

БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 591.52 : 594.124

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ МАСС-РАЗМЕРНЫХ
СООТНОШЕНИЙ ТРЕХ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ МИТИЛИД (BIVALVIA)
ЯПОНСКОГО МОРЯ**

© 2013 г. Е.Е. Вехова

*Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского
Российской академии наук, г. Владивосток, 690059*

Статья поступила в редакцию 30.06.2009 г.

Окончательный вариант получен 13.11.2012 г.

Изучали особенности изменения масс-размерных соотношений у трех видов митилид из зал. Восток, Японское море. В основе онтогенетических и межвидовых различий лежат возрастные особенности темпов роста массы тела моллюсков. Различия рассматриваются с морфофункциональной позиции в связи с особенностями пространственного распределения моллюсков в прибрежных зонах моря.

Ключевые слова: митилиды, *Mytilus coruscus*, *Modiolus modiolus*, *Crenomytilus grayanus*, зал. Восток, длина раковины, масса тела, возраст.

ВВЕДЕНИЕ

Обычные представители многих донных сообществ гидробионтов южного Приморья мидия Грея *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853), мидия блестящая *Mytilus coruscus* Gould, 1961 и модиолус *Modiolus modiolus* (Linnaeus, 1758), характеризуясь высокой схожестью внешней морфологии и образа жизни, крайне редко встречаются в одном биотопе. Это свидетельствует как о сходстве, так и о различиях их адаптаций к условиям среды, и поэтому *C. grayanus*, *M. coruscus* и *M. modiolus* представляют собой удобные объекты сравнительного анализа для выяснения общих закономерностей распределения прикрепленных моллюсков в верхних отделах моря. С другой стороны, по некоторым данным эти виды митилид являются также промысловыми видами, они широко распространены в прибрежных водах Японского моря и часто их скопления образуют промысловые запасы (Скарлато, 1981; Лутаенко, Ноусворти, 2012).

К настоящему времени накопился довольно обширный багаж данных, касающийся вопросов экологии и биологии исследуемых видов митилид (Марковская, 1952; Садыхова, 1983; Золотарев, 1974, 1989; Comely, 1978, 1981; Вигман, 1979; Селин, 1980, 1984, 1988, 1991; Гоголев, 1983 и др.). Однако в рамках рассматриваемых вопросов все эти данные ограничиваются освещением лишь экологических аспектов возрастных изменений размера (массы) тела какого-то одного из видов моллюсков и не приводят сравнительных данных. До этого исследования была лишь одна попытка сравнительного анализа роста *C. grayanus* и *M. modiolus* из совместных друз на мягких осадках в бух. Витязь (Селин, Понуровский, 1981), а также более ранняя попытка провести сравнительный анализ изменения линейных параметров раковины у мидий *C. grayanus* и *M. coruscus* (Селин, Вехова, 2002).

Целью исследования было сравнить особенности изменения масс-размерных соотношений в онтогенезе, а также возрастных изменений этих показателей у *C. grayanus*, *M. coruscus* и *M. modiolus*. Эти показатели рассматривались в качестве

меры адаптации каждого вида к обитанию в изменчивых условиях верхней сублиторали.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для исследования послужили одиночные мидии и модиолусы из зал. Восток (зал. Петра Великого, Японское море), собранные летом 2002 и 2006 гг. на глубине 0,5-1,5 м с крупных валунов и скал на участке дна, представляющем собой умеренно защищенное побережье выступающего мыса, относящееся к третьему биономическому типу сублиторали, характеризующееся 3-й степенью прибойности (Лукин, Фадеев, 1982) (рис. 1). Сбор одиночных особей позволил нейтрализовать фактор плотности, который является одним из решающих при формировании формы раковины (Seed, 1968).

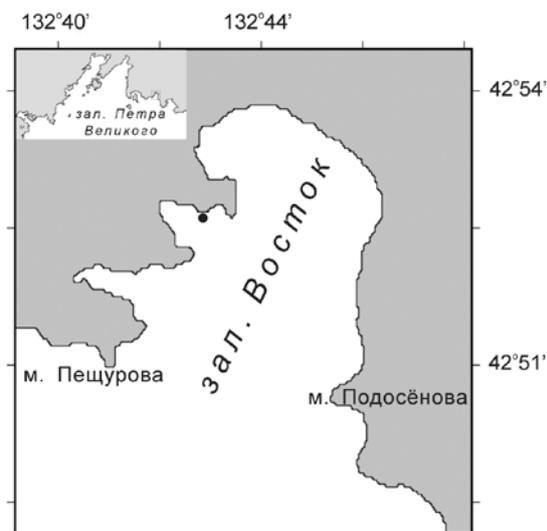


Рис. 1. Карта-схема района исследований и сбора материала в зал. Петра Великого (Японское море).

Fig. 1. Map of the study area with the sampling site in Peter the Great Bay, Sea of Japan.

В лаборатории штангенциркулем с точностью до 0,1 мм определяли линейные параметры раковины моллюсков по общепринятой схеме (Скарлато, 1981). На весах ВЛКТ-500 с точностью до 0,1 г у моллюсков, предварительно осушенных на фильтровальной бумаге, оценивали прижизненную массу тела (W), сырую массу мягких тканей (W_t) и массу раковины (W_s). Результаты измерения длины раковины (L), а также показатели массы использовали для анализа аллометрического роста моллюсков, позволяющего статистически оценить изменения в онтогенезе пропорций их тела. Для анализа аллометрического роста моллюсков послужили 114 экз. *S. grayanus*, 70 экз. *M. modiolus* и 56 экз. *M. coruscus* с длиной раковины 14-120 мм. Результаты измерений параметров раковины у моллюсков послужили основой для расчета уравнений регрессии парных зависимостей, позволяющих статистически оценить изменения в онтогенезе пропорций их тела. В качестве математической модели использовали степенное уравнение $Y = aX^b$ и уравнение $Y = a + b/X$, где Y – зависимая переменная, X – независимая переменная, a и b – коэффициенты, определяемые расчетным путем по эмпирическим данным. Критерием успешного подбора математической модели для описания данных той

или иной парной зависимости послужили высокие показатели совпадения расчетных и эмпирических данных.

Количественные характеристики возрастных изменений массы тела получали ретроспективно по 28 экз. *S. grayanus* (средний размер 96 ± 16 мм), 24 экз. *M. modiolus* (74 ± 30 мм) и 20 экз. *M. coruscus* (86 ± 30.4 мм). Для этого измеряли расстояние от макушки до первого, второго и т.д. кольца задержки роста на поверхности раковины или метки на продольном спице створки, а затем находили среднее значение ее длины и прироста у всех моллюсков выборки на каждый год их жизни. Индивидуальный возраст моллюсков оценивали по кольцам задержки роста на поверхности раковины и по структурным меткам, выделяемым на продольном спице створки (Золотарев, 1989).

Статистическую обработку данных выполняли с использованием обычных приемов корреляционно-регрессионного и дисперсионного анализов на ПК по стандартным алгоритмам, реализованным в ППП Statgraphics Plus for Windows и Microsoft Excel. Различие между одноименными парными зависимостями считали значимым, если сравниваемые линии регрессии различались углом наклона и/или одна из них значительно превышала другую при уровне значимости не менее 95% и высоком значении критерия Фишера (*F*факт.).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изменение в онтогенезе моллюсков показателей массы тела. Анализ коэффициентов соответствующих уравнений простой аллометрии (табл.) свидетельствует, что у *S. grayanus* прижизненная масса тела изменяется относительно длины раковины по типу положительной аллометрии ($b > 3$), у *M. coruscus* и *M. modiolus* – по типу отрицательной аллометрии ($b < 3$). Степенной коэффициент в уравнении зависимости массы сырых мягких тканей от длины раковины у всех моллюсков также меньше трех, что свидетельствует об изменении этого показателя относительно длины раковины по типу отрицательной аллометрии. Масса раковины изменяет в онтогенезе исследуемых видов сходным образом с изменениями их общей прижизненной массы тела. Высокое значение коэффициентов детерминации между зависимыми переменными (99,8-99,5) свидетельствует о тесной взаимосвязи исследованных параметров у моллюсков (табл.).

Сравнительный анализ линий регрессии свидетельствует, что молодые моллюски характеризуются сравнимыми величинами массы тела при несколько более высоких ее значениях у модиолуса. По мере их роста все более отчетливо проявляются межвидовые различия. Среди моллюсков размером более 70 мм мидия Грея характеризуется самой большой массой тела (рис. 2а). Так, у *S. grayanus* размером, например, 80 и 120 мм она составляет в среднем соответственно 65 и 227,6 г. У *M. modiolus* при той же длине раковины она равна соответственно 60,6 и 193 г, а у *M. coruscus* только 54 и 174 г. Попарное сравнение линий регрессии показало, что наблюдаемые различия изменения в онтогенезе моллюсков общей массы тела статистически достоверны (*F*факт. = 18,5-59,5; $p < 0,001$).

Оказалось, что картина изменений массы мягких тканей в онтогенезе моллюсков (рис. 2б) почти такая же, как и общей массы тела: среди молодых особей при равной длине раковины наибольшей массой характеризуется модиолус, а среди особей крупнее 70 мм – *S. grayanus*. Так, при достижении промыслового размера,

когда длина раковины моллюска достигает 100 мм, среди этих видов наибольшими показателями массы мягких тканей характеризуется мидия Грея, у которой она равна 36,8 г, у модиолуса она составляет в среднем 34,3 г, а у мидии блестящей – 34,8 г. Парное сравнение линий регрессии зависимости массы мягких тканей от длины раковины (табл.) показало наличие статистически значимых различий между модиолусом и двумя видами мидий ($F_{\text{факт.}} = 5,2-29,4$; $p < 0,05-0,001$), между *C. grayanus* и *M. coruscus* статистически значимые различия отсутствуют ($F_{\text{факт.}} = 0,3-2,6$; $p < 0,5-0,1$).

Таблица. Параметры уравнений, описывающих взаимосвязь между линейными параметрами раковины и массой тела у *Crenomytilus grayanus*, *Mytilus coruscus* и *Modiolus modiolus*.

Table. Parameters of the equations describing the relationships between the linear characteristics of the shells and body weight in *Crenomytilus grayanus*, *Mytilus coruscus* and *Modiolus modiolus*.

Вид	Коэффициенты		SElna*	SEb	R ²	P
	a	b				
$W = aL^b$						
<i>C. grayanus</i>	0,00008	3,0941	0,1203	0,0292	99,2	<0,001
<i>M. coruscus</i>	0,00018	2,8770	0,1689	0,0404	96,0	<0,001
<i>M. modiolus</i>	0,00022	2,8587	0,1019	0,0241	99,2	<0,001
$W_t = aL^b$						
<i>C. grayanus</i>	0,00004	2,9438	0,1386	0,0336	98,8	<0,001
<i>M. coruscus</i>	0,00007	2,8441	0,2020	0,0482	95,1	<0,001
<i>M. modiolus</i>	0,00012	2,7281	0,0980	0,0231	99,2	<0,001
$W_s = aL^b$						
<i>C. grayanus</i>	0,00004	3,1116	0,1424	0,0340	99,3	<0,001
<i>M. coruscus</i>	0,00014	2,7704	0,2389	0,1520	93,0	<0,001
<i>M. modiolus</i>	0,00010	2,8394	0,1028	0,0242	99,5	<0,001
$W_t/W = a+b/L$						
<i>C. grayanus</i>	26,0188	256,0600	0,7824	33,684	38,8	<0,001
<i>M. coruscus</i>	28,0798	363,3410	0,5516	30,076	39,2	<0,001
<i>M. modiolus</i>	28,6225	136,1210	0,5726	25,672	33,8	<0,001

Примечание: *Для соотношения W_t/W приведено SEa . SE – стандартная ошибка; R^2 – коэффициент детерминации, %; P – уровень значимости; остальные обозначения в тексте.

Notes: *Indicates that for body weight relationships (W_t/W) SEa is given. SE is the standard error; R^2 is the coefficient of determination; P is the significance level; see the text for the remaining designations.

Сравнительный анализ линий регрессии показал, что наименее тяжелую раковину имеет модиолус, тогда как мидия Грея имеет наиболее тяжелую раковину. Для мидии блестящей характерно промежуточное значение этого показателя. Особенно отчетливо это прослеживается у моллюсков с длиной раковины более 70 мм (рис. 2в). Так, например, при длине раковины 120 мм ее масса достигает у первого вида 118 г, а у второго и третьего – 84 и 80 г, соответственно. Парное сравнение линий регрессии показало, что наблюдаемые различия между видами

значимы для соотношения изменения массы раковины относительно ее длины в онтогенезе моллюсков ($F_{\text{факт.}} = 16,5-77; p < 0,001$).

Анализ этой зависимости и онтогенетических изменений у разных видов отношения массы тканей к общей массе тела, аппроксимированных уравнением обратной зависимости (табл.), показывает, что с ранних этапов онтогенеза *M. coruscus* характеризуется наиболее высокими значениями этого показателя, тогда как у модиолуса в этот период он самый низкий (рис. 2г). У моллюсков крупнее 60 мм показатели отношения массы тканей к общей массе тела отчасти изменяется: у *M. coruscus* он остается наиболее высоким, а наиболее низким становится у *S. grayanus*. Попарное сравнение линий регрессии показало, что наблюдаемые различия статистически достоверны ($F_{\text{факт.}} = 6,9-32,9; p < 0,001$).

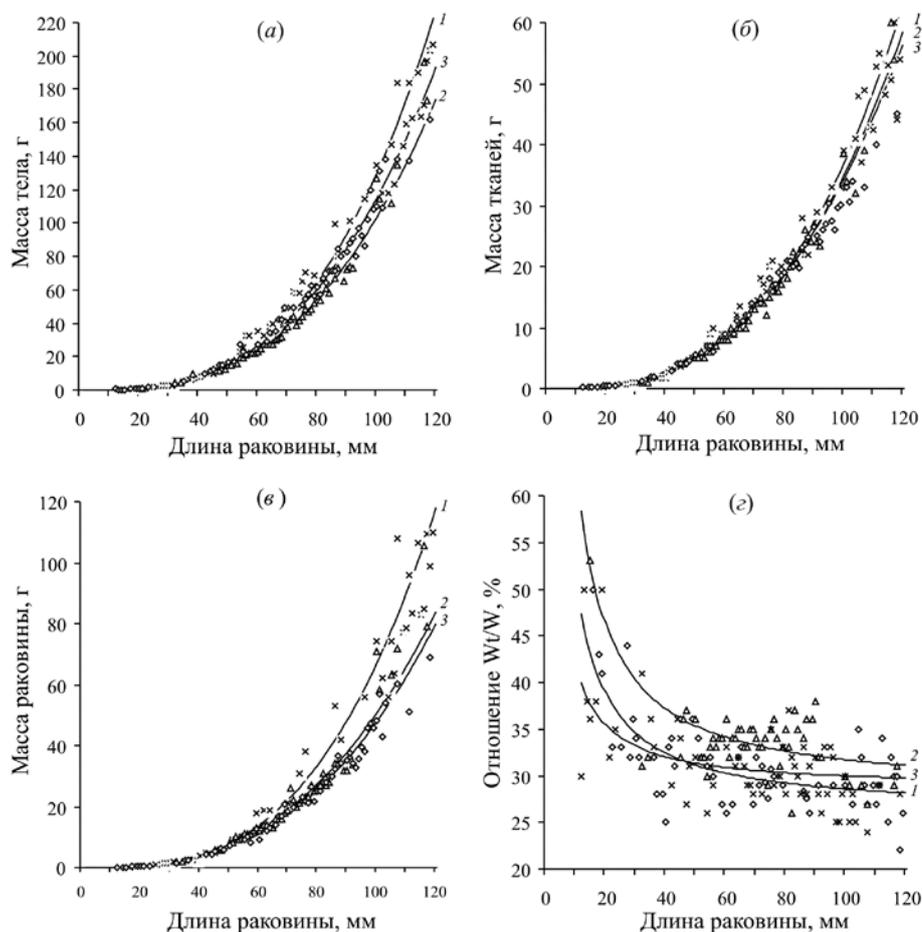


Рис. 2. Изменение в онтогенезе соотношения между размером и показателями массы тела у *Crenomytilus grayanus* (1), *Mytilus coruscus* (2) и *Modiolus modiolus* (3).

Fig. 2. Ontogenetic changes of the relation between the linear characteristics of the shell and in the body weight in *Crenomytilus grayanus* (1), *Mytilus coruscus* (2) and *Modiolus modiolus* (3).

Возрастные изменения массы тела. Проведенное нами исследование роста моллюсков трех видов из поселений на твердых грунтах показало, что возрастное изменение массы тела у каждого из них происходит по одному и тому же принципу экспоненциального роста, которая хорошо описывается S-образной кривой (рис. 3). Наиболее значительные ежегодные приросты массы тела в первые годы жизни характерны для *M. coruscus* (рис. 3а). Максимальные значения наблюдаются на 4 год жизни, когда прирост в среднем составляет более 20 г/год. После этого он начинает

постепенно снижаться и у моллюсков старше 16-17 лет, обычно не превышает 2 г/год.

У *M. modiolus* ежегодный прирост массы тела не достигает столь значительных величин, как у *M. coruscus*. У 1-5-летних особей прирост массы сравнительно медленно увеличивается, достигая максимального значения на шестой год жизни моллюсков. На этом году жизни модиолусов он составляет в среднем 14,0 г/год. Затем прирост сокращается, но не столь резко, как у *M. coruscus* и к 20 годам жизни моллюска так же составляет в среднем около 2 г/год (рис. 3а).

Но еще медленнее с возрастом увеличивается масса тела у мидии Грея, у которой максимальный прирост массы отмечен лишь на 8-ом году жизни и составляет в среднем 13 г/год. Результаты сравнительного анализа показывают, что среди исследуемых видов моллюсков *C. grayanus* характеризуется не только наименьшей скоростью увеличения ежегодного прироста массы и его малым максимальным значением, но и самым медленным последующим его снижением. Достаточно отметить, что ежегодный прирост у моллюсков даже в возрасте 25-28 лет несравненно выше, чем у двух других видов (3-6 г/год).

В соответствии с динамикой ежегодных приростов происходит изменение массы тела моллюсков. Отчетливо видно (рис. 3б), что при равном возрасте среди относительно молодых особей наибольшую массу тела имеет *M. coruscus*. В то же время в первые годы жизни масса тела у модиолуса несколько выше, чем у мидии Грея. Однако у последнего вида наиболее продолжительный период относительно интенсивного роста, в результате чего уже в возрасте 18-19 лет мидия Грея существенно тяжелее модиолуса и не отличается от *M. coruscus*.

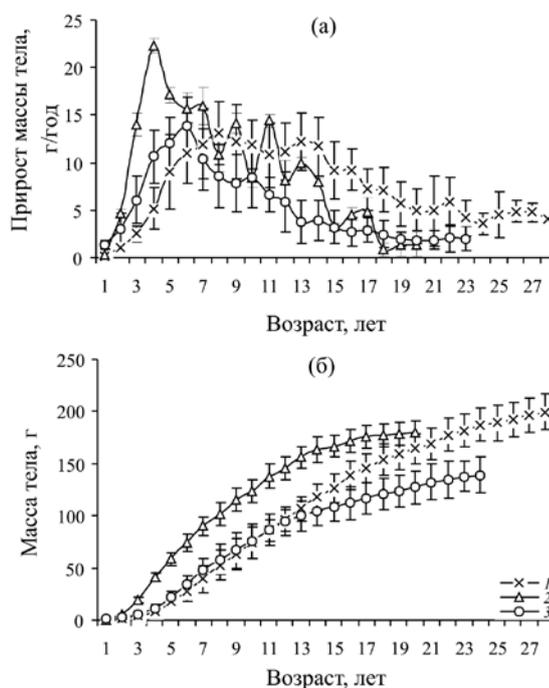


Рис. 3. Возрастные изменения ежегодных приростов массы тела (а) и прижизненной массы тела (б) у *Crenomytilus grayanus* (1), *Mytilus coruscus* (2) и *Modiolus modiolus* (3). Вертикальные линии – стандартное отклонение.

Fig. 3. Age changes of the annual increments of body weight (a) and vital body weight (b) in *Crenomytilus grayanus* (1), *Mytilus coruscus* (2) and *Modiolus modiolus* (3). Vertical lines – standard deviation.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенного исследования показали, что онтогенетическая изменчивость масс-размерных соотношений исследуемых видов не противоречит общим принципам аллометрического роста животных, в том числе и представителей данной группы моллюсков (Винберг, 1966, 1971; Алимов, Голиков, 1974; Мина, Клевезаль, 1976; Селин, Понуровский, 1981). Вместе с тем видно (табл.), что в онтогенезе у разных видов изменение масс-размерных соотношений происходит по разному типу.

Стабильность моллюсков на грунте тесно связана с особенностью изменения в онтогенезе показателей массы (прижизненной массы, массы мягких тканей и массы раковины). Результаты показали, что при равной длине раковины несколько большую прижизненную массу имеет *C. grayanus* (рис. 2б). Однако наиболее высоким значением отношения массы мягких тканей к общей массе тела характеризуется *M. coruscus*, т.е. этот вид имеет сравнительно легкую раковину (рис. 2в) и хорошо развитые внутренние органы, включая ногу, систему желез, участвующих в образовании более толстых прочных не многочисленных нитей биссуса (Селин, Вехова, 2002; Селин, Вехова, 2004). *C. grayanus* при том же размере тела имеет гораздо более массивную раковину, меньшую относительную массу мягких тканей (рис. 2 в и г) и, следовательно, в меньшей степени развитый биссусный аппарат, что, очевидно, ограничивает ее распространение на мелководные участки побережий с активным воздействием волн (Селин, Вехова, 2004; Вехова, 2007). В известной мере это подтверждают результаты исследования других масс-размерных соотношений мидий и модиолуса.

Результаты этого сравнительного анализа являются довольно показательными при интерпретации адаптивных черт моллюсков в связи с особенностями их вертикального распределения. Можно предполагать, что относительно легкая мидия *M. coruscus* хорошо соответствует обитанию в зоне активной гидродинамики, в отличие от массивной *C. grayanus* и тем более *M. Modiolus*, который характеризуется такими качествами как относительно легкая тонкостворчатая раковина и хорошо развитые внутренние органы (рис. 2, табл.). Это отражает адаптацию модиолуса к обитанию на смешанных и мягких грунтах в условиях постоянного накопления осадка и опасности чрезмерного погружения в него. Для моллюсков, обитающих в таких условиях коэффициент b в уравнении взаимосвязи размера тела и массы створок обычно меньше 3 (Thayer, 1975). По литературным данным также известно, что фиксации модиолуса на мягких донных осадках способствуют и многочисленные щетинистые выросты периостракума, аналогично тому, как для многих закапывающихся двустворчатых моллюсков многие исследователи усматривают адаптивный смысл в наличии скульптурных образований на поверхности раковины (Seilacher, 1972; Thomas, 1975; Stanley, 1981, 1988). Не меньшее значение для выживания модиолуса в этих условиях имеют особенности строения биссуса, состоящего из более многочисленных тонких биссусных нитей, которые служат для «заякоривания» моллюска на рыхлом илистом субстрате и препятствующие погружению в его толщу (Селин, Вехова, 2004; Вехова, 2007).

Масса тела мидий и модиолуса с возрастом изменяется по S-образной кривой, что характерно для возрастной динамики этого процесса у других организмов, в том числе и у других видов моллюсков (Мина, Клевезаль, 1976; Алимов, 1981; Селин,

Латыпов, 2006), т.е. в первые годы жизни прирост массы возрастает, а при достижении какого-то возраста (размера) начинает снижаться.

Вместе с тем полученные данные показывают, что у разных видов моллюсков возрастные изменения массы тела протекают с разной интенсивностью. Отчетливо видно (рис. 3), что при равном возрасте среди относительно молодых особей наибольшую массу тела имеет *M. coruscus*. В то же время в первые годы жизни масса тела у модиолуса несколько выше, чем у мидии Грея. Однако у последнего вида наиболее продолжительный период относительно интенсивного роста, в результате чего уже в возрасте 18-19 лет мидия Грея существенно тяжелее модиолуса и не отличается от *M. coruscus*.

Результаты сравнительного исследования показывают, что онтогенетические и возрастные изменения массы тела моллюсков демонстрируют одни и те же особенности роста исследуемых видов. Наблюдаемые межвидовые различия отражают адаптации моллюсков к комплексу факторов среды и проявляются всякий раз, когда виды оказываются в сходных условиях обитания. Это подтверждают и литературные данные. Например, установлено, что мидия Грея и модиолус в совместных поселениях на мягких грунтах растут также неравнозначно. При этом модиолус в первые годы жизни растет несколько интенсивнее, чем мидия Грея, но имеет не столь продолжительный период относительно интенсивного роста и поэтому со временем *S. grayanus* превосходит его в размерах тела (Селин, Понуровский, 1981). По данным И.А. Садыховой (1983) мидия Грея является медленно растущим видом и характеризуется замедлением абсолютного роста с первого года жизни.

Картину, сходную с отмеченной нами для моллюсков из поселения на естественных субстратах в зал. Восток, можно наблюдать и для другой пары видов из бух. Витязь (зал. Посъета Японского моря), где было отмечено сообщество животных на антропогенном субстрате (Брыков и др., 1980). Установлено, что в обрастании железных якорных цепей *M. coruscus* растет гораздо интенсивнее *S. grayanus* (Селин, 1980, 1988). Достаточно отметить, что промысловых размеров (длина раковины более 100 мм) первый вид достигает на 5-ом году жизни, а второй лишь на 7-9-ом, а модиолус лишь на 13-15 году жизни, о чем свидетельствуют многочисленные литературные данные (Садыхова, 1983; Мандрыка и др., 1983; Гоголев, 1983; Селин, 1984, 1988, 1991; Селин и др., 1991).

Полученные данные хорошо согласуются с общей картиной пространственного распределения мидий и модиолуса, которая в значительной мере определяется их термотолерантностью и предпочтением для обитания тех или иных грунтов (Zhirmunsky, 1973; Скарлато и др., 1967; Скарлато, 1981). Так, *M. coruscus* успешно заселяет открытые, сравнительно прибойные, скальные участки побережий в верхней сублиторали, где вполне успешно способен противостоять значительному гидродинамическому воздействию. В прибрежных водах Японского моря этот теплолюбивый вид обитает преимущественно на глубине от 0,2 до 3-5 м (Скарлато, 1981), а южнее, при более значительном прогреве водной толщи, распространяется до глубины 20 м (Higo et al., 1999). Случаи заселения *M. coruscus* мягких грунтов не известны. *S. grayanus* обитает на скалах, валунах и каменистых грунтах с примесью гальки и ракуши в гораздо более широком диапазоне глубин от мелководья до 60 м (Скарлато, 1981; Higo et al., 1999; Лутаенко, Ноусворти, 2012). В массовых

количествах этот вид встречается в защищенных от прибоя заливах и бухтах на небольшой глубине от 0,5 до 1,0 м. У открытых побережий на этой глубине он малочислен и находится в угнетенном состоянии (Селин, 1991), а хорошо развитые агрегации и поселения в целом образует глубже 3-5 м. Довольно эвритопный и *M. modiolus*, отмеченный в заливах и бухтах на илисто-песчано-алевритовых грунтах, среди валунов и крупной гальки от литорали до 200 м (Скарлато, 1981; Coan et al., 2000). Однако, как и мидия Грея, он малочислен на литорали и крайне редок в местах с активной гидродинамикой, но активно селится и хорошо выживает на защищенных от волнобоя участках дна с преобладанием мягких осадков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного исследования наглядно показали, что двустворчатые моллюски *S. grayanus*, *M. coruscus* и *M. modiolus* имеют как сходные черты организации, связанные с их прикрепленным образом жизни, так и существенные различия, отражающие длительный процесс адаптации каждого вида к обитанию в определенных условиях. Совокупность этих особенностей заключается в выработке моллюсками приспособительных черт, обеспечивающих им стабильное положение и нормальное осуществление всех других жизненных функций, которые проявляются еще сильнее всякий раз, когда моллюски оказываются в сходных условиях.

Таким образом, пространственное распределение этих моллюсков довольно отчетливо коррелирует с исследованным комплексом адаптивных черт. Проведенный сравнительный анализ показал, что *M. coruscus* характеризуется наиболее высоким значением отношения массы мягких тканей к общей массе тела, чем два других вида. Этот вид имеет сравнительно легкую раковину и хорошо развитые внутренние органы (системы желез ноги), участвующих в образовании прочного биссуса и мощные биссусные ретракторы ноги, что также обуславливает успех стабильного положения моллюска. *S. grayanus* при том же размере тела имеет гораздо более массивную раковину, меньшую относительную массу мягких тканей и в меньшей степени развитый биссусный комплекс, что, очевидно, ограничивает ее распространение на мелководные участки побережий с активным воздействием волн. Качества, свойственные *M. modiolus*, в том числе, относительно легкая тонкостворчатая раковина, скорее всего, отражают приспособленность этого моллюска к обитанию в условиях накопления осадка и опасности чрезмерного погружения в него.

Благодарности

Данная работа поддержана Фондом содействия отечественной науке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Л.: Наука, 1981. 248 с.
- Алимов А.Ф., Голиков А.Н. Некоторые закономерности соотношения между размерами и весом у моллюсков // Зоол. журнал. 1974. Т. 53. Вып. 4. С. 517-530.
- Брыков В.А., Левин В.С., Овсянникова И.И., Селин Н.И. Вертикальное распределение массовых видов организмов в обрастании якорной цепи в бухте Витязь // Биол. моря. 1980. № 6. С. 27-34.
- Вехова Е.Е. Сравнительная морфология биссусных нитей трех представителей семейства Mytilidae (Bivalvia) из Японского моря // Зоол. журнал. 2007. Т. 86. № 2. С. 154-162.

Вигман Е.П. О темпах роста *Crenomytilus grayanus* (Cyrtodontida, Mytilidae) в бухте Восток залива Петра Великого // Зоол. журнал. 1979. Т. 58. Вып. 4. С. 605-607.

Винберг Г.Г. Скорость роста и интенсивность обмена у животных // Успехи современной биологии. 1966. Т. 61. № 2. С. 274-293.

Винберг Г.Г. Линейные размеры и масса тела у животных // Журн. общей биологии. 1971. Т. 32. Вып. 6. С. 714-722.

Гоголев А.Ю. Агрегированность и темп роста *Mytilus coruscus* (Bivalvia, Mytilidae) в заливе Восток Японского моря // Докл. АН СССР. 1983. Т. 271. № 4. С. 1012-1015.

Голиков А.Н., Скарлато О.А. Моллюски залива Посъет (Японское море) и их экология // Тр. Зоол. Ин-та АН СССР. 1967. Т. 42. С. 5-152.

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

Золотарев В.Н., Селин Н.И. Возрастные изменения морфологии раковины у мидии Грея. Сб. Биология мидии Грея. М.: Наука, 1983. С. 73-82.

Лукин В.И., Фадеев В.И. Особенности планирования гидробиологических работ на акваториях большой протяженности. Сб. Подводные гидробиологические исследования. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 13-20.

Лутаенко К.А., Ноусворти Р. Дж. Каталог современных двустворчатых моллюсков континентального побережья Японского моря. Владивосток: Дальнаука, 2012. 247 с.

Марковская Е.Б. К биологии мидии залива Петра Великого // Изв. ТИНРО. 1952. Т. 37. С. 163-175.

Мандрыка О.Н., Краснов Е.В., Селин Н.И. Экологические аспекты роста мидии Грея в заливе Посъета. Сб. Биология мидии Грея. М.: Наука, 1983. С. 69-72.

Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. М.: Наука, 1976. 219 с.

Садыхова И.А. Рост мидии Грея в заливе Петра Великого (Японское море). Сб. Биология мидии Грея. М.: Наука, 1983. С. 62-68.

Селин Н.И. Рост мидии Грея на искусственных субстратах в заливе Посъета Японского моря // Биол. моря. 1980. № 3. С. 97-99.

Селин Н.И. Особенности роста мидии Грея в связи со степенью агрегированности особей // Биол. моря. 1984. № 3. С. 50-56.

Селин Н.И. Размерно-возрастной состав поселений и рост мидии *Mytilus coruscus* в заливе Петра Великого Японского моря // Биол. моря. 1988. № 5. С. 45-49.

Селин Н.И. Структура поселений и рост мидии Грея в сублиторали Японского моря // Биол. моря. 1991. № 2. С. 55-63.

Селин Н.И., Жирмунский А.В., Левин В.С., Понуровский С.К., Маточкин А.Г. Состав и распределение макроэпибентоса в Амурском заливе Японского моря // Биол. моря. 1991. № 6. С. 61-69.

Селин Н.И., Вехова Е.Е. Морфология двустворчатых моллюсков *Crenomytilus grayanus* и *Mytilus coruscus* в связи с особенностями их пространственного распределения в верхней сублиторали // Биол. моря. 2002. Т. 28. № 3. С. 228-232.

Селин Н.И., Вехова Е.Е. Динамика образования биссусных нитей у *Crenomytilus grayanus* и *Modiolus modiolus* (Bivalvia) при повторном прикреплении к субстрату // Биол. моря. 2004. Т. 30. № 6. С. 476-478.

Селин Н.И., Латыпов Ю.Я. Особенности распределения, состав поселений и рост *Septifer bilocularis* (Bivalvia: Mytilidae) на рифах юга Вьетнама // Биол. моря. 2006. Т. 32. № 2. С. 108-114.

Селин Н.И., Понуровский С.К. Некоторые особенности роста мидии Грея и модиолуса длиннощетинкового в бухте Витязь залива Посъета Японского моря // Биол. моря. 1981. № 6. С. 75-77.

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

Скарлато О.А., Голиков А.Н., Василенко С.В., Цветкова Н.Л., Грузов Е.Н., Несис К.Н. Состав, структура и распределение донных биоценозов в прибрежных водах залива Посъет (Японское море) // Исслед. фауны морей. 1967. Т. 5(13). С. 5-61.

Coan E.V., Scott P.V., Bernard F.R. Bivalve seashells of western North America. Marine bivalve mollusks from arctic Alaska to Baja California. Santa Barbara: Santa Barbara Museum of Natural History, 2000. 766 p.

Comely C.A. *Modiolus modiolus* (L.) from the Scottish west coast. I. Biology // *Ophelia*. 1978. V. 17. № 2. P. 167-193.

Comely C.A. The physical and biochemical condition of *Modiolus modiolus* (L.) in selected Shetland voes // *Proc. Roy. Soc. Edinburg*. 1981. V. 80B. P. 299-321.

Higo S., Callomon P., Goto Y. Catalogue and bibliography of the marine shell-bearing mollusca of Japan. Gastropoda. Bivalvia. Polyplacophora. Scaphopoda. Elle Sci. Publ, 1999. 748 p.

Seed R. Factors influencing shell shape in the mussel *Mytilus edulis* // *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 1968. V. 48. Pp. 561-584.

Seilacher A. Divaricate patterns in pelecypod shells // *Lethaia*. 1972. V. 5. P. 325-343.

Stanley S.M. Infaunal survival: alternative functions of shell ornamentation in the Bivalvia (Mollusca) // *Paleobiology*. 1981. V. 7. P. 384-393.

Stanley S.M. Adaptive morphology of the shell in bivalves and gastropods // *The Mollusca*. Vol. 11; Form and function. London: Academic Press. 1988. P. 105-141.

Thayer C.W. Morphological adaptations of benthic invertebrates to soft substrata // *J. Mar. Res.* 1975. V. 33. P. 177-189.

Thomas R.D.K. Functional morphology, ecology, and evolutionary conservatism in the Glycymerididae // *Palaeontology*. 1975. V. 18. P. 217-254.

Zhirmunsky A.V. Vertical distribution and cellular heat resistance of bottom animals from the Posyet Bay (Japan Sea) // *Helgol. wiss. Meeresuntersuch.* 1973. V. 24. Pp. 247-255.

COMPARATIVE ANALYSIS OF WEIGHT-DIMENSIONS RELATIONS OF THREE COMMERCIAL MYTILID'S SPECIES (BIVALVIA) FROM THE SEA OF JAPAN

© 2013 y. E.E. Vekhova

Zhirmunsky Institute of Marine Biology RAS, Vladivostok

The peculiarities of change of relationships between the dimension and the different parameters of weight in three mytilid's species from Vostok Bay, the sea of Japan were examined. The age differences of rates of weight growth of the mussels underlie in the ontogenetic and interspecific differences of the body weight. The differences are discussed from the standpoint of functional morphology and relatively the spatial distribution patterns of mollusks in coastal areas of the sea.

Key words: mytilids, *Mytilus coruscus*, *Modiolus modiolus*, *Crenomytilus grayanus*, Vostok bay, shell length, body weight, age.