265.5)

Е.В.Колпаков, Н.В.Колпаков
(Тернейская научно-исследовательская станция
ТИНРО-центра)

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И РОСТ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА
MERCENARIA STIMPSONI В БУХТЕ ИНОКОВА
(СЕВЕРНОЕ ПРИМОРЬЕ)**

Исследованы особенности распределения и роста двустворчатого моллюска *Mercenaria stimpsoni* в бухте Инокова (северное Приморье). Установлено, что в летний период половозрелые особи мерценарии совершают активные горизонтальные перемещения. В результате ко времени нереста на ограниченном по площади участке на глубине 12–20 м достигается высокая плотность поселений (до 32 экз./м² при биомассе 1660 г/м²), что способствует успешному воспроизводству. Высокая гидродинамическая активность среды определяет относительно низкие темпы роста мерценарии в северном Приморье. Групповой линейный рост описывается функцией $L = 83,9[1 - e^{-0,076(t - 0,171)}]$. Биомасса мерценарии в районе бухты Инокова превышает 500 т.

Kolpakov E.V., Kolpakov N.V. Distribution and growth of bivalve mollusc *Mercenaria stimpsoni* in Inokov Bay (north Primorye) // Izv. TINRO. — 2004. — Vol. 136. — P. 197–204.

Distribution patterns and growth of the bivalve *Mercenaria stimpsoni* in Inokov Bay (north Primorye) are analyzed. The *Mercenaria stimpsoni* is relatively abundant in upper sublittoral with the highest concentrations at sandy grounds. In conditions of open sea coast with high hydrodynamic activity the clam inhabits the depth > 7 m. The adult molluscs have active horizontal motions in summer and concentrate for successful reproduction. The density of *M. stimpsoni* at spawning grounds in Inokov Bay reaches the value 32 specimens · m⁻² with the biomass 1660 g · m⁻² in the limited area at sandy bottom with the depth 12–20 m. The maximal size (shell length) of *M. stimpsoni* registered in Inokov Bay was 70.7 mm with the weight 117 g at the age of 24 years, the mean value of the shell length is 56.8 ± 0.7 mm, weight 51.9 ± 1.49 g. The growth of *M. stimpsoni* could be expressed by von Bertalanffy function $L = 83.9[1 - e^{-0,076(t - 0,171)}]$. The clam reaches commercial size (shell length > 55 mm) in 12–13 years. It has low growth rate during the first years of life and relatively short life history in the Bay because of high hydrodynamic activity. The total stock of *M. stimpsoni* in Inokov Bay exceeds 500 tons.

Двустворчатый моллюск мерценария Стимпсона *Mercenaria stimpsoni* (Gold, 1986) — тихоокеанский приазиатский низкобореальный вид. Обитает у берегов п-ова Корея, Приморья, юго-западного Сахалина, в Татарском проливе, на Южно-Курильском мелководье, а также у Японских островов в верхней сублиторали (1–45 м) на песчаном, илесто-песчаном, гравийном, мелкогалечном и ракушечном грунтах, при плотности поселений до 16 экз./м² (Разин, 1934; Голиков, Скарлато, 1967; Скарлато, 1981; Атлас..., 2000). На шельфе Приморья мерценария является одним из преобладающих по биомассе представителей макробентоса

(Фадеев, 1980; Ромейко, 1985), в связи с чем рассматривается в качестве перспективного для промысла объекта (Разин, 1934; Скарлато, 1981; Арзамасцев и др., 2001). Несмотря на это, сведения по биологии мерценарии из вод северного Приморья, необходимые для организации рациональной эксплуатации ее скоплений, за исключением отрывочных данных по росту (Селин, 1995) в литературе отсутствуют.

Цель нашей работы заключалась в изучении особенностей распределения, размерно-возрастного состава, а также роста мерценарии в водах северного Приморья.

Материал собран в июле—августе 2000 г. в районе мыс Егорова — мыс Счастливого ($44^{\circ}45' - 44^{\circ}51'$ с.ш.) (рис. 1). Для оценки пространственной структуры и плотности поселений мерценарии водолазами ООО “Морское” выполнено 20 водолазных разрезов (5 в июле и 15 в августе) на расстоянии 0,3–0,7 км один от другого. На каждом разрезе сделано по 8 водолазных станций на глубинах 1, 2, 3, 5, 8, 12, 15, 20 м. На каждой станции с рамки площадью $0,25 \text{ м}^2$ до глубины 15–20 см в трех повторностях собирались все моллюски, оставшиеся после просеивания песка через питомзу с ячейей дели 12 мм. Всего исследовано 213 экз. мерценарии. У каждой особи штангенциркулем с точностью до 0,1 мм измеряли длину (L), высоту (H) и ширину (B) раковины; с точностью до 0,1 г определяли общую сырую массу тела (W).

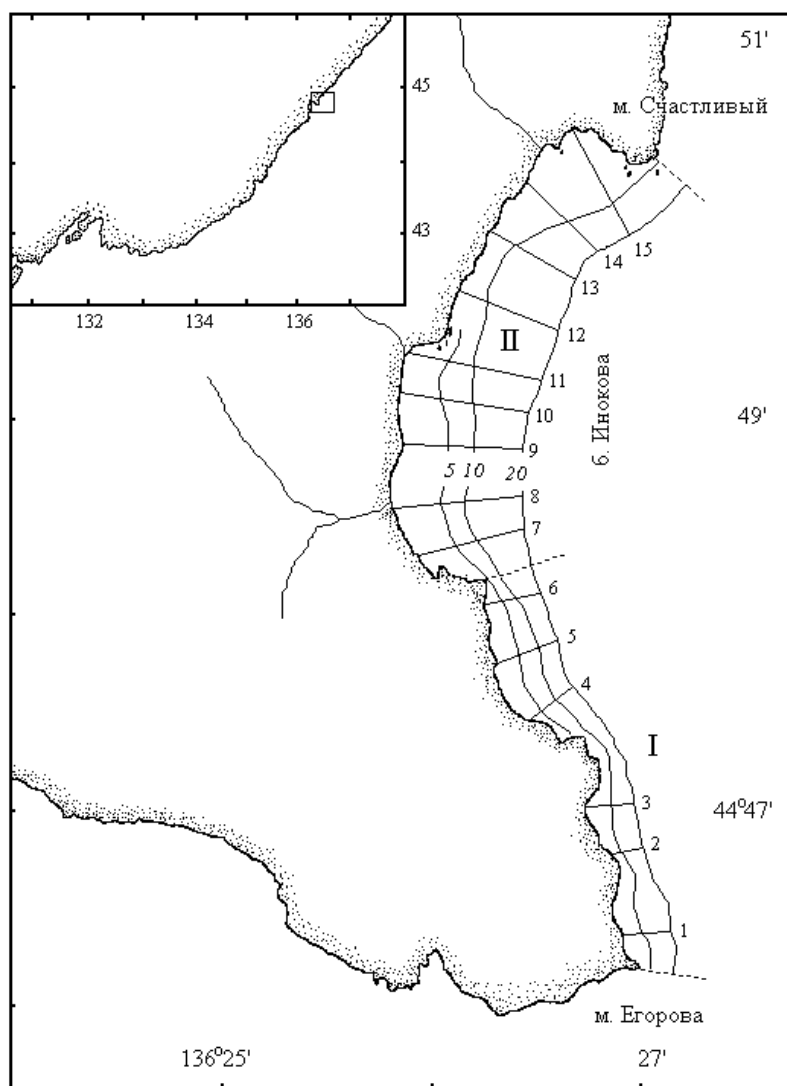


Рис. 1. Карта-схема района работ: 1–15 — гидробиологические разрезы; 10 — — изобаты; I — южный участок; II — северный участок (пояснения см. в тексте)

Fig. 1. The map of investigation region: 1–15 — hydrobiological sections; 10 — — isobaths; I — southern location; II — northern location (see explanations in text)

Общую биомассу мерценарии в исследованном скоплении вычисляли методом зональных средних (Аксютина, 1968). Площадь участков с различной плотностью поселений животных определяли графическим методом.

При определении индивидуального возраста моллюсков в качестве возрастных меток использовали кольца задержки роста, ежегодно формирующиеся на наружной поверхности створок, и соответствующие им структурные метки, хорошо различимые на продольном спиле в наружном слое створки (Золотарев, 1989). Характеристики группового линейного роста получали по длине раковины и индивидуальному возрасту 30 взрослых моллюсков. В качестве модели линейного роста использовали уравнение Берталанфи: $L = L_{\infty} [1 - e^{-k(t - t_0)}]$, где L — длина раковины (мм) моллюска в возрасте t (годы), L_{∞} — “физиологически возможная” предельная длина раковины, получаемая расчетным путем, k — коэффициент, характеризующий скорость затухания процесса роста, t_0 — возраст, в котором длина раковины равна нулю (Алимов, 1981). Изменения линейных пропорций тела в онтогенезе описывали уравнением линейной регрессии $Y = a + bX$; зависимость между длиной и массой тела — уравнением степенной регрессии $W = aL^b$. Для средних значений величин анализируемых параметров приведена стандартная ошибка (SE).

Распределение. Обследованная акватория представляет собой открытый и однородный по степени прибойности участок, типичный для побережья северного Приморья. Общая протяженность его береговой линии составляет 11,5 км. По характеру рельефа и грунтов район можно условно разделить на две части — южную (I) и северную (II).

I. Южная часть (участок побережья, непосредственно прилегающий к мысу Егорова) характеризуется преобладанием неподвижного субстрата. В прибрежной зоне образуются навалы глыб и валунов, размеры которых достигают нескольких метров в поперечнике. Грунты до глубины 10 м валунно-галечные, глубже — галечные и песчано-гравийные. Уклоны дна крутые, а местами отвесные, поэтому здесь происходит сгущение изобат и глубина 20 м находится на расстоянии 300–700 м от берега.

II. Северная часть — собственно бухта Инокова. Это типичная для побережья северного Приморья открытая бухта, приуроченная к долинам двух небольших горных речек. Грунт здесь песчаный; рельеф слабонаклонный: 20-метровая изобата проходит на расстоянии 1,0–1,4 км от берега.

В прибрежных водах обследованного участка мерценария обитает на песчано-гравийном (I) и песчаном грунтах (II) на глубине от 8 до 20 м (предельная глубина исследований). Глубоко в грунт моллюски не зарываются, концентрируясь в его поверхностном слое до глубины 10 см и нередко так, что на поверхности видна часть их раковины.

В южной части района мерценария обнаружена на глубине 15–20 м, плотность поселений составила в среднем $1,6 \pm 0,4$ экз./м², плотность биомассы — $83,1 \pm 19,7$ г/м². В пробах также отмечены двустворчатые моллюски каделла *Cadella lubrica* (до 40 экз./м²) и мактромерис *Macromeris polynima* (до 5 экз./м²). Верхняя граница распространения зарывающихся двустворчатых моллюсков на данном участке лимитируется отсутствием пригодных для их обитания мягких грунтов.

В бухте Инокова на глубине 7–12 м находится поле zostеры *Zostera asiatica*, которая не образует сплошного пояса, а растет отдельными куртинами различной величины. В этом диапазоне глубин среди двустворчатых моллюсков преобладали мегангулюс *Megangulus venulosa* и мактра *Mactra* (*M.*) *chinensis* (до 3 экз./м²), мерценария встречалась единично. Наличие рифелей на поверхности песчаного грунта в бухте Инокова указывает на активное волновое воздействие на глубинах до 7–8 м. В связи с этим верхняя граница распространения двустворчатых моллюсков, очевидно, ограничена нестабильностью грунта, а также

повышенной концентрацией в придонных слоях воды неорганической взвеси, отрицательно воздействующей на жизнедеятельность животных-фильтраторов (Moore, 1977). В закрытых бухтах, подверженных гидродинамическому воздействию среды в меньшей степени, инфаунные моллюски обитают и в нижней литорали (Волова, 1985): в частности, мерценария в зал. Восток начинает встречаться с глубины 1 м (Селин, 1995).

Основные поселения мерценарии в бухте Инокова были приурочены к глубинам 12–20 м. В южной и северной частях бухты плотность поселений и биомассы составила в среднем соответственно $2,1 \pm 0,4$ экз./м² и $109,0 \pm 20,8$ г/м². В центральной части на участке дна шириной около 400–500 м в диапазоне глубин 12–20 м плотность поселений достигала 32 экз./м², а плотность биомассы — 1660 г/м² (в среднем $8,5 \pm 1,1$ экз./м² и $439,1 \pm 55,0$ г/м²) (табл. 1; рис. 2). Общая площадь поселения составила 1,67 км²; численность мерценарии — около 10,46 млн экз., а биомасса — около 543 т.

Таблица 1
Плотность поселений ($N \pm SE$, экз./м²) и биомассы ($B \pm SE$, г/м²) *M. stimpsoni* в бухте Инокова на разных глубинах (август 2000 г.)

Глубина, м	N	B
12	$2,0 \pm 0,4$	$102,8 \pm 22,5$
15	$8,6 \pm 2,0$	$444,3 \pm 105,4$
20	$13,2 \pm 1,5$	$685,1 \pm 78,9$

Следует отметить, что мерценария, как и некоторые другие инфаунные двусторчатые моллюски (Габаев, Олифиренко, 2001), в летний период совершает относительно протяженные пространственные перемещения. Так, в июле при первом рекогносцировочном осмотре бухты Инокова плотность поселений мерценарии была примерно одинаковой по всей бухте (3–5 экз./м²). В августе, как это было показано ранее, плотность поселений моллюсков на периферии бухты была ниже, а в центре — выше июльских величин. Адаптивный смысл внутрисезонного пространственного перераспределения моллюсков может

заключаться в обеспечении успешного воспроизводства вида. На юге Приморья массовый нерест мерценарии происходит в середине—конце лета (Касьянов и др., 1976). Учитывая в среднем более низкие температуры прибрежных вод северного Приморья, можно полагать, что основные сроки нереста мерценарии здесь сдвинуты на конец лета, когда устанавливается максимальная температура поверхностных вод 21–23 °С (Колпаков, Барабанщиков, 2001). При выполнении в 2003 г. в прибрежных водах северного Приморья гидробиологической съемки первое появление в планктоне пелагических личинок мерценарии нами отмечено в середине сентября. Высокая степень агрегированности половозрелых особей в период размножения способствует повышению вероятности оплодотворения яйцеклеток и, следовательно, увеличению эффективности воспроизводства.

Размерно-возрастная структура. Известный предельный возраст мерценарии равен 46 годам (Селин, 1995). В наших сборах моллюск был представлен особями с длиной раковины 14,0–70,7 мм (в среднем $56,8 \pm 0,7$ мм), массой 2–117 г ($51,9 \pm 1,49$ г) в возрасте 4–24 лет (рис. 3). Преобладали моллюски с длиной раковины 52–64 мм (82,9 %). Что касается возраста, то наиболее многочисленны были особи в возрасте 12–18 лет (74,3 %). Отсутствие в наших сборах младших возрастных (и соответственно малых размерных) групп связано в первую очередь с методикой сбора, а также, вероятно, с нерегулярным характером пополнения поселения молодью. Низкая эффективность воспроизводства мерценарии в отдельные годы, по-видимому, определяется негативным воздействием абиотических факторов среды (Селин, 1995). Можно полагать, что в условиях открытого морского побережья основную роль здесь играют межгодовые вариации степени гидродинамического воздействия.

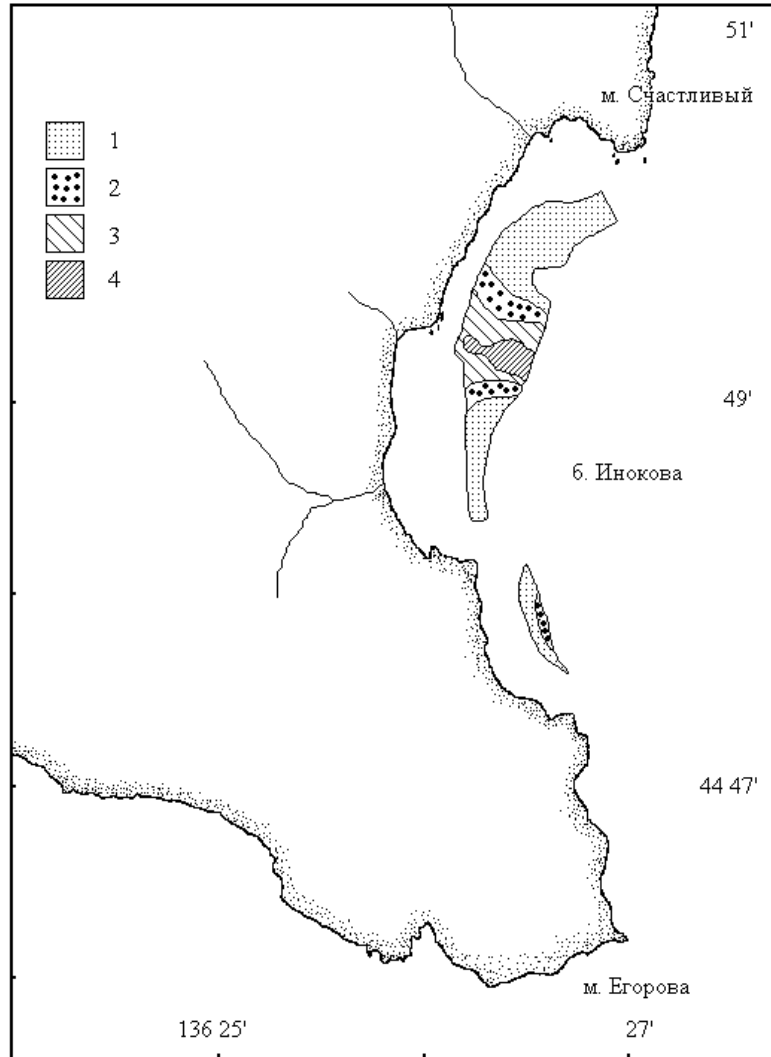
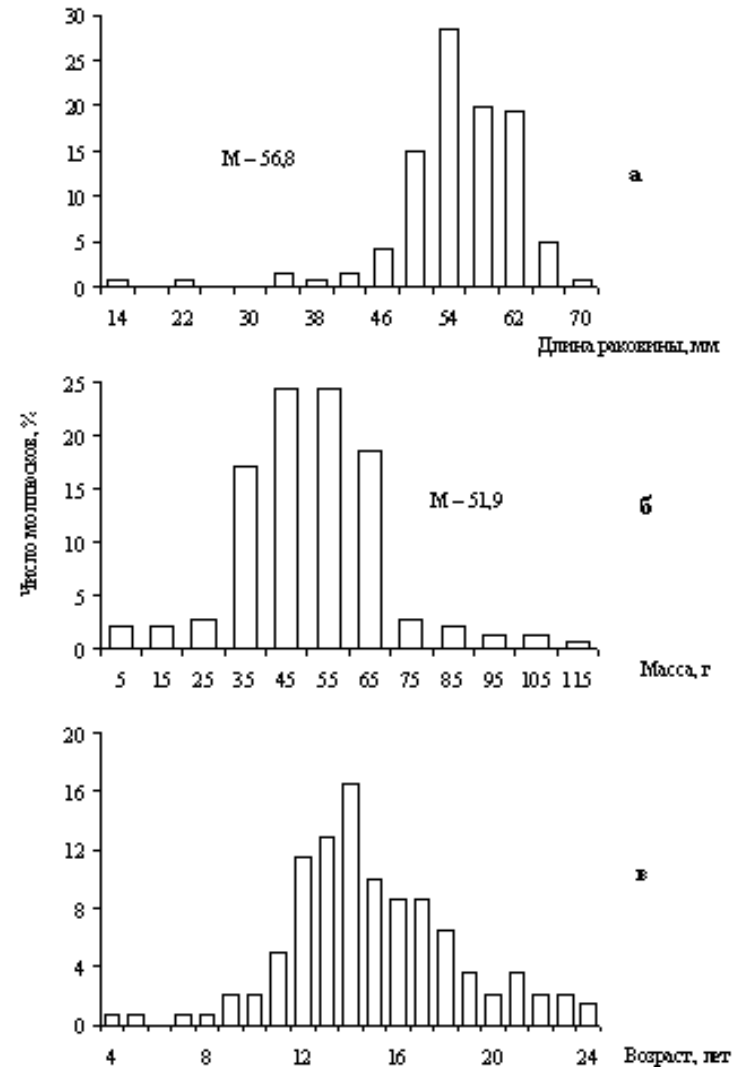


Рис. 2. Распределение мерценарии в бухте Инокова (северное Приморье) в августе 2000 г.: 1 — плотность 0–5 экз./м²; 2 — 5–10 экз./м²; 3 — 10–20 экз./м²; 4 — более 20 экз./м²

Fig. 2. Distribution of *M. stimpsoni* in the Inokov Bay (northern Primorye) in August, 2000: 1 — density 0–5 ind./m²; 2 — 5–10 ind./m²; 3 — 10–20 ind./m²; 4 — more than 20 ind./m²

Рис. 3. Размерный (а), весовой (б) и возрастной (в) состав мерценарии в бухте Инокова (n — 213)

Fig. 3. Size (а), weight (б) and age (в) composition of *M. stimpsoni* in the Inokov Bay (n — 213)



Рост. По нашим данным, наиболее интенсивно мерценария растет в первые 6 лет жизни, когда ежегодные приросты увеличиваются с 4,4 до 6,5 мм в год. В последующем приросты снижаются и у животных старше 15 лет не превышают 1–2 мм в год. Промысловых размеров (длина раковины более 55 мм) моллюски обычно достигают на 12–13-м годах жизни. Максимальная “физиологически возможная” длина раковины $L_{\Gamma\Gamma}$ составила 83,9 мм, величина коэффициента k , характеризующего скорость замедления процесса роста, $-0,076$. Групповой линейный рост может быть описан уравнением:

$$L = 83,9[1 - e^{-0,076(t - 0,171)}].$$

При сравнении наших данных со сведениями по групповому линейному росту мерценарии из других районов Приморья (Селин, 1995) выявлено, что наиболее быстро моллюски растут в зал. Восток, медленнее — в бухте Рудной, а самый медленный рост характерен для животных из бухты Инокова (рис. 4). Различия в темпах роста мерценарии, очевидно, определяются особенностями гидрологического режима сравниваемых районов (Викторовская,

Матвеев, 2000). Вместе с тем для двух последних районов, расположенных сравнительно недалеко друг от друга, различия в темпах роста мерценарии не достоверны, что, вероятно, можно объяснить почти однородными условиями существования моллюсков данного вида в северном Приморье.

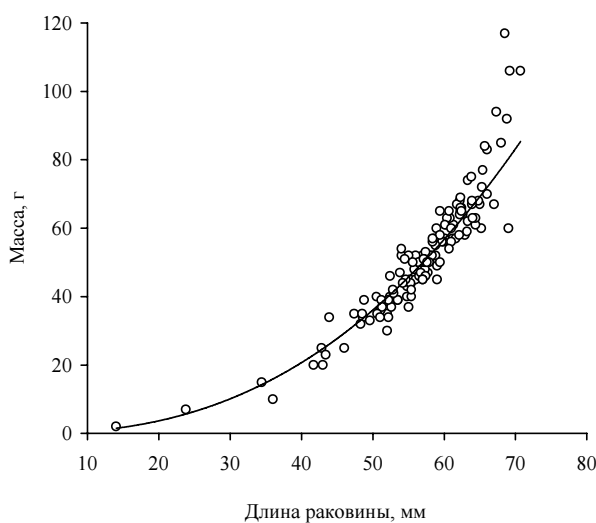


Рис. 4. Зависимость длина—масса у мерценарии из бухты Инокова
Fig. 4. Relationship between shell length and total weight of *M. stimpsoni* in the Inokov Bay

Зависимость между общей сырой массой тела (г) и длиной раковины (мм) описывается уравнением степенной функции вида:

$$W = 0,00216L^{2,485} (R - 0,97, SE - 0,116) \text{ (рис. 5).}$$

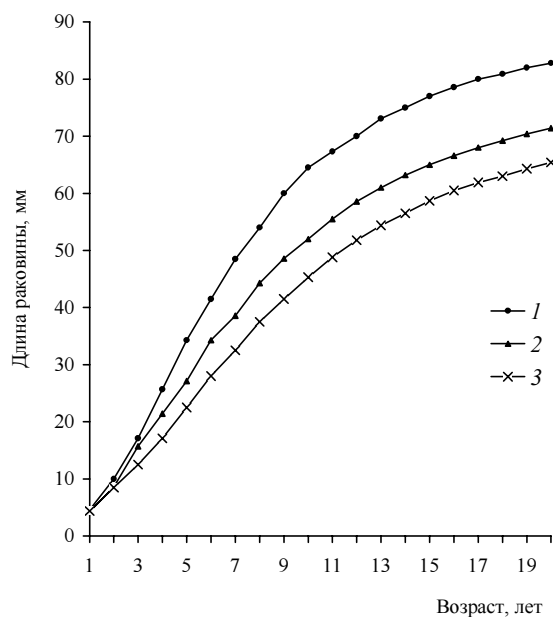


Рис. 5. Эмпирические кривые роста мерценарии в водах Приморья: 1 — зал. Восток; 2 — бухта Рудная; 3 — бухта Инокова, 1 и 2 — по данным Н.И.Селина (1995)

Fig. 5. The empirical growth curves of *M. stimpsoni* in the coastal waters of Primorye: 1 — Vostok Bay; 2 — Rudnaya Bay; 3 — Inokov Bay, 1 and 2 — by N.I.Selin (Селин, 1995)

Угловой коэффициент b в этом уравнении $2,485 < 3,0$, т.е. моллюски растут с отставанием роста массы относительно увеличения размера тела. Анализ онтогенетических изменений формы раковины, характеризующихся изменением пропорций тела, свидетельствует о том, что относительный рост линейных параметров тела моллюсков осуществляется по типу отрицательной аллометрии, когда коэффициент b меньше 1 (табл. 2).

Таблица 2
 Параметры уравнений, описывающих изменения
 линейных характеристик раковин мерценарии
 в бухте Инокова (северное Приморье)

Table 2
 The parameters of equations that accounts the changes
 of the linear characters of *M. stimpsoni* shells
 in the Inokov Bay (northern Primorye)

Уравнение	Коэффициенты		SE_a	SE_b	R
	a	b			
$H = a + bL$	2,320	0,761	1,255	0,022	0,967
$V = a + bL$	1,979	0,426	1,568	0,027	0,861
$V = a + bH$	1,057	0,551	1,523	0,033	0,878

Примечание. R — коэффициент корреляции Пирсона.

Заключение

Результаты наших исследований показывают, что мерценария на шельфе северного Приморья образует значительные скопления с максимальными величинами обилия на песчаном грунте. В условиях открытого морского побережья и высокой гидродинамической активности среды этот вид обитает на глубинах свыше 7 м. В летний период моллюски совершают активные горизонтальные перемещения, достигая к концу августа на ограниченном по площади участке дна высокой плотности (до 32 экз./м²), что способствует увеличению эффективности размножения. Промысловых размеров (длина раковины более 55 мм) моллюски обычно достигают на 12–13-м годах жизни. Максимально установленный возраст составил 24 года. Сравнительно низкие темпы роста мерценарии обусловлены особенностями гидрологического режима рассматриваемого района. Общая биомасса мерценарии в пределах обследованного участка составляет не менее 500 т. Наиболее эффективным промысел мерценарии в водах северного Приморья может быть в августе, когда в скоплениях моллюска отмечена наибольшая степень агрегированности особей.

Авторы выражают благодарность директору ООО “Морское” А.В.Продану за помощь в организации работ, а также Н.И.Селину (ИБМ ДВО РАН) и В.Н.Кобликову (ТИНРО-центр) за критическое прочтение работы и высказанные ценные замечания, учтенные при подготовке рукописи.

Литература

- Аксютин З.М.** Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. — М.: Пищ. пром-сть, 1968. — 288 с.
- Алимов А.Ф.** Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. — Л.: Наука, 1981. — 248 с.
- Арзамасцев И.С., Яковлев Ю.М., Евсеев Г.А. и др.** Атлас промысловых беспозвоночных и водорослей морей Дальнего Востока России. — Владивосток: Аванте, 2001. — 192 с.
- Атлас двустворчатых моллюсков дальневосточных морей России** / Сост. С.В.Явнов. — Владивосток: Дюма, 2000. — 168 с.

Викторовская Г.И., Матвеев В.И. Связь сроков размножения морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* с температурой воды у побережья северного Приморья // Океанология. — 2000. — Т. 40, № 1. — С. 79–84.

Волова Г.Н. Донные биоценозы Амурского залива (Японское море) // Изв. ТИНРО. — 1985. — Т. 110. — С. 111–119.

Габаев Д.Д., Олифиренко А.Б. Рост, запасы и продукция анадары *Scapharca broughtoni* в заливе Петра Великого (Японское море) // Океанология. — 2001. — Т. 41, № 3. — С. 422–430.

Голиков А.Н., Скарлато О.А. Моллюски залива Посьет (Японское море) и их экология // Тр. ЗИН АН СССР. — 1967. — Т. 42. — С. 3–152.

Золотарев В.Н. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков. — Киев: Наук. думка, 1989. — 112 с.

Касьянов В.Л., Кукин А.Ф., Медведева Л.А., Яковлев Ю.М. Сроки размножения и состояние гонад в нерестовый период у массовых видов двустворчатых моллюсков и иглокожих залива Восток Японского моря // Биологические исследования залива Восток. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. — С. 156–167.

Колпаков Н.В., Барабанщиков Е.И. Теплолюбивые виды рыб в водах северного Приморья // Вопр. ихтиол. — 2001. — Т. 41, № 3. — С. 422–424.

Разин А.И. Морские промысловые моллюски южного Приморья // Изв. ТИНРО. — 1934. — Т. 8. — С. 3–100.

Ромейко Л.В. Фауна и экология двустворчатых моллюсков северо-западной части Японского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. — 23 с.

Селин Н.И. Пространственно-временные изменения структуры популяции и рост двустворчатого моллюска *Mercenaria stimpsoni* в Японском море // Биол. моря. — 1995. — Т. 25, № 1. — С. 51–59.

Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана. — Л.: Наука, 1981. — 479 с.

Фадеев В.И. Макробентос верхней сублиторали в районе Сихотэ-Алинского биосферного заповедника // Биол. моря. — 1980. — № 6. — С. 13–20.

Мооре Р.Г. Inorganic particulate suspensions in the sea and their effects on marine animals // Oceanogr. Mar. Biol. Anim. Rev. — 1977. — Vol. 15. — P. 225–363.

Поступила в редакцию 16.01.04 г.