

## Адаптивные возможности личинок двустворчатого моллюска мидии Грея *Crenomytilus grayanus* к кратковременным и продолжительным изменениям солености

*Л.М. Ярославцева, Э.П. Сергеева*

*Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,  
Владивосток 690041, Россия*

*e-mail: sergeev-vd@yandex.ru*

---

Исследованы адаптивные возможности личинок двустворчатого моллюска мидии Грея *Crenomytilus grayanus* к кратковременному (12 ч) и продолжительному (24–48 ч) понижению солености до 18–20‰ – значений, критических для этого вида. Показано, что в естественных условиях понижение солености до 18–20‰ на срок до двух суток не будет иметь катастрофических последствий: личинки выживут и смогут осесть.

---

## Adaptability of the bivalve mollusk *Crenomytilus grayanus* larvae to short- and long-term changes of salinity

*L.M. Yaroslavtseva, E.P. Sergeeva*

*A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology, Far East Branch,  
Russian Academy of Sciences, Vladivostok 690041, Russia*

*e-mail: sergeev-vd@yandex.ru*

---

Adaptability of larvae of the bivalve mollusk *Crenomytilus grayanus* to short-term (12 h) and long-term (24–48 h) changes in water salinity to 18–20‰ (this level of salinity is critical for the species) was studied. It was shown that salinity decrease to 18–20‰ during 2 days did not affect the larvae survival and settling.

---

Личинки двустворчатого моллюска мидии Грея *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) (сем. Mytilidae) находятся в планктоне в течение 5–6 нед. [Дроздов, Куликова, 1979; Куликова, 1979; Радовец, 2005; и др.]. За этот период, переносимые вертикальными и горизонтальными токами воды на большие расстояния (до 200 км), они выполняют функцию расселения, расширения и сохранения ареала [Картавец, Никифоров, 1976; Картавец, Пудовкин, 1978, 1983; Свешников, 1983].

Ранее нами было показано, что предельное опреснение, которое могут выдерживать планктотрофные личинки мидии Грея, составляет 24‰ для весеннего нереста и 20‰ – для летнего [Ярославцева, Сергеева, 2009]. Наиболее интенсивный нерест у этого вида в зал. Восток Японского моря происходит при максимальном прогреве воды, т.е. в августе и начале сентября [Свешников и др., 1976; Касьянов и др., 1980, 1983]. Именно на этот период приходится наибольшее

количество атмосферных осадков, которые вызывают опреснение вод, особенно у поверхности, доводя значения солености до 10‰ и ниже [Кашенко, 1997; Гайко, 2006; Омеляненко, 2006] и нанося ущерб организмам, находящимся в планктоне. Продолжительность периода пониженной солености в заливе может быть различной – от нескольких часов до нескольких суток [Кашенко, 1997] и зависит от интенсивности осадков и направления ветров [Гайко, 2006].

Как известно, планктотрофные личинки многих морских беспозвоночных в качестве биотопа для развития

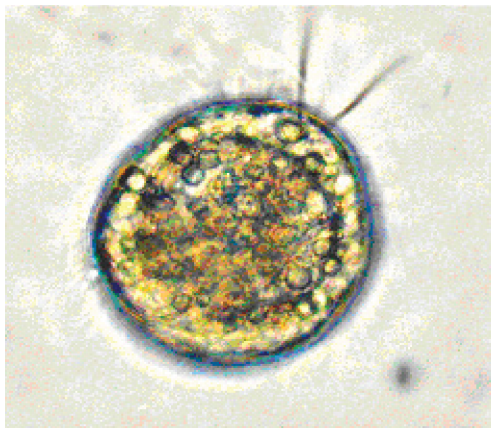
избирают поверхностные слои воды, обогащенные органическими веществами и кислородом, хорошо освещаемые и прогреваемые [Зайцев, 1970; Ярославцева, Сергеева, 2003; Mann, Wolf, 1983; Garrison, Morgan, 1999], но и сильно опресняемые [Гайко, 2006; Омеляненко, 2006].

Задача настоящей работы заключалась в том, чтобы оценить влияние на рост и поведение личинок мидии Грея кратковременного (12 ч) и продолжительного (24–48 ч) понижения солености до 18–20‰ – значений, критических для этого вида [Ярославцева, Сергеева, 2009].

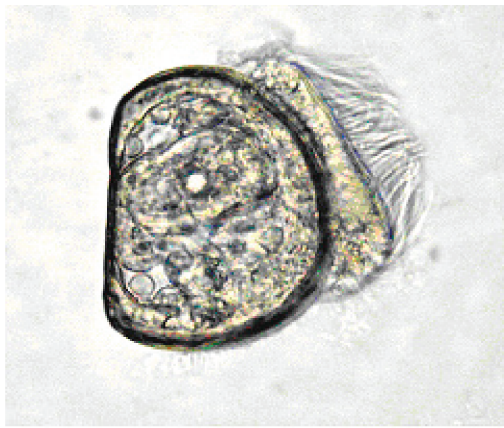
## Материал и методы

Работа выполнена на личинках мидии Грея *C. grayanus* в августе–сентябре 2009–2010 гг. на Морской биологической станции «Восток» Института биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН (зал. Восток, Японское море). Половозрелых моллюсков добывали с глубины 2.5–3 м, а затем размещали в стеклянные сосуды с фильтрованной и стерилизованной морской водой. Нерест стимулировали инъекцией в гонаду 0.5–1.0 мл раствора 0.5 М KCl. Гаметы от 3 самок собирали тонкой пипеткой и дважды промывали морской водой, сперму получали от 3 самцов и проводили оплодотворение яйцеклеток. Суспензию оплодотворенных яйцеклеток монослоем помещали в большой плоский кристаллизатор и покрывали тонким слоем воды соленостью 32‰. Через 12 ч личинки начинали всплывать в поверхностную пленку, где оставались в течение нескольких часов, продолжая развиваться.

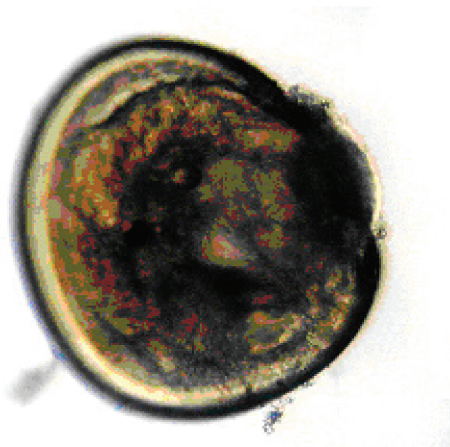
Поскольку мидия Грея размножается в достаточно широком диапазоне температур – 10–24°C [Дзюба, 1979; Касьянов и др., 1980], для определения температуры, оптимальной для нашего опыта, было проведено пробное оплодотворение. Полученных личинок на стадиях бластулы, трохофоры и велигера (см. рисунок) помещали в столб воды с градиентом температуры от 12°C у дна до 26°C у поверхности. На первых двух стадиях личинки устремлялись к поверхности, где при слишком высокой температуре утрачивали подвижность и погибали. Личинки на стадии велигера не входили в те горизонты воды, температура которых была выше 20°C. Плотные скопления личинки образовывали в слоях воды, температура которых составляла 15–20°C. При температуре воды ниже 15°C встречались лишь единичные особи. Исходя из результатов этого предварительного эксперимента, для проведения опыта нами была



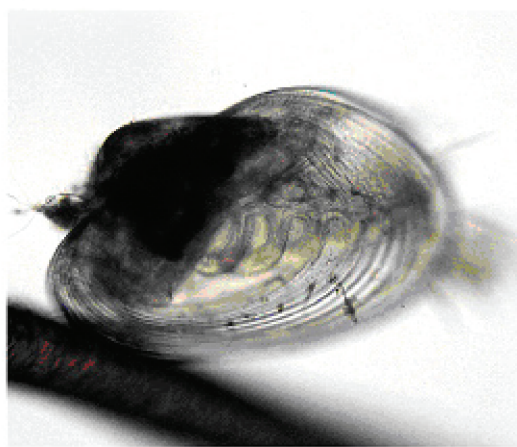
1



2



3



4

Стадии развития мидии Грея *Crenomytilus grayanus*: 1 – трохофора, 2 – ранний велигер, 3 – велигер, 4 – педивелигер.

Developmental stages of the giant mussel *Crenomytilus grayanus*: 1 – trochophore, 2 – early veliger, 3 – veliger, 4 – pediveliger.

выбрана температура 20°C, поскольку известно, что при повышении температуры до уровня верхней границы оптимума скорость развития и роста личинок увеличивается [Заварзина, 1983; Ярославцева, Сергеева, 1994; Озернюк, 2000; Pechenik et al., 1990; Nair, Appukuttan, 2003].

Контрольных личинок содержали при 32‰. Смену воды в емкостях про-

водили ежесуточно. С третьих суток от оплодотворения (стадия велигер) личинок начали кормить микродорослями *Nannochloris maculata* и *Isochrysis galbani*, а на более поздних стадиях добавляли *Dunaliella salina*. В свежую воду ежедневно вводили корм в достаточном количестве, т.к. известно, что при прочих равных условиях личинки, культивируемые при

высокой концентрации микроводорослей, лучше растут и быстрее развиваются, чем личинки в условиях низкой обеспеченности пищей [Омельяненко, 2006; Phillips, 2002].

Эксперимент проводили по следующей схеме. На стадиях трохофоры (одна серия) и раннего велигера (другая серия) личинок изымали из общей культуры и рассаживали по 300 штук в стеклянные сосуды емкостью 100 мл. Опытных личинок переносили в воду 20‰ на 12, 24 и 48 ч, после чего их возвращали в условия нормальной солености (32‰), контролируя поведение и рост нормально развитых особей. Длину личинок (20–30 особей из каждой солености) измеряли через каждые 2–3 сут с помощью окуляр-линейки под микроскопом МБС-1 (окуляр 8, объектив 7). В те же сроки измеряли контрольных личинок.

Поведение личинок оценивали по их активности, под которой мы имели

в виду активное перемещение личинок по объему воды. Для этой цели использовали кассету с ячейками объемом 3 мл каждая, куда запускали по 10 личинок. Ячейки заполняли водой тестовой солености – 16‰ (опыт) и 32‰ (контроль). Соленость 16‰ в качестве тестовой была выбрана нами потому, что ее значение выходило за пределы диапазона, переносимого личинками мидии Грея, и в то же время была близка к нижней границе этого диапазона [Ярославцева, Сергеева, 2009]. Через 1 ч экспозиции, времени достаточном, чтобы выявить реакцию организмов в ответ на воздействие [Бергер, 1976], подсчитывали количество личинок, сохраняющих способность к активному передвижению по объему ячейки. Полученные результаты выражали в процентах. Опыт повторяли 5 раз. При статистической обработке данных определяли стандартную ошибку среднего значения и достоверность различий при  $P \leq 0.05$ .

## Результаты

Через 12 ч от момента оплодотворения в общей культуре при 20°C и солености 32‰ начался выход личинок из яичевой оболочки и всплытие в поверхностную пленку. Стадия развития – бластула. Через 3 ч этот процесс закончился. На дне оставалось небольшое число особей с аномалиями в развитии. Через 20 ч от оплодотворения вертикальное распределение личинок не изменилось, т.е. они находились преимущественно у поверхности. Через 23 ч на стадии, переходной от бластулы к трохофоре, личинки распределились равномерно по всему объему экспериментального сосуда. Еще через 1 ч, т.е.

через 24 ч от оплодотворения, у большинства личинок появился отчетливо заметный султанчик, характерный для стадии трохофоры. Распределение особей от дна до поверхности оставалось равномерным. Дальнейшие наблюдения показали, что личинки в возрасте 33 ч перешли на стадию раннего велигера и отошли от поверхности. Основная масса нормально развитых личинок, сохраняя активное движение, переместилась в придонный слой воды.

Далее определяли активность личинок в воде тестовой солености 16‰. У личинок, со стадии трохофоры содержащихся в воде соленостью 20‰ в

течение 12 ч, показатели активности в воде 16‰ были на 25% выше, чем у контрольных, не испытывавших действие опреснения. Для личинок, помещенных в воду 20‰ на 24 ч, эти цифры составляли 80% для контрольных и 100% для опытных, а для акклимированных в течение 48 ч – 50% и 76% соответственно. Таким образом, личинки, подвергавшиеся воздействию опреснения 20‰ в течение 12, 24 и 48 ч, легче переносили соленость 16‰, чем контрольные особи, т.е. выявился некий эффект «соленостной закалки».

Для того, чтобы выяснить, как долго этот эффект сохраняется, опыт с определением активности в воде тестовой солености повторили на тех же личинках через 6 и 12 сут. Результаты этих опытов позволяют заключить, что пребывание личинок мидии Грея со стадии трохофоры в воде соленостью 20‰ снизило их уязвимость к тестовой солености 16‰, и этот эффект сохранялся в течение 2-х нед. (табл. 1).

Опыты по аналогичной схеме были повторены на личинках-велигерах. Полученные результаты представлены в табл. 2. Из результатов, приведенных в таблице, очевидно, что эффект «соленостной закалки» сохраняется в течение 6 сут. К 12 сут велигеры, прошедшие предварительное выдерживание в воде 20‰ (опыт), по активности не отличались от контрольных. Подобные результаты были получены и после воздействия солености 18‰ (табл. 3).

Другим показателем состояния личинок после воздействия пониженной солености был их рост. Данные опытов по определению длины личинок, со стадии трохофоры и велигера испытывавших воздействие опреснения, представлены в табл. 4–6. Приведенные данные позволяют заключить, что сразу после экспозиции в воде соленостью 18–20‰, опытные личинки были мельче контрольных, и это является свидетельством того, что при таком воздействии они либо не росли совсем, либо этот про-

Таблица 1

Активность личинок мидии Грея *Crenomytilus grayanus* (%) в воде 16‰ после экспозиции в 20‰ со стадии трохофоры

Table 1

The activity (%) of the larvae of *Crenomytilus grayanus* in sea water of 16‰ salinity after exposition in 20‰ salinity water at trochophore stage

Время экспозиции в 20‰, ч	Время после возвращения в 32‰, сут	Активность личинок, %	
		контроль	опыт
12	6	0	35±1.27
24	6	0	44.4±1.74
48	6	0	50±8.77
12	12	0	27±3.80
24	12	10±1.58	40±6.08
48	12	0	38.5±3.39

Таблица 2

Активность личинок мидии Грея *Crenomytilus grayanus* (%) в воде 16‰ после экспозиции в 20‰ со стадии велигера

Table 2

The activity (%) of the larvae of *Crenomytilus grayanus* in the sea water of 16‰ salinity after exposition in 20‰ salinity water at veliger stage

Время экспозиции в 20‰, ч	Время после возвращения в 32‰, сут	Активность личинок, %	
		контроль	опыт
12	6	10±2.0	41±4.0
24	6	9±0.7	33±1.58
48	6	1.8±0.2	32.7±0.97
12	12	8.6±1.08	5.3±0.84
24	12	0	0
48	12	10±1.58	11.1±0.89

Таблица 3

Активность личинок мидии Грея *Crenomytilus grayanus* (%) в воде 16‰ после экспозиции в 18‰ со стадии велигера

Table 3

The activity (%) of the larvae of *Crenomytilus grayanus* in the sea water of 16‰ salinity after exposition in 18‰ salinity water at veliger stage

Время экспозиции в 18‰, ч	Время после возвращения в 32‰, сут	Активность личинок, %	
		контроль	опыт
12	6	0	44±2.0
24	6	0	34±1.58
48	6	0	22±1.41
12	12	0	31.2±2.38
24	12	0	0
48	12	1.6±0.27	0

цесс шел замедленно. При этом стадия развития, на которой личинки подвергались действию опреснения, значения не имела. Возвращение личинок в воду нормальной солености после их пребывания в опресненной среде приводило к нивелировке различий в росте опытных и контрольных особей. К 22 сут культу-

вирования личинки в контроле и опытах имели размеры от 228 до 242 мкм. Все они были на стадии педивелигера с хорошо развитой ногой, на которой ползали по дну. К оседанию молоди на субстрат опытные и контрольные личинки приступили в одно и то же время – на 30-е сут культивирования.

Таблица 4

Длина личинок мидии Грея *Crenomytilus grayanus* (мкм)  
после воздействия 20‰ со стадии трохофоры

Table 4

Size ( $\mu\text{m}$ ) of the larvae of *Crenomytilus grayanus*  
after exposition in sea water of 20‰ salinity at trochophore stage

Время экспозиции в 20‰, ч	Время после возвращения в 32‰, сут	Длина личинок, мкм	
		контроль	опыт
12	0	114.8±5.90	98.0±0.00
24	0	124.4±4.66	124.6±4.42
48	0	137.2±5.90	129.5±6.33
12	6	150.8±6.13	134.4±7.22
24	6	149.7±6.72	148.4±7.22
48	6	149.8±6.76	149.8±6.76
12	12	182.0±9.33	174.2±10.17
24	12	182.0±9.33	177.8±11.52
48	12	193.2±8.85	186.2±6.76

Таблица 5

Длина личинок мидии Грея *Crenomytilus grayanus* (мкм)  
после воздействия 18‰ со стадии трохофоры

Table 5

Size ( $\mu\text{m}$ ) of the larvae of *Crenomytilus grayanus* after exposition  
in sea water of 18‰ salinity at trochophore stage

Время экспозиции в 18‰, ч	Время после возвращения в 32‰, сут	Длина личинок, мкм	
		контроль	опыт
12	0	119.0±7.37	99.4±4.42
24	0	121.3±6.89	105.0±7.37
48	0	133.0±7.37	117.6±7.22
12	6	145.8±7.20	131.6±7.22
24	6	148.7±7.0	142.3±5.44
48	6	144.7±6.83	133.5±9.24
12	12	161.0±7.37	155.4±10.33
24	12	162.4±7.22	156.8±5.90
48	12	164.8±6.74	161.0±7.37

Таблица 6

Длина личинок мидии Грея *Crenomytilus grayanus* (мкм)  
после воздействия 20‰ со стадии велигера

Table 6

Size ( $\mu\text{m}$ ) of the larvae of *Crenomytilus grayanus* after exposition  
sea water of 20‰ salinity at veliger stage

Время экспозиции в 20‰, ч	Время после возвращения в 32‰, сут	Длина личинок, мкм	
		контроль	опыт
12	0	141.2±7.20	130.0±0.00
24	0	142.5±5.66	130.2±6.76
48	0	148.4±7.22	133.0±7.31
12	6	155.0±3.74	151.4±5.66
24	6	158.2±6.76	157.8±9.05
48	6	161.0±7.37	161.0±7.37
12	12	186.2±6.76	194.6±10.33
24	12	193.2±8.85	196.0±13.19
48	12	197.4±10.33	198.8±5.90

Таким образом, экспозиция личинок в воде 18–20‰ замедляла их рост, что было особенно заметно сразу после воздействия (табл. 4–6). Однако даль-

нейшее культивирование в нормальной морской воде позволило личинкам постепенно нивелировать отставание в росте от контрольных особей.

### Обсуждение

Оценка современного состояния и структуры пелагических и бентосных сообществ, а также прогнозирование их изменений не возможно без исследования абиотических факторов, влияющих на численность личинок. Развитие, рост и оседание личинок в значительной степени обуславливает последующее выживание особей [Phillips, 2002]. Одним из основных факторов, определяющим существование личинок в планктоне, является соленость.

Соленость оказывает влияние на успешность пелагического развития [Милейковский, 1970; Мотавкин, Варак-

син, 1983]. Так, в августе 2002–2003 гг. среднемесячное значение солености в зал. Посъета Японского моря составляло 20–22‰, что было значительно ниже среднемноголетних показателей. Количество личинок мидии Грея в те годы было ниже обычного. В 2004 г. такого значительного опреснения не наблюдалось, и плотность личинок этого вида увеличилась в 6 раз по сравнению с аналогичными показателями в 2002 г [Радовец, 2005].

Развитие пелагических личинок происходит в постоянно меняющейся среде, поскольку течениями они пере-



носятся на большие расстояния, а вертикальная циркуляция то выносит их к поверхности, то заставляет погружаться на глубину. Оседая и далее развиваясь, они осуществляют важную функцию – расселения, которое способствует общению между поколениями в разных частях ареала и обеспечивает сохранение и обогащение генофонда вида [Картавцев, Пудовкин, 1983; Свешников, 1983].

Ранее нами на личинках мидии тихоокеанской было показано, что последствия воздействия солёности 8‰ – пороговой для этого вида, зависели от его продолжительности и стадии развития личинок. Экспозиция личинок в опресненной среде в течение 2–6 ч не оказывала влияния на развитие. Более продолжительное воздействие в течение 12–24 ч приводило к задержке в переходе на следующую стадию развития. Однако это отставание нивелировалось через 3 сут. Наименее устойчивыми были личинки на стадии трохофоры. На стадиях бластулы и велигера они были менее уязвимы к действию опреснения [Ярославцева, Сергеева, 2006].

Подобные опыты с морским ежом *Strongylocentrotus nudus* позволили выявить стадии развития, воздействие опреснения на которых приводило к повышению адаптивных возможностей личинок по отношению к понижен-

ной солёности [Ярославцева, Сергеева, 1992]. В наших опытах на личинках мидии Грея мы также получили эффект некоторой «солёностной закалки». Этот эффект выражался в том, что личинки, подвергнутые воздействию солёности 20‰, а затем возвращенные в условия нормальной солёности, и через 6 и через 12 сут в воде 16‰ – за пределами низкой для личинок этого вида, были более активны, чем контрольные особи, такого воздействия не испытывавшие. Показатели роста также свидетельствуют о том, что личинки способны после негативного воздействия слишком низкой солёности постепенно нивелировать отставание в росте (табл. 6, нижний раздел).

Мы не можем считать, что результаты нашего опыта являются следствием акклимации, и вслед за Проссером [1971] полагаем, что акклимация – это изменение в организме в ответ на длительное отклонение какого-либо фактора внешней среды. Воздействие пониженной солёности на личинок мидии Грея было не столь продолжительным, чтобы вызвать приспособительные изменения биосинтезов [Хлебович, 1974].

Наши опыты на личинках мидии Грея позволяют заключить, что в естественных условиях понижение солёности до 18–20‰ на срок до двух суток не будет иметь катастрофических последствий; личинки выживут и смогут осесть.

## Литература

- Бергер В.Я. 1976. О приспособлении к меняющейся солёности некоторых литоральных беломорских моллюсков // Солёностные адаптации водных организмов. Л.: Наука. С. 69–111.
- Гайко Л.А. 2006. Марикультура: прогноз урожайности с учетом воздействия абиотических факторов. Владивосток.: Дальнаука. 203 с.
- Дзюба С.М. 1979. Овогенез и половой цикл креномидии Грайана в заливе Петра Великого // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. Л.: ЗИН АН СССР. С. 50–53.
- Дроздов А.П., Куликова В.А. 1979. Развитие креномидии *Crenomytilus grayanus*. Прижизненные наблюдения // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. Л.: ЗИН АН СССР. С. 54–56.

- Заварзина Е.Г. 1983. Оценка скорости развития культуры эмбрионов мидии Грея // Биология мидии Грея. М.: Наука. С. 82–84.
- Зайцев Ю.П. 1970. Морская нейстонология. Киев.: Наукова думка. 364 с.
- Картавец Ю.Ф., Никифоров С.М. 1976. Сопоставление некоторых данных морфологии, физиологии, гистологии и биохимии двустворчатого моллюска *Crenomytilus grayanus* (Dunker) с целью уточнения его таксономического статуса // Биология моря. № 6. С. 13–19.
- Картавец Ю.Ф., Пудовкин А.И. 1978. Генетическая и морфологическая изменчивость мидии *Crenomytilus grayanus* // Закономерности распределения и экологии прибрежных биоценозов. Л.: Наука. С. 116–118.
- Картавец Ю.Ф., Пудовкин А.И. 1983. Аллозимная изменчивость мидии Грея // Биология мидии Грея. М.: Наука. С. 41–56.
- Касьянов В.Л., Медведева Л.А., Яковлев С.Н., Яковлев Ю.М. 1980. Размножение иглокожих и двустворчатых моллюсков. М.: Наука. 134 с.
- Касьянов В.Л., Крючкова Г.А., Куликова В.А., Медведева Л.А. 1983. Личинки морских двустворчатых моллюсков и иглокожих. М.: Наука. 215 с.
- Кашенко С.Д. 1997. Влияние солёностной акклиматизации трепанга *Stichopus japonicus* на адаптивные способности разных стадий его развития // Биология моря. Т. 23, № 2. С. 93–102.
- Куликова В.А. 1979. Особенности размножения двустворчатых моллюсков в лагуне Буссе в связи с температурными условиями водоема // Биология моря. № 1. С. 34–38.
- Милейковский С.А. 1970. Зависимость размножения и нереста морских шельфовых донных беспозвоночных от температуры воды // Труды Института океанологии АН СССР. Т. 88. С. 113–148.
- Мотавкин П.А., Варахсин А.А. 1983. Гистология нервной системы и регуляция размножения у двустворчатых моллюсков. М.: Наука. 207 с.
- Озернюк Н.Д. 2000. Температурные адаптации. М.: Издательство МГУ. 205 с.
- Омельяненко В.А. 2006. Прибрежный меропланктон залива Петра Великого Японского моря. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Владивосток. 23 с.
- Проссер К.Л. 1977. Сравнительная физиология животных. М.: Мир. Т.1. 608 с.
- Радовец А.В. 2005. Влияние изменений температуры и солёности воды на динамику численности личинок двустворчатых моллюсков в планктоне бухты Миноносок (залив Посъета, Японское море). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Владивосток. 20 с.
- Свеишников В.А. 1983. Структура жизненного цикла дальневосточной мидии Грея // Биология мидии Грея. М.: Наука. С. 84–88.
- Свеишников В.А., Кутищев А.А., Кузнецова Н.Н., Замышляк Е.А. 1976. Характер осеннего нереста дальневосточной мидии *Crenomytilus grayanus* в заливе Петра Великого // Доклады АН СССР. Т. 230, № 1. С. 240–243.
- Хлебович В.В. 1974. Критическая солёность биологических процессов. Л.: Наука. 230 с.
- Ярославцева Л.М., Сергеева Э.П. 1992. Адаптивные возможности личинок морского ежа *Strongylocentrotus nudus* при продолжительном и кратковременном опреснении // Биология моря. № 1–2. С. 59–68.
- Ярославцева Л.М., Сергеева Э.П. 1994. Влияние температуры на ранние стадии развития морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* // Биология моря. Т. 20, № 3. С. 229–237.
- Ярославцева Л.М., Сергеева Э.П. 2003. Реакция личинок *Mytilus trossulus* (Bivalvia, Mytilidae) на опреснение и повышение температуры поверхности водного столба // Биология моря. Т. 29, № 3. С. 184–188.
- Ярославцева Л.М., Сергеева Э.П. 2006. Адаптивные возможности личинок двустворчатого моллюска *Mytilus trossulus* к кратковременным и продолжительным изменениям температуры и солёности // Биология моря. Т. 32, № 2. С. 102–107.
- Ярославцева Л.М., Сергеева Э.П. 2009. Адаптация к понижению солёности среды личинок мидии Грея *Crenomytilus grayanus* весеннего и летнего нерестов // Биология моря. Т. 35, № 4. С. 286–291.
- Garrison L.P., Morgan J.A. 1999. Abundance and vertical distribution of drifting post-larval *Macoma* spp. (Bivalvia, Tellinidae) in the York River, Virginia, USA // Marine Ecology Progress Series. V. 182. P. 175–185.
- Mann R., Wolf C.C. 1983. Swimming behaviour of larvae of the ocean quahog *Arctica islandica* in response to pressure and temperature // Marine Ecology Progress Series. V. 13B, N 2–3. P. 211–218.

Nair R.M., Appukuttan K.K. 2003. Effect of temperature on the development, growth, survival and settlement of green mussel *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) // Aquaculture Research. V. 34, N 12. P. 1037–1045.

Pechenic J.A., Eyster L.S., Widdows J., Bayne B.L. 1990. The influence of food concentration and temperature on growth and morphologi-

cal differentiation of blue mussel *Mytilus edulis* L. larvae // Journal of the Experimental Marine Biology and Ecology. V. 136, N 1. P. 47–64.

Phillips N.E. 2002. Effects of nutrition-mediated larval condition on juvenile performance in a marine mussel // Ecology. V. 83, N 9. P. 2562–2574.