



Влияние температурного режима на различные стадии гонадного цикла приморского гребешка в условиях культивирования (СЗ Японского моря)

Лариса А. Гайко

Тихоокеанский океанологический институт Дальневосточного отделения РАН, Владивосток,
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток

gayko@yandex.ru



Рис. 1. Схема зал. Петра Великого, зал. Посъета, бб. Экспедиция, Рейд Паллада, Новгородская, Миноносок; ГМС Посъет

Предпосылки к исследованию. Выбор района – зал. Посъета, и объекта исследования – приморского гребешка *Mizuhopecten Yessoensis* (Jay), обусловлен тем, что в заливе Посъета с 1970 по 2012 гг., фактически на рубеже веков, в хозяйстве марикультуры ЭМБ «Посъет» в естественной среде производилось выращивание гидробионтов. Так как температура воды является фактором, значение которого неизменно велико на любой стадии развития моллюсков, исследовалось влияние термических ресурсов климата на различные стадии годового цикла развития гребешка.

Цель. Изучить влияние термического режима на различные стадии годового цикла развития приморского гребешка. **Задачи:** - Определить четыре периода гаметогенеза приморского гребешка. - Выявить изменчивость продолжительности периодов. - Выявить особенности внутри- и межгодового хода температуры воды и воздуха района исследования. - Исследовать влияние термических ресурсов климата на каждую стадию годового цикла гребешка.

Материалы. Характеристики стадий годового цикла развития приморского гребешка были получены по многолетним данным наблюдений за состоянием моллюсков в хозяйстве марикультуры «Экспериментальная морская база Посъет» (ЭМБ «Посъет») с 1970 по 2012 гг., где выращивание гребешка осуществлялось **экстенсивным методом** (в естественных условиях) в б. Миноносок. Но ряд наблюдений в 90-х гг. был прерван, поэтому при исследовании рассматривались отдельно временные интервалы 1970–1990 и 1996–2012 гг. Температурный режим района изучался по среднемесячным и среднесуточным данным наблюдений за температурой воды TW и воздуха TA на гидрометеорологической станции (ГМС) Посъет Приморского УГКС, с 1960 по 2020 гг. (рис. 1). **Методы обработки исходной информации.** Рассчитывались: - основные статистические характеристики выборок: σ , σ^2 , r , R^2 ; - отклонения от средних значений годовой и месячной температуры воды и воздуха; - длительности биологических периодов; - термогапальные характеристики периодов. Для

оценки временной изменчивости использовались корреляционный и регрессионный анализы; наличие линейного тренда определялось по величине R^2 в зависимости от длительности ряда: для рядов 45 / 60 лет тренд значим на 5%-ом уровне соответственно при $R^2 \geq 0,0900 / 0,0625$ ($p < 0,05$). Для оценки термических и биологических ресурсов исследуемого района использовался метод построения графиков и таблиц.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изменение температуры

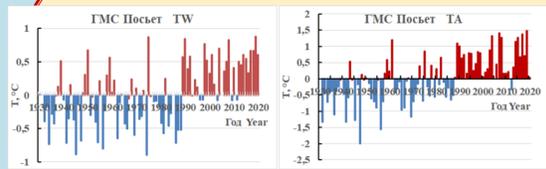


Рис. 2. Отклонение от нормы средней годовой температуры воды (TW) и воздуха (TA) на ГМС Посъет

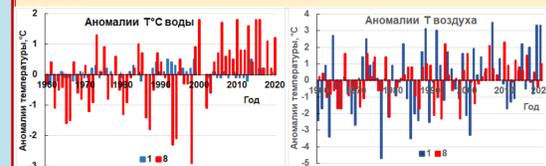


Рис. 3. Аномалии TW (слева) и TA (справа) в январе (1) и августе (8) в зал. Посъет

В прибрежной зоне зал. Посъета годовой ход TW и TA имеют **min** в январе и **max** в августе. С 1960 по 2020 гг. среднегодовая TA составила **6,4°C**, TW – **9,1°C**; средняя TA в январе составила **-9,5°C**, TW – **-1,6°C**; в августе **21,1°** и **23,3°C** соответственно. На рис. 2 показано что до 1989 г. колебания T происходят около среднего с преобладанием отрицательных аномалий (А), а с 1989 по 2020 гг. – практически только положительные А. В ходе среднегодовой TW и TA в зал. Посъет был выявлен значимый на 5%-ном уровне положительный линейный тренд (табл. 1). Повышение TW происходит со скоростью **0,16°C/10**, а TA – **0,24°C/10** лет. Прирост TW и TA в августе и TA в январе составляет **0,21-0,30°C**, а TW в январе всего **0,02°C/10**лет. Размах колебаний среднегодовой TA за рассматриваемый период составил **2,8°**, а TW – **1,8°C**.

Таблица 1. Коэффициенты полинома (А, В), аппроксимирующего трендовые составляющие TW и TA и коэффициенты детерминации (R^2)

Месяц	А		В		R ²	
	TW	TA	TW	TA	TW	TA
Январь	0,0026	0,03	-0,0402	-0,9703	0,0598	0,0774
Август	0,027	0,0208	-0,8377	-0,6184	0,197	0,1029
Год	0,0157	0,0243	-0,3813	-0,5884	0,3598	0,3803



Взаимосвязь температуры и длительности периодов

Март, май, июнь и октябрь являются ключевыми месяцами для периодов жизненного цикла гребешка. Из рис. 5 видно, что за весь период наблюдений прослеживается тенденция к сокращению длительности всех стадий, но значимый тренд выявлен только для личиночной (III); а для преднерестовой (I) и нерестовой (II) – только за 1970-1990 гг. (табл. 4). Наименьшей изменчивости подвержен IV период. Температура сопряжённых месяцев имеет тенденцию к повышению, но значимый тренд выявлен только в октябре.

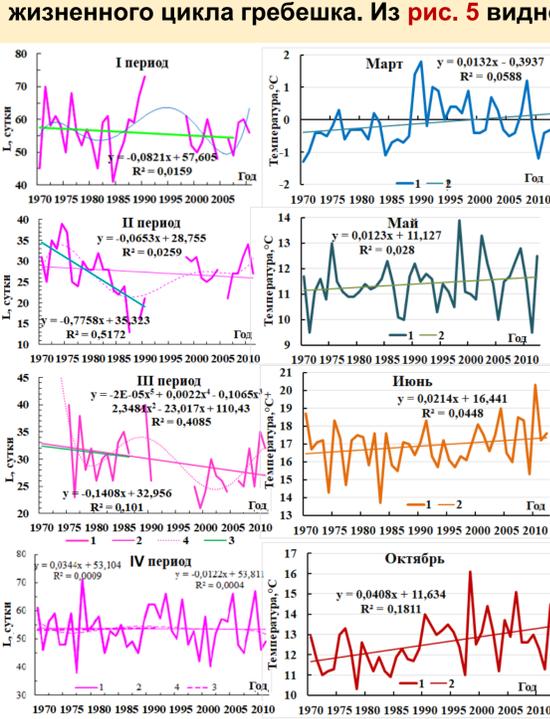


Таблица 4. Коэффициенты (А, В) для длительности периодов (L) и среднемесячной TW (t), и коэф. (R^2)

L	А		В		R ²	
	мес	L	t	L	t	L
I	03	0,591	0,013	53,83	-0,394	0,110
	05	-0,082	0,013	57,60	0,015	0,059
II	03	-0,740	0,012	36,08	11,13	0,414
	05	-0,650	0,012	28,75	16,44	0,002
III	03	-0,122	0,021	33,49	16,44	0,008
	06	-0,140	0,021	32,95	16,44	0,101
IV	03	0,037	0,041	54,20	11,6	0,001
	10	-0,012	0,041	53,81	3	0,181

Рис.5. Длительность периодов годового цикла гребешка (слева) и среднемесячная TW сопряжённого месяца (справа)

1) В числителе –1970-1990; в знаменателе –1970-2010 гг. 2) Значимые коэффициенты выделены красным цветом

Стадии годового жизненного цикла гребешка

В зал. Посъета были выделены 4 стадии развития гребешка (рис. 4):
I – от даты перехода TW через 0°C весной до начала нереста;
II – планктонного развития;
III – от даты начала и до завершения оседания личинок;
IV – от перехода TW осенью через 14° до перехода через 0°C.

Были вычислены статистические характеристики всех четырёх стадий отдельно по периодам 1970–1990 и 1996–2012 гг. (табл. 2, 3)

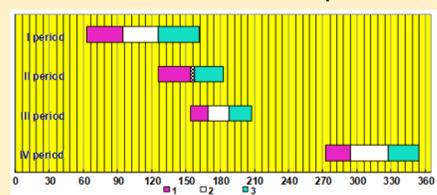


Рис. 4. Границы начала (1) и окончания (3) периодов развития гребешка

Таблица 2. Длительности 4-х периодов развития гребешка и их характеристики

Годы	L _{ср}	Me	σ^2	L _{max}	L _{min}
I период					
1970-2012	56	57	7,3	73/1990	41/1984
1970-1990	57	57	8,1	73/1990	41/1984
1996-2012	55	54	5,1	64/1996	48/2004
II период					
1970-2012	27	28	5,4	39/1974	13/1987
1970-1990	27	28	6,6	39/1974	13/1987
1996-2012	28	27	3,2	34/2010	21/2006
III период					
1970-2012	30	28	5,5	40/1975	21/1999
1970-1990	31	31	5,2	40/1975	23/1976
1996-2012	27	26	3,9	35/2010	21/1999
IV период					
1970-2012	54	53	7,6	71/1977	38/1976
1970-1990	54	54	7,5	71/1977	38/1976
1996-2012	52	52	7,9	67/2008	40/2000

Таблица 3. Средняя температура четырех периодов и её статистические характеристики

Годы	L сут.	t _{ср} , °C	Me	σ^2	Σ , °C	t _{max} °C/год	t _{min} , °C/год
I период							
1970-2012	56	5,8	5,6	3,6	315,9	16,0/2010	-0,8/1985
1970-1990	57	5,7	5,9	3,6	327,2	14,5/1973	-0,8/1985
1996-2012	56	5,8	5,1	3,6	302,9	16,0/2010	-0,6/2000
II период							
1970-2012	28	14,4	14,5	1,8	397,9	23,5/2010	7,7/2000
1970-1990	27	14,3	14,4	1,8	389,8	20,8/1971, 1990	9,0/1986, 1990
1996-2012	28	14,4	14,6	1,9	408,2	23,5/2010	7,7/2000
III период							
1970-2012	30	18,3	18,3	1,9	550,5	25,3/2010	12,1/1988
1970-1990	32	17,8	17,7	2,0	566,9	25,0/1977	12,1/1988
1996-2012	28	18,8	18,9	1,8	530,3	25,3/2010	12,9/2006
IV период							
1970-2012	53	6,4	6,2	4,1	344,0	14,2/1972, 1973	-0,6/1974, 1988
1970-1990	54	6,5	6,3	4,0	348,9	14,2/1972, 1973	-0,6/1974, 1988
1996-2012	52	6,4	6,3	4,0	331,4	14,0/2008	-0,3/1998, 2002

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, за период 1960-2020 гг. вдоль побережья зал. Посъета температура воды выросла на 0,9°C, а воздуха на 1,4°C, что подтверждает рост температуры в данном районе. При проведении сравнения длительности всех четырёх стадий развития гребешка и средней температуры для периодов 1970–1990 и 1996–2012 гг. идёт тенденция сокращения длительности всех стадий развития, но значимый тренд выявлен только для стадии оседания личинок (III). Причём, чем короче период начальной стадии гаметогенеза, тем длиннее завершающей. Температурные характеристики периодов стали более стабильными.