

**ДАННЫЕ ПО БИОЛОГИИ ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА
MACOMA BALTHICA (TELLINIDAE) ИЗ ЭСТУАРИЕВ РЕК ПРИМОРЬЯ**

Е.В. Колпаков

*Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр – ТИНРО-центр,
пер. Шевченко, 4, Владивосток 690022 Россия. E-mail: kolpakovternei@mail.ru*

В работе приводятся сведения по численности и биомассе, размерно-возрастной структуре, относительному и линейному росту двустворчатого моллюска *Macoma balthica* из эстуариев двух рек Приморья: р. Серебрянка (45°05' с.ш.) и р. Суходол (43°13' с.ш.).

**DATA ON BIOLOGY OF BIVALVE MOLLUSK MACOMA BALTHICA (TELLINIDAE)
FROM ESTUARIES OF THE PRIMORYE RIVERS**

E.V. Kolpakov

*Pacific Research Fisheries Center, 4 Shevchenko Lane, Vladivostok, 690022, Russia.
E-mail: kolpakovternei@mail.ru*

Data on quantitative distribution, population structure, growth allometry and age changes in body size of the bivalve mollusk *Macoma balthica* in the estuaries of the two rivers of Primorye: Serebryanka River (45°05' N) and Sukhodol River (43°13' N) – is presented.

Биология двустворчатых моллюсков из эстуарных вод Приморья изучена в разной степени. Наибольшее количество информации существует по *Corbicula japonica* (Мандрыка, 1981; Картаева, 2000; Явнов, Раков, 2002; Раков, Опарей, 2005; Колпаков, 2011). Сведения по другим видам малочисленны (Колпаков, Колпаков, 2005, 2013), либо отсутствуют вовсе.

Цель работы – представить данные по биологии (количественное распределение, размерно-возрастная структура, относительный и линейный рост) *Macoma balthica* из эстуариев рек Приморья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В основу работы положены материалы из эстуариев двух приморских рек (рис. 1). В р. Серебрянка (северное Приморье, 45°05' с.ш.) *M. balthica* (рис. 2) собирали в нижнем течении протоки Колхозная дважды: 25 октября 1999 г. пустые раковины (27 экз.) вручную в прибрежной полосе до глубины 1,5 м и 10 августа 2007 г. живых особей (76 экз.) с борта весельной лодки с глубины 1,5–3,0 м драгой с площадью входного отверстия 1/20 м². В р. Суходол (южное Приморье, 43°13' с.ш.) данные по *M. balthica* (рис. 2) получены в мае-сентябре 2010–2012 гг. попутно во время выполнения гидробиологических съемок. Бентосные пробы до глубины 0,5 м отбирали по всей акватории эстуарной зоны с использованием водолазного дночерпателя (площадь раскрытия 0,03 м², глубина вырезания 0,1–0,25 м, 3 пробы на станцию), на глубинах от 0,5 до 1,3 м – дночерпателя Дулькейта (площадь вырезания 0,13 м², глубина вырезания 0,2–0,25 м, 2 пробы на станцию). Всего собрано и обработано 272 пробы макрозообентоса. Показатели плотности (экз./м²) и биомассы (г/м²) находили как частное от деления общей численности (массы) моллюсков, попавших в учетное орудие лова, на площадь врезания. Видовую принадлежность *Bivalvia* устанавли-

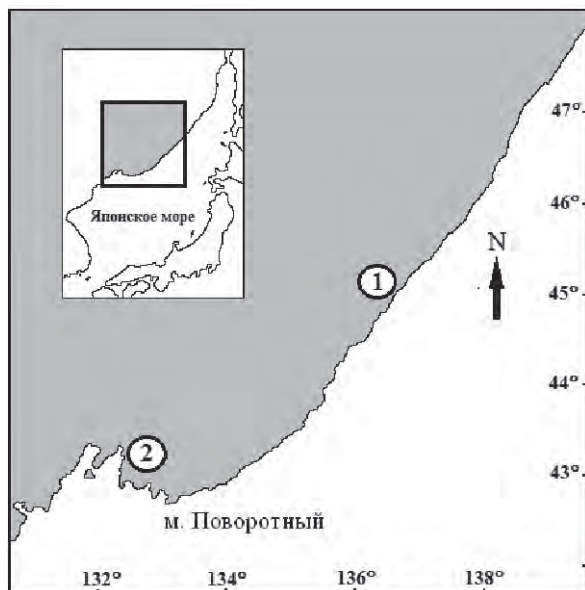


Рис. 1. Карта-схема расположения исследованных водотоков:
1 – р. Серебрянка, 2 – р. Суходол.

ливали по О.А. Скарлато (1981). При проведении биоанализа штангенциркулем с точностью до 0,1 мм измеряли длину (L), высоту (H) и ширину (D) раковины, а на электронных весах с точностью до 0,001 г определяли общую сырую массу (W_{tot}) без учета воды в мантийной полости, массу створок (W_{sh}) и массу мягких тканей (W_w). Перед взвешиванием раковину и мягкое тело обсушивали по отдельности на фильтровальной бумаге. В общей сложности в работу включены промеры 206 экз. Для описания онтогенетических изменений использовали уравнение простой аллометрии: $Y = aL^b$, где Y зависимая переменная ($H, D, W_{tot}, W_{sh}, W_w$); a и b , коэффициенты, определяемые по эмпирическим данным. Индивидуальный возраст оценивали по кольцам задержки роста на поверхности раковины (Золотарев, 1980). Кривые группового

линейного роста строили по результатам измерений длины раковины в периоды зимних остановок роста 50 экз. (по 25 экз. из каждого водотока) дефинитивных размеров. Эмпирические данные возрастных изменений длины раковины аппроксимировали уравнением Берталанфи: $L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$, где L_t – длина раковины (мм) моллюска в возрасте t (годы), L_{∞} – расчетная предельная длина раковины, k – показатель возрастного замедления скорости роста моллюсков, t_0 – возраст, при котором $L_t = 0$. Коэффициенты L_{∞} , k и t_0 находили нелинейным методом наименьших квадратов.

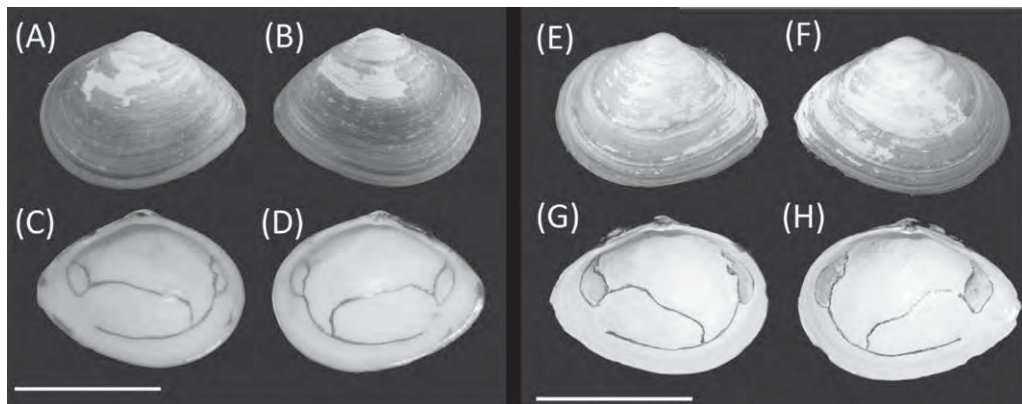


Рис. 2. А, В, С, D. *Macoma (Macoma) balthica* (L., 1758): р. Серебрянка, длина раковины 32,8 мм, высота – 21,5 мм, ширина – 12,3 мм.
Е, F, G, H *Macoma (Macoma) balthica* (L., 1758): р. Суходол, длина раковины 27,4 мм, высота – 19,7 мм, ширина – 11,9 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Во внутренних водах Приморья морской эвригалинный двустворчатый моллюск *M. balthica* достоверно присутствует в составе макрозообентоса эстуариев рр. Тесная,

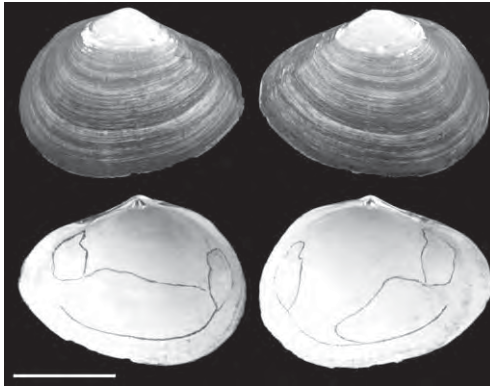


Рис. 3. *Macoma (Macoma) incongrua* (Martens, 1865): оз. Ключи (р. Джигитовка, 44°48' с.ш.), длина раковины 44,6 мм, высота – 33,0 мм, ширина – 16,8 мм.

Гладкая, Раздольная, Суходол, Серебрянка, а также в лаг. Лебяжья (б. Экспедиция) и оз. Благодати (Сихотэ-Алинский биосферный заповедник) (Волова, 1971; Явнов, Раков, 2002; Богатов, Колпаков, 2003; Астахов, Надточий, 2005; Колпаков, 2006; Колпаков, Надточий, 2012). Переисследование собственного материала из оз. Ключи (бассейн р. Джигитовка) показало, что данный водоем в действительности населяет не *M. balthica*, как нами утверждалось ранее (Богатов, Колпаков, 2003), а *M. incongrua*¹ (рис. 3).

Локализация скоплений. В эстуарии р. Серебрянка *M. balthica* имеет ограниченное распространение. Встречается только в протоке Колхозная на илистых и илисто-песчаных грунтах (Предварительные данные..., 1995). Моллюски приурочены к глубоководным участкам дна от 1,5 до 3 м, где, по-види-

мому, в меньшей степени подвергаются влиянию распреснения во время прохождения дождевых паводков. Исключительное обитание *M. balthica* в сублиторали отмечено также в эстуариях Белого моря (Наумов, 2006). На большей площади дна численность животных не превышает 5 экз./м², а биомасса – 11,5 г/м². И только в нижней части протоки у границы ее слияния с основным руслом р. Серебрянка сосредоточены скопления с достаточно высокими показателями обилия: плотность до 150 экз./м², биомасса до 345 г/м² (Предварительные данные ..., 1995). По составу Bivalvia поселение моновидовое. В районе острова глубины до 1 м заселены представителями семейства Euglesidae. Здесь же в обрастаниях *Potamogeton perfoliatus* и *P. pectinatus* периодически летом появляется молодь *Mytilus trossulus*.

В эстуарии р. Суходол *M. balthica* обитает повсеместно в зоне литорали и верхней сублиторали до глубины 1,3 м (предельная глубина исследований) на илистых и илисто-песчаных грунтах с примесью гравия, гальки и ракуши. Литоральные поселения эфемерны, формируются в теплый период года за счет колонизации мигрирующими взрослыми животными и оседающей из планктона молодежи (Колпаков, Надточий, 2012). Моллюски встречаются чаще и обилие их намного выше в приустьевой зоне реки на глубинах свыше 0,5 м. Плотность поселения на этом участке достигает 133 экз./м², биомасса – 231,7 г/м². В целом же количественное развитие *M. balthica* в эстуарии р. Суходол невысокое: средняя численность – 4,3±0,9 экз./м², биомасса – 2,0±0,9 г/м². В пределах эстуарной зоны она совместно сосуществует с другими видами двустворчатых моллюсков. В их число входит *Musculista senhousia*, *Crassostrea gigas*, *Trapezium liratum*, *Mactra quadrangularis*, *Spisula sachalinensis*, *Macoma contabulata*, *M. incongrua*, *Ruditapes philippinarum*, *Mya japonica*, *Potamocorbula amurensis* и *Laternula marilina*.

Размерно-возрастной состав. В наших сборах из нижней части протоки Колхозная (эстуарий р. Серебрянка) *M. balthica* (объединенные данные) представлена особями с длиной раковины от 5 до 35 мм (в среднем 24,8±0,4 мм) в возрасте от 0+ до 12+ лет

1 В водах Приморья этот вид до сих пор не был известен севернее зал. Ольги, 43°42' с.ш. (Скарлато, 1981).

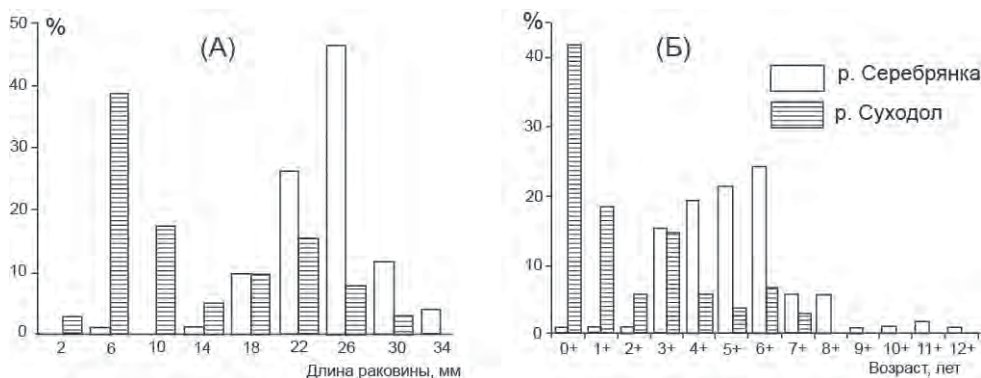


Рис. 4. Размерный (А) и возрастной (Б) состав *Macoma balthica* в эстуариях рек Приморья.

(5,2±0,2 лет) (рис. 4). Основу составляют моллюски средних и крупных размеров 20–28 мм (72,7 %), младших и средних возрастов 3–6+ лет (80,5 %). Размерное распределение унимодалное, возрастное – бимодальное с существенным преобладанием животных в возрасте 6+ лет (24,2 %). Низкая частота встречаемости мелкоразмерных (младшевозрастных) групп, по-видимому, указывает на ослабление процесса пополнения популяции. Так бывает при обострении конкурентных отношений между молодеью и взрослыми моллюсками, при условии высокой численности последних (Curtis, Petersen, 1978).

Выборка *M. balthica* (объединенные данные) из эстуария р. Суходол включала особей с длиной раковины от 3,0 до 29,2 мм (в среднем 13,0±0,8 мм) в возрасте от 0+ до 7+ лет (1,8±0,2 лет) (рис. 4). Преобладали сеголетки и двухлетки (60,1 %) размером 4–12 мм (56,3 %). Частотное распределение животных по длине раковины бимодальное, по возрасту – полимодальное. Пополнение популяции ежегодное. Совершенно иная картина наблюдается при рассмотрении размерно-возрастной структуры *M. balthica* в разных биотопах (рис. 5). Долговременные поселения данный вид образует только в приустьевой зоне. Моллюски здесь доживают до предельных размеров и возрастов. Прочие участки дна заселены исключительно мелкоразмерными неполовозрелыми особями в возрасте до двух лет. Такой неравномерный характер распределения размерного и возрастного составов *M. balthica* свидетельствует о неблагоприятных на большей части эстуария р. Суходол условиях для ее обитания. Основной отход молодежи происходит на первом году жизни. Ранняя гибель моллюсков может обуславливаться низкой соленостью воды и высокой скоростью течения, а на малых глубинах еще и промерзанием грунта в зимний период.

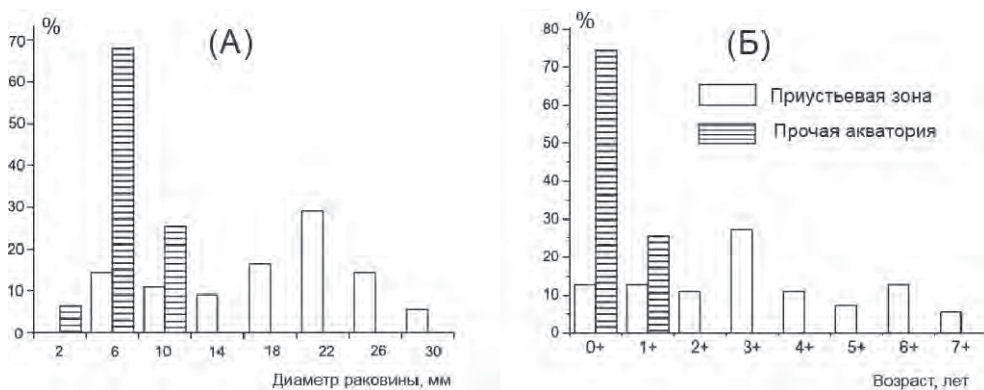


Рис. 5. Размерный (А) и возрастной (Б) состав *Macoma balthica* в эстуарии р. Суходол.

Таблица 1

Параметры уравнений, описывающих связь между линейными характеристиками раковины *Macoma balthica* из эстуариев рек Приморья

Водоём	Коэффициенты			Lim	M ± m	n
	a	b	R ²			
Высота – Длина						
р. Серебрянка	0,9011	0,9463	0,97	5,0–30,0	24,6±0,5	64
р. Суходол	0,9126	0,9416	0,99	5,0–29,4	18,1±1,1	48
Ширина – Длина						
р. Серебрянка	0,2751	1,1617	0,94	5,0–30,0	24,6±0,5	64
р. Суходол	0,2931	1,0922	0,99	5,0–29,4	18,1±1,1	48
Ширина – Высота						
р. Серебрянка	0,3455	1,1932	0,91	4,2–23,4	18,7±0,4	64
р. Суходол	0,3319	1,1527	0,99	4,2–22,5	13,9±0,8	48

Примечание: Здесь и далее по тексту: R² – коэффициент детерминации, Lim – пределы изменчивости признака, M ± m – среднее значение и его ошибка, n – объем выборки, экз.

Стерильные зоны «выселения» у обсуждаемого вида отмечены и в других популяциях (Лабай, 2004; Юргенс, 2006).

Форма раковины. В онтогенезе высота раковины *M. balthica* относительно ее длины изменяется по типу отрицательной, а ширина – положительной аллометрии (табл. 1). При этом одноразмерные моллюски из р. Серебрянка характеризуются большей выпуклостью, чем животные из р. Суходол. Особенно велики различия между крупными особями (рис. 6). В данном случае морфологическую изменчивость раковин, по-видимому, следует рассматривать в зависимости от гранулометрического состава грунта. У зарывающихся видов *Vivalvia* наиболее выпуклые раковины обычно имеют те особи, которые обитают на илистом субстрате (Скарлато, 1981; Селин, 1990). Благодаря увеличению удельной площади поверхности тела моллюски удерживаются в верхних слоях рыхлого осадка (Селин, 2000). Для *M. balthica* это необходимое условие обеспечивающее возможность сбора с

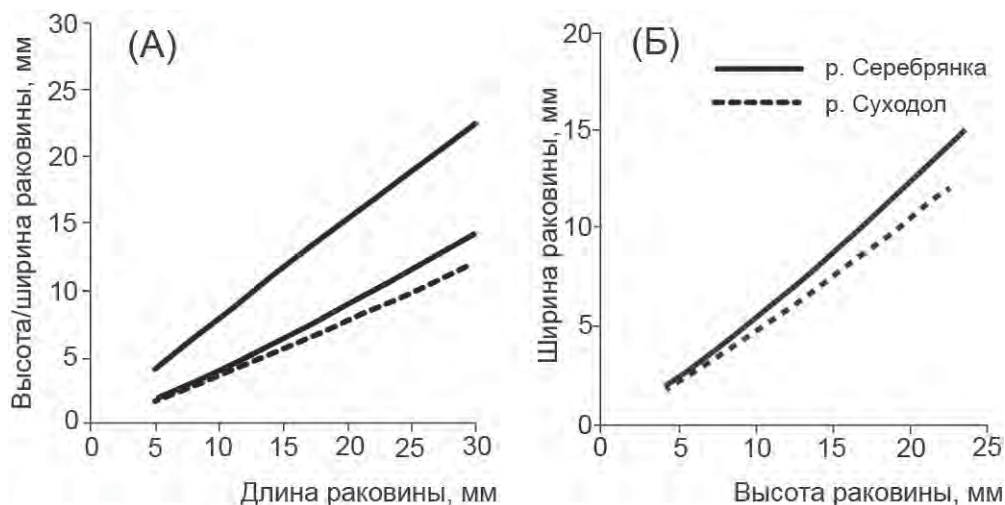


Рис. 6. Теоретические линии соотношений между длиной раковины и высотой (А,верху), длиной и шириной (А,внизу), высотой и шириной (Б) *Macoma balthica* из эстуариев рек Приморья.

Таблица 2

Параметры уравнений, описывающих масс-размерные соотношения *Macoma balthica* из эстуариев рек Приморья

Водоём	Коэффициенты			Lim	M ± m	n
	a	b	R ²			
Общая сырая масса – длина раковины						
р. Серебрянка	0,00003	3,479	0,98	5,0–30,0	24,6±0,5	52
р. Суходол	0,00004	3,236	0,99	4,4–29,1	17,6±1,4	53
Масса створок – длина раковины						
р. Серебрянка	0,00002	3,557	0,97	5,0–30,0	24,6±0,5	52
р. Суходол	0,00002	3,290	0,98	4,4–29,1	17,6±1,4	53
Масса мягких тканей – длина раковины						
р. Серебрянка	0,00001	3,231	0,93	5,0–30,0	24,6±0,5	52
р. Суходол	0,00002	3,090	0,96	4,4–29,1	17,6±1,4	53



Рис. 7. Теоретические линии соотношений между длиной раковины и общей сырой массой (1, 2), длиной раковины и массой створок (3, 4) *Macoma balthica* из эстуариев рек Приморья.

поверхности дна посредством длинного червеобразного вводного сифона пищевых частиц (детрита).

Масс-размерные соотношения. В эстуариях рек Приморья *M. balthica* растет по принципу положительной аллометрии с опережением роста общей сырой массы, массы створок и массы мягких тканей относительно увеличения длины раковины (табл. 2). Полученные значения степенного коэффициента полностью укладываются в пределы известные для этого вида из литературы (Кафанов, 1985). При одинаковых размерах обитатели р. Серебрянка имеют значимо превосходящие показатели общей сырой массы (рис. 7). Различия в аллометрии роста становятся видимыми уже при

длине раковины 10 мм. В основе этих различий находится масса створок. Онтогенетическое возрастание массы скелетных образований моллюсков из североприморской реки связано с формированием у них с каждым последующим размерным классом все более выпуклой и толстостенной раковины (наши данные). По мере роста животных относительный вес раковины увеличивается: в р. Серебрянка с 75,6 до 86,9 % (в среднем 82,4 %) и в р. Суходол с 54,5 до 60,1 % (57,9 %), а масса мягких тканей уменьшается: в р. Серебрянка с 22,4 до 14,3 % (17,2 %) и в р. Суходол с 39,5 до 30,4 % (33,8 %).

Линейный рост. Наиболее интенсивно *M. balthica* растет в первый год жизни. За это время длина раковины моллюсков в среднем увеличивается от 8,3 мм в р. Суходол до 8,5 мм в р. Серебрянка. В последующем темпы роста плавно снижаются и у особей старше 6 лет составляют менее 2 мм в год. Наряду с общей тенденцией замедления с возрастом ежегодного прироста раковины у обсуждаемого вида наблюдаются популяционные различия величины этого показателя (рис. 8). Расхождения по длине раковины проявляются с первого года жизни и сохраняются затем в течение всего периода роста. Построенные нами эмпирические кривые группового линейного роста *M. balthica* удовлетворительно

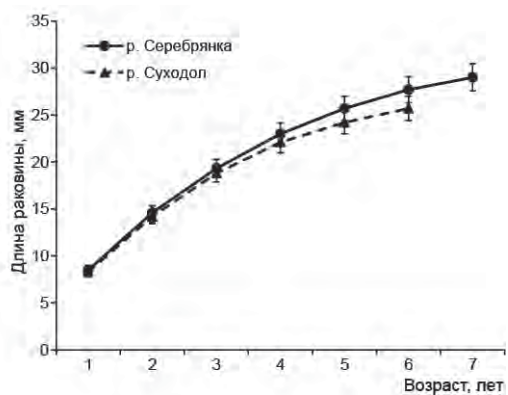


Рис. 8. Возрастные изменения длины раковины у *Mascoma balthica* в эстуариях рек Приморья. Вертикальные линии — 95 % доверительные интервалы

однако скорость оборота органического вещества у них почти в 3 раза ниже. Среднегодовое значение P_s/B -коэффициента, рассчитанное по общему для *M. balthica* уравнению $P_s/B = 43,75 + 10,08 D^{-1,875 \pm 0,146}$ (Гусев, Юргенс-Маркина, 2012), в р. Серебрянка составляет 0,4, в р. Суходол — 1,1.

По своим средним размерам моллюски из приморских популяций превосходят одновозрастных животных рассматриваемого вида из других частей ареала (Green, 1973; Bachelet, 1980; Veukema, Meehan, 1985; Кафанов, 1985; Максимович и др., 1992; Юргенс, 2006; Лабай, Чижиков, 2008). Лишь в одном случае особи из пр. Невельского имеют сопоставимые размеры в возрасте одного года (Лабай, Чижиков, 2008). Вероятными причинами столь высоких темпов роста *M. balthica* в эстуариях рек Приморья являются хороший летний прогрев, высокая соленость воды, а также обилие доступной пищи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты наших исследований показывают, что в эстуариях рек Приморья *M. balthica* обитает на илистых и илисто-песчаных грунтах в зоне литорали и сублиторали. Поселения характеризуются неравномерным количественным распределением, а также неоднородностью размерно-возрастной структуры. В местах массовых скоплений численность моллюсков достигает 150 экз./м², биомасса — 345 г/м², максимальная длина раковины — 35 мм, предельный возраст — 12+ лет. Условия среды являются оптимальными для роста животных.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает свою благодарность к.б.н. П.А. Савельеву (ИБМ ДВО РАН) за изготовление фотографий.

ЛИТЕРАТУРА

- Астахов М.В., Надточий В.А. 2005.** Сообщество корбикулы (*Corbicula japonica*) некоторых эстуарных систем южного Приморья // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток: Дальнаука. Вып. 3. С. 130–138.
- Богатов В.В., Колпаков Е.В. 2003.** Новые сведения о фауне крупных двустворчатых моллюсков внутренних водоемов северо-восточного Приморья // Бюлл. дальневост. малозоологич. общ-ва. Владивосток: Дальнаука. Вып. 7. С. 94–98.

Таблица 3

Параметры уравнений Бергаланфи, описывающих групповой линейный рост *Mascoma balthica* из эстуариев рек Приморья

	р. Серебрянка	р. Суходол
L_{∞}	35,3	29,9
k	-0,253	-0,329
o	-0,060	0,001
n	25	25

аппроксимируются уравнением Бергаланфи (табл. 3). Особи из р. Серебрянка имеют не только превышающую скорость роста, но и более высокую продолжительность жизни. Вследствие этого они достигают больших конечных размеров тела. Од-

- Волова Г.Н. 1971.** Основные биоценозы континентальных водоемов Южного Приморья // Уч. записки Дальневост. гос. ун-та. Т. 15, Вып. 3. С. 32–56.
- Гусев А.А., Юргенс-Маркина Е.М. 2012.** Рост и продукция двустворчатого моллюска *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758) (Cardiida: Tellinidae) в юго-восточной части Балтийского моря // Биол. моря. Т. 38. № 1. С. 57–64.
- Золотарев В.Н. 1980.** Продолжительность жизни двустворчатых моллюсков Японского и Охотского морей // Биол. моря. № 6. С. 3–12.
- Картаева Л.В. 2000.** Размерно-весовая характеристика распределения скоплений корбикулы японской рек Киевка, Лебединой, Раздольной и лагуны Лебяжьей // Изв. ТИНРО. Т. 127. С. 320–325.
- Кафанов А.И. 1985.** Рост и продукция двустворчатого моллюска *Macoma balthica* в лагуне Набиль (северо-восток Сахалина) // Биол. моря. № 6. С. 23–30.
- Колпаков Е.В., Колпаков Н.В. 2005.** Размерно-возрастной состав поселения и рост субтропического двустворчатого моллюска *Nuttallia obscurata* в водах Приморья у северной границы ареала // Биол. моря. Т. 31, № 3. С. 190–193.
- Колпаков Е.В. 2006.** Таксономический состав морских двустворчатых моллюсков Сихотэ-Алинского заповедника (северное Приморье, Японское море) // Бюлл. дальневост. малакологич. общ-ва. Вып. 10. С. 29–36.
- Колпаков Е.В. 2011.** Рост и продолжительность жизни двустворчатого моллюска *Corbicula japonica* (Corbiculidae) в озере Круглое (Тернейский район, Приморский край) // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток: Дальнаука. Вып. 5. С. 160–165.
- Колпаков Е.В., Колпаков Н.В. 2013.** Локальное распространение и экология редкого двустворчатого моллюска *Trapezium liratum* (Trapezidae) в заливе Петра Великого (Японское море) // Бюлл. дальневост. малакологич. общ-ва. Вып. 17. С. 224–232.
- Колпаков Н.В., Надточий В.А. 2012.** Макрозообентос эстуариев южного Приморья: состав, структура, пространственно-временная изменчивость // Мат-лы Всеросс. науч. конф., посвящ. 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО». – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 467–480.
- Лабай В.С. 2004.** Макробентос пролива Невельского // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях. Южно-Сахалинск: Тр. СахНИРО. Т. 6. С. 305–330.
- Лабай В.С., Чижиков С.О. 2008.** Сравнительный анализ параметров роста некоторых крупных двустворчатых моллюсков (Bivalvia) из пресных и солоноватых вод о. Сахалин // Тр. СахНИРО. Т. 10. С. 147–156.
- Максимович Н.В., Герасимова А.В., Кунина Т.А. 1992.** Продукционные свойства поселений *Macoma balthica* L. I Линейный рост // Вестн. ЛГУ. Сер. 3. вып. 4(№24). С. 12–19.
- Мандрыка О.Н. 1981.** Исследование популяций двустворчатого моллюска *Corbicula japonica* Prime из солоноватых озер побережья Японского моря // Вест. ЛГУ. № 15, вып. 3. С. 18–25.
- Наумов А.Д. 2006.** Двустворчатые моллюски Белого моря. Опыт эколого-фаунистического анализа // Исслед. фауны морей. Т. 59(67) СПб.: ЗИН РАН. 367 с.
- Предварительные данные по биологии и состоянию численности некоторых видов рыб прибрежного комплекса и внутренних водоемов Тернейского района. 1995.** Отчет о НИР / ТИНРО. Архив № 21972. Владивосток. 37 с.
- Раков В.А., Опарей А.А. 2005.** Популяционная структура и рост меченых пресноводных и солоноватоводных двустворчатых моллюсков Лазовского района Приморского края // Чтения памяти В. Я. Леванидова. Вып. 3. Владивосток: Дальнаука. С. 432–455.

- Селин Н.И. 1990.** Распределение и рост двустворчатых моллюсков списулы и мактры в заливе Петра Великого // Биол. моря. № 3. С. 28–38.
- Селин Н.И. 2000.** Форма раковины и рост двустворчатого моллюска *Scapharca broughtoni* // Биол. моря. Т. 26. № 3. С. 196–200.
- Скарлато О.А. 1981.** Двустворчатые моллюски умеренных вод северо-западной части Тихого океана // Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР. Вып. 126. С. 1–479.
- Юргенс Е.М. 2006.** Экологическая характеристика моллюска *Macoma balthica* (Linne, 1758) в южной части Балтийского моря. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калининград: КГТУ. 21 с.
- Явнов С.В., Раков В.А. 2002.** Корбикула. Владивосток: ТИНРО-центр. 145 с.
- Bachelet G. 1980.** Growth and recruitment of the tellinid bivalve *Macoma balthica* at the southern limit of its geographical distribution, the Gironde estuary (SW France) // Mar. Biol. V. 59, N. 2. P. 105–117.
- Beukema J. J., Meehan B. W. 1985.** Latitudinal variation in linear growth and other shell characteristics of *Macoma balthica* // Mar. Biol. V. 90. N 1. P. 27–33.
- Curtis M. A., Petersen H. 1978.** Size-class heterogeneity within the spatial distributions of sub-arctic marine benthic populations // Astarte. V. 10. N 2. P. 103–105.
- Green R. H. 1973.** Growth and mortality in an Arctic intertidal population of *Macoma balthica* (Pelecypoda, Tellinidae) // J. Fish. Res. Board Can. V. 30. N 9. P. 1345–1348.