

Термохалинные условия нереста гигантской устрицы *Crassostrea gigas* в зал. Посъета (Японское море)

Н.И. ГРИГОРЬЕВА

Институт биологии моря ДВО РАН, Владивосток, 690041

Описаны термохалинные условия нереста гигантской устрицы *Crassostrea gigas*. Приведены среднемесячные и экстремальные значения температуры и солености для гидрологических станций в мелководных бухтах зал. Посъета (зал. Петра Великого, Японское море). В работе использованы материалы гидрологических наблюдений 1979–1990 гг.

Termohaline conditions of the spawning of the oyster *Crassostrea gigas* in Possjet Bay (Sea of Japan)

N.I. GRIGORYEVA

Institute of Marine Biology, Far East Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, 690041

The thermohaline conditions of spawning of the oyster *Crassostrea gigas* are described. Monthly average and extreme values of ranges of temperature and salinity for hydrological stations in shallow inlets of Possjet Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) are presented. Measurements of the parameters were made during 1979–1990.

Температура и соленость относятся к числу основных абиотических факторов, влияющих на нерест и оседание личинок устрицы [Раков, 1977; Милейковский, 1981; и др.]. Изучение термохалинных условий, непосредственно предшествующих и сопутствующих нересту, проводилось в течение 1979–1992 гг. на плантациях марикультуры в бухтах Экспедиции, Новгородской, Постовой и Миноносков зал. Посъета. Наблюдения за сезонным ходом параметров были приурочены к следующим станциям: в бух. Экспедиции – к точке между м. Тироль и м. Шелеха, в бух. Новгородской – у м. Горностай, в бух. Постовой – между м. Шелеха и м. Рязанова, в бух. Халовой – у м. Клыкова, в бух. Миноносков – между м. Федорова и м. Крейсерок.

Бухты Экспедиции, Новгородская и Постовая являются внутренними и сообщаются с открытой частью залива (бух. Рейд Паллада) через узкий пролив. Их значительная изолированность от внешней части существенно сказывается на термическом режиме: прогрев осуществляется быстрее, перемешивание охватывает всю водную толщу, в них не отмечается резких перепадов температур между поверхностными и придонными слоями воды. Среднемесячные значения поверхностных температур в мелководных бухтах выше на 0,9–2,1°C, чем в глубоководных (табл. 1). Максимальные значения

среднемесячных температур на поверхности повсеместно наблюдаются в августе – от 21,5 до 24,6°C, в редкие годы сдвигаясь на конец июля. Абсолютный максимум температур составляет 24,2–27,8°C, на мелководье – до 30,0°C (табл. 2).

Таблица 1

Среднемесячные значения температуры воды (°C) в зал. Посъета
(1979–1990 гг.) (n=6–70)

Станции	Глубина, м	Май	Июнь	Июль	Август
Бух. Экспедиции	0	11,6±0,8	16,6±0,6	20,3±0,4	22,6±0,2
	7	9,30±0,8	14,3±0,8	17,7±0,5	18,7±0,8
Бух. Новгородская	0	11,80±0,5	17,4±0,3	20,5±0,2	23,1±0,2
	5	10,4±0,7	14,9±0,3	17,4±0,3	19,9±0,3
Бух. Постовая	0	10,8±0,6	17,0±0,3	20,2±0,3	22,7±0,2
	7	9,4±0,5	14,4±0,4	17,6±0,3	19,8±0,3
Бух. Миноносков	0	9,8±0,3	14,8±0,3	18,7±0,3	21,9±0,3
	14	6,1±0,2	10,0±0,2	13,3±0,3	16,9±0,3

Внутренние и внешние воды залива отличаются по режиму солености (табл. 3, 4). В бухтах Экспедиции, Постовая и Новгородская опреснение может наблюдаться длительный период, до двух-трех месяцев, охватывая не только поверхностные слои воды, но и придонные горизонты. Амплитуда колебаний среднемесячных значений солености на поверхности в мелководных бухтах с марта по сентябрь составляет в среднем 8,0–10,0‰, а в июле–августе может достигать до 20,0–22,0‰, с градиентами в поверхностном слое до 2,0–8,0 ‰/м [Скоклеева, 1979; Скоклеева, Щербак, 1980; Григорьева, Золотова, 1987]. В отличие от мелководных акваторий в глубоководных бухтах Халовой, Миноносков и Рейд Паллада годовой ход солености сопровождается более высокими абсолютными значениями (32,0–35,0‰). Летнее опреснение здесь непродолжительно и охватывает только поверхностный слой воды.

Исследование термического режима показало, что после первого кратковременного повышения температуры во второй декаде июня до нерестовой (18 ± 1°C) наблюдается ее снижение в конце июня–начале июля до 15–16°C. Затем температурный фон стабилизируется. Далее в июле–августе колебания температуры находятся в пределах 20–25°C. Наиболее детально динамика численности личинок гигантской устрицы в зал. Посъета описана в работах Ракова [Раков, 1977, 1979; Раков, Золотова, 1986 и др.]. Динамика численности личинок в планктоне повторяет закономерности хода температур: после первого кратковременного появления личинок наблюдается два или

Таблица 2

Экстремальные значения температуры воды (°C) в зал. Посыета (1979–1990 гг.)

Станции	Глубина, м	Май	Июнь	Июль	Август
Бух. Экспедиции	Максимальные				
	0	14,9	19,7	22,6	24,5
	7	12,1	18,2	21,0	21,6
	Минимальные				
	0	9,7	13,5	13,2	20,9
	7	7,4	10,8	12,0	13,0
Бух. Новгородская	Максимальные				
	0	15,2	21,3	25,5	27,8
	5	14,3	18,6	21,6	23,3
	Минимальные				
	0	7,2	12,7	13,2	20,6
	5	5,8	10,0	12,1	13,8
Бух. Пстовая	Максимальные				
	0	14,6	20,0	25,3	26,7
	7	11,7	18,1	20,4	22,8
	Минимальные				
	0	8,3	12,9	13,2	20,2
	7	7,2	10,2	11,8	16,4
Бух. Миноносек	Максимальные				
	0	13,5	19,1	23,2	25,9
	15	10,3	16,2	19,4	20,4
	Минимальные				
	0	6,9	10,5	12,1	18,8
	15	3,7	6,4	8,4	11,4

три пика численности, причем абсолютный максимум, как правило, приходится на первые две декады июля [Яковлев и др., 1981; Григорьева, Золотова, 1987]. Нами отмечено, что в отдельные годы (1984) при холодной весне и последующем быстром прогреве воды до 18°C личинки устриц появлялись в планктоне лишь спустя одну–две недели, что можно объяснить неготовностью устриц к нересту из-за недостаточно набранной суммы градусодней с высокой температурой (>15°C), необходимой для развития гонад.

При анализе температурного режима следует рассматривать не только флуктуации поверхностной температуры воды, но и изменчивость темпера-

Таблица 3

Среднемесячные значения солености воды (‰) в зал. Посыета (1982–1990 гг.) (n=4–28)

Станции	Глубина, м	Май	Июнь	Июль	Август
Бух. Экспедиции	0	–	28,32±1,35	26,09±4,23	21,56±2,92
	7	–	31,69±0,43	31,30±0,36	31,43±0,43
Бух. Новгородская	0	32,54±0,2	28,12±0,90	25,12±1,35	27,04±0,94
	5	32,75±0,2	32,03±0,21	31,16±0,35	31,44±0,19
Бух. Пстовая	0	–	28,03±1,25	27,22±1,76	25,27±1,91
	7	–	31,74±0,41	31,53±0,34	31,83±0,26
Бух. Миноносек	0	32,96±0,13	32,15±0,28	28,98±0,75	30,92±0,38
	15	33,55±0,05	33,18±0,08	33,01±0,07	33,06±0,08

туры деятельного слоя моря, который наиболее полно отражает общие климатические колебания. На практике для анализа используют разную толщину этого слоя [Самойленко, 1959; Бабков, 1985]. Нами был выбран 10-метровый поверхностный слой, так как эти глубины наиболее характерны для мелководной части зал. Посыета. Кроме того, средняя температура 10-метрового слоя воды в прибрежной зоне оказывается очень важной для нереста беспозвоночных и развития их личинок, так как свидетельствует не только о величине теплозапаса этого слоя, но и является следствием накопленных градусодней, необходимых для успешности репродуктивного процесса.

Рассмотрение среднемесячных температур весеннего периода показало, что аномально холодными были весны 1983, 1986 и 1987 гг., когда среднемесячная температура воды была ниже среднемноголетней более чем на 1°C, наиболее теплыми – весны 1984 и 1985 гг. с температурой воды выше среднемноголетней на 1,0°C (см. рисунок). В целом весны предыдущего десятилетия стали более теплыми, поскольку температура воды была выше среднемноголетней в восьми случаях из рассмотренных двенадцати.

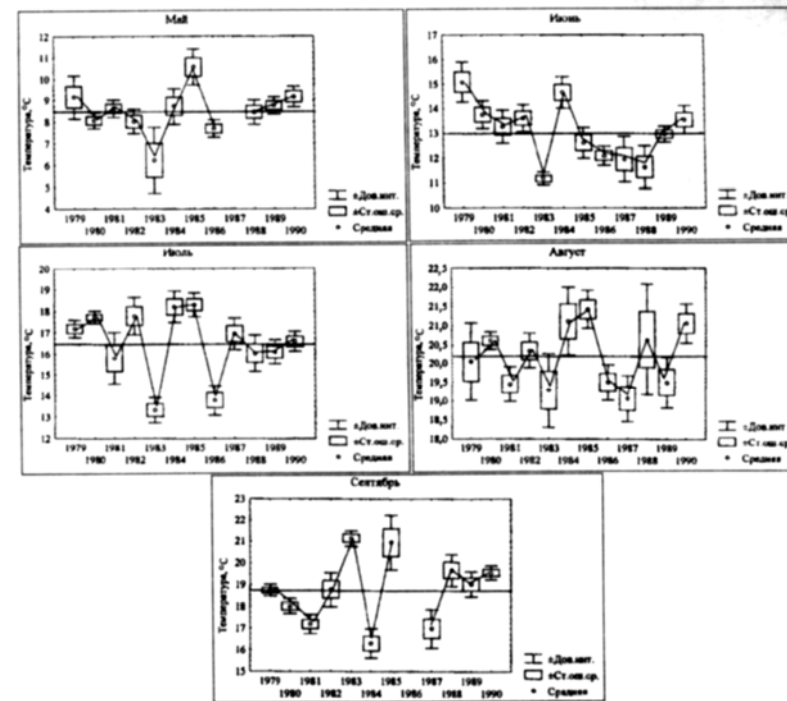
Наиболее холодными были летние периоды 1983 и 1986 гг. При этом лето 1983 г. было аномально холодным: температура воды была значительно холоднее, чем в предыдущие годы. В июле отклонение от нормы составило 2,5°C. Наиболее жаркими, с теплым летом, были годы 1984, 1985 и 1990, из них аномально теплым (с превышением среднемесячной температуры на 2,5°C) было лето 1985 г. По данным метеонаблюдений в 1980-х годах отмечалось глобальное потепление, наблюдаемое в обоих полушариях планеты [Тетерятникова, Ефремова, 1992]. Это потепление проявилось не только в общем повышении температуры воды поверхностного слоя, но

Таблица 4

Экстремальные значения солености воды (‰) в зал. Посыета
(1982–1990 гг.)

Станции	Глубина, м	Май	Июнь	Июль	Август
Бух. Экспедиции	Максимальные				
	0	–	31,48	32,65	30,02
	7	–	32,88	33,91	32,50
	Минимальные				
Бух. Новгородская	0	–	24,03	12,40	16,82
	7	–	30,30	31,94	30,57
	Максимальные				
	0	32,93	33,03	33,91	32,97
Бух. Постовая	5	33,02	33,14	33,91	33,67
	Минимальные				
	0	32,29	18,32	12,20	14,60
	5	32,36	30,54	27,17	29,27
Бух. Миносок	Максимальные				
	0	–	32,22	32,90	31,58
	7	–	32,81	33,78	32,55
	Минимальные				
Бух. Миносок	0	–	24,82	19,22	12,41
	7	–	30,82	30,36	30,71
	Максимальные				
	0	33,53	33,55	33,36	33,31
Бух. Миносок	15	33,80	33,71	33,61	33,62
	Минимальные				
	0	32,13	27,72	20,43	26,61
	15	33,21	32,41	32,10	32,03

и всплеском аномалий температуры воды деятельного слоя моря в середине рассмотренного десятилетия. На рисунке видно, что с 1983 по 1986 г. среднемесячные температуры деятельного слоя сильно различаются между собой. В работах Ракова, Золотовой [1986] было показано, что в 1985 и 1986 гг. произошло резкое снижение численности личинок тихоокеанской устрицы в планктоне, что в конечном итоге привело к прекращению ее промышленного культивирования. Возможно, что всплеск температурных аномалий отрицательно сказался на репродуктивном процессе тихоокеанской устрицы.



Межгодовая изменчивость температур 10-метрового слоя воды в прибрежной зоне зал. Посыета. Вертикальными линиями показаны 95%-ные доверительные интервалы, прямоугольниками – стандартные ошибки средних арифметических. Горизонтальная линия – средняя многолетняя.

Влияние солености на нерест сказывается не столь заметно, как влияние температуры. Отмечено, что в период нереста опреснение наблюдается преимущественно в слое 0–2 м. Зафиксированы как кратковременные (от 1 сут до 1–2 недель), так и длительные (от 1–2 недель до 2–3 мес.) изменения солености, которые варьируют в широком диапазоне от 0,5 до 20‰. Известно, что личинки устриц достаточно устойчивы к действию опреснения и способны выносить кратковременные снижения солености до 16–18‰ [Ярославцева и др., 1990]. Однако продолжительный пониженный фон солености приводит к гибели личинок. Возможно, что длительное опреснение 1984 и 1988 гг., несмотря на стабильную температуру в июле–ав-

густе и хороший личиночный пул, и явилось причиной слабого оседания личинок устриц на коллекторы.

Итак, термохалинные условия являются основными факторами для устрицы, которые влияют на численность личинок в планктоне и в конечном итоге определяют численность генераций, особенно в таких мелководных заливах, как зал. Посьета. По термохалинным условиям зал. Посьета является акваторией с нестабильным режимом, что следует учитывать в промышленной марикультурной практике. При сборе личинок на коллекторы последние необходимо размещать на хорошо прогреваемых участках с интенсивным водообменом, где вода хорошо перемешивается и влияние опреснения снижается. Кроме того, подбор участков следует осуществлять при обязательном расчете оптимальной плотности гидробиотехнических сооружений, которые заметно снижают водообмен на акваториях.

Литература

- Бабков А.И. 1985. О принципах выделения гидрологических сезонов (на примере губы Чупа Белого моря) // Исследования фауны морей. Л.: Гидрометеониздат. Вып. 31/39. С. 84–88.
- Григорьева Н.И., Золотова Л.А. 1987. Влияние гидрологических показателей на выращивание устриц в бухте Новгородская залива Посьета // Рыб. хоз-во. № 2. С. 28–30.
- Милейковский С.А. 1981. Экология размножения морского бентоса. М.: Наука. 92 с.
- Раков В.А. 1977. Экология промысловых донных беспозвоночных в морских лагунах, эстуариях и мелководных бухтах залива Петра Великого // Биология океана: Тез. докл. Л.: Гидрометеониздат. Ч. 3. С. 49–51.
- Раков В.А. 1979. Рост и выживаемость личинок тихоокеанской устрицы (*Crassostrea gigas*) в планктоне залива Посьета (Японское море) // Изв. Тихоокеан. науч.-исслед. ин-та рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 105. С. 79–85.
- Раков В.Ф., Золотова Л.А. Многолетние изменения в динамике численности личинок тихоокеанской устрицы в заливе Посьета // Марикультура на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО. С. 48–57.
- Самойленко В.С. 1959. Формирование температурного режима моря. М.: Наука. 200 с.
- Скоклеева Н.М. 1979. Гидрохимические условия северо-западной части залива Посьета // Изв. Тихоокеан. науч.-исслед. ин-та рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 103. С. 137–140.
- Скоклеева Н.М., Щербак В.А. 1980. Влияние режимформирующих факторов на гидрохимические условия бухт залива Посьета // Тр. Дальневосточ. науч.-исслед. гидрометеоролог. ин-та. № 91. С. 71–77.
- Тетерятникова Б. П., Ефремова Н.Ф. 1992. Потепление 80-х годов и проблемы долгосрочного прогнозирования // Тр. Дальневосточ. науч.-исслед. гидрометеоролог. ин-та. № 137. С. 3–24.
- Яковлев Ю.М., Раков В.А., Долгов Л.В. 1981. Размножение и развитие тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* Thunberg // Организмы обрастания дальневосточных морей. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 79–93.
- Ярославцева Л.М., Сергеева Э.П., Кашенко С.Д. 1990. Изменение чувствительности к опреснению в онтогенезе гигантской устрицы // Биология моря. № 6. С. 36–42.