

Л.Г.Седова, Г.И.Викторовская

**ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ ОБМЕНА
ОТ РЕПРОДУКТИВНОЙ АКТИВНОСТИ МОРСКОГО
ГРЕБЕШКА *MIZUHOPECTEN YESSOENSIS* (JAY)**

На интенсивность кислородного обмена (далее – обмена) у моллюсков оказывают влияние различные факторы. Зависимость обмена от репродуктивной активности отмечена у многих двустворчатых моллюсков: гребешков *Pecten grandis*, *Aequipecten irradians* и *Chlamys islandica* (Van Dam, 1954; Sastry, 1968; Vahl, 1978), устриц *Crassostrea gigas*, обмен которых при одинаковых температурах зимой и летом определялся стадией гаметогенеза (Gerdes, 1983), мидий *Mytilus edulis*, потребляющих зимой и весной больше кислорода, чем летом (Bruce, 1926; Kruger, 1960; Vooy, 1976; Горомосова, Шапиро, 1984). Многие исследователи (Bayne, Thompson, 1970; Widdows, Bayne, 1971; Burky, Burky, 1976; и др.) связывают это явление с тем, что активный гаметогенез требует значительных затрат энергии, что и отражается на скорости метаболизма.

Репродуктивный цикл приморского гребешка представляет собой сложный процесс, протекающий при определенных условиях, среди которых температура воды играет существенную роль. Каждый этап гаметогенеза у этих моллюсков приурочен к определенной температуре (Мотавкин, Варакин, 1983; Викторовская, 1996).

Цель настоящей работы – исследование зависимости интенсивности обмена от репродуктивной активности у двустворчатого моллюска *Mizuhopecten yessoensis* (Jay).

Исследование зависимости интенсивности обмена от репродуктивной активности проводили на 4–5-летних гребешках (высота раковины 153–207 мм), находящихся на разных стадиях гаметогенеза в апреле, мае, июле, октябре и феврале. Гребешки добывались водолазами в бухте Алексева (зал. Петра Великого, Японское море).

Состояние зрелости гонад в каждый сезон оценивали на 25–30 моллюсках по гонадному индексу (отношение сырой массы гонады к сырой массе тканей моллюсков в процентах) и гистологически. Для изготовления препаратов кусочки половых желез размером 0,5 x 0,5 мм фиксировали в формалине и жидкости Буэна. В дальнейшем материал по общепринятой методике заливали в парафин. Парафиновые срезы толщиной 5 мкм, окрашенные гематоксилином Эрлиха с докраской 0,5 % раствора эозина, использовали для микроскопирования.

Скорость потребления кислорода гребешками определялась методом замкнутых сосудов, концентрация кислорода в воде – титрованием по Винклеру. Животных по одному помещали в респираторные камеры с объемом 3,6 л на 3 ч. За время экспозиции содержание кислорода

в камерах снижалось не более чем на 30 % от исходного. К условиям экспериментов моллюсков акклимировали в течение 2–3 сут. Их содержали в аквариумах с проточной морской водой. Температура воды в аквариумах соответствовала таковой в море в период проведения опытов. Соленость воды составляла 32–33 ‰, рН – 8,0–8,3. Опыты проводили в 12–15 повторностях. Интенсивность потребления кислорода выражали в мг кислорода в час на грамм живой массы тела (масса живого гребешка с раковинной, очищенной от обрастателей). Температурный коэффициент Вант-Гоффа (Q_{10}), показывающий, во сколько раз увеличилась скорость процесса при изменении температуры на 10 °С, рассчитывали по формуле: $\lg Q_{10} = 10 (\lg Q_2 - \lg Q_1) / (t_2 - t_1)$, где Q_2 , Q_1 – скорости обмена при температурах t_2 , t_1 (Ивлева, 1981; Винберг, 1983).

По нашим наблюдениям, в бухте Алексеева нерест у приморского гребешка происходит в конце мая – начале июня. В июле, после нереста, гребешки находились на стадии относительного покоя гаметогенеза. Половые железы были спавшиеся, бледноокрашенные. Пол моллюсков визуально не различался. В ацинусах отмечались лишь отдельные не выметанные ооциты и спермии (рис. 1), гонадный индекс (ГИ) был равен $5,8 \pm 0,8$ %, средняя температура воды составляла 18 °С (рис. 2).

Со второй половины сентября отмечался активный рост ооцитов, которые располагались вдоль стенок ацинусов. В ацинусах самцов преобладали сперматоциты I и II порядков. Аналогичная картина с более интенсивным увеличением числа ооцитов и сперматоцитов наблюдалась в октябре–ноябре – стадия начало гаметогенеза (см. рис. 1). ГИ начал увеличиваться и составил $9,8 \pm 1,7$ % при средней температуре воды 9 °С (рис. 2).

В конце ноября – январе гонады моллюсков были хорошо развиты и имели оранжевый цвет у самок и молочный у самцов. Однако в связи с дальнейшим понижением температуры воды гаметогенез приостановился.

В феврале наблюдался усиленный рост половых клеток. Гонады стали более плотными и занимали большую часть мантийной полости. В разросшихся ацинусах находились гаметы оогенетического и сперматогенетического рядов – стадия активного гаметогенеза (см. рис. 1), ГИ продолжал увеличиваться и составил $11,5 \pm 1,2$ % при средней температуре воды 0 °С (рис. 2).

В марте и апреле плотность и размеры гонад возросли. В ацинусах самок, наряду с ооцитами большого протоплазматического роста, обнаруживались ооциты малого роста. У самцов встречались все клетки гаметогенетического ряда, но преобладали сперматиды. Состояние половых желез соответствовало преднерестовой стадии (см. рис. 1), ГИ в апреле при средней температуре воды 5 °С составил $19,1 \pm 2,4$ % (рис. 2).

В мае при средней температуре воды 8 °С гонады гребешков достигли полной зрелости – нерестовая стадия (см. рис. 1), ГИ – максимальной величины $20,3 \pm 2,6$ % (рис. 2).

Интенсивность обмена у гребешков на разных стадиях гаметогенеза показана на рис. 2, здесь же приведена динамика температуры воды в бухте Алексеева. Интенсивность обмена у гребешков, находящихся на стадии активного гаметогенеза, несмотря на нулевую температуру воды, лишь в два раза ниже, чем у особей на стадии относительного покоя при 18 °С, и в 1,5 раза ниже, чем у особей на стадии начала гаметогенеза при 9 °С. При 5 °С у гребешков на преднерестовой стадии интенсивность

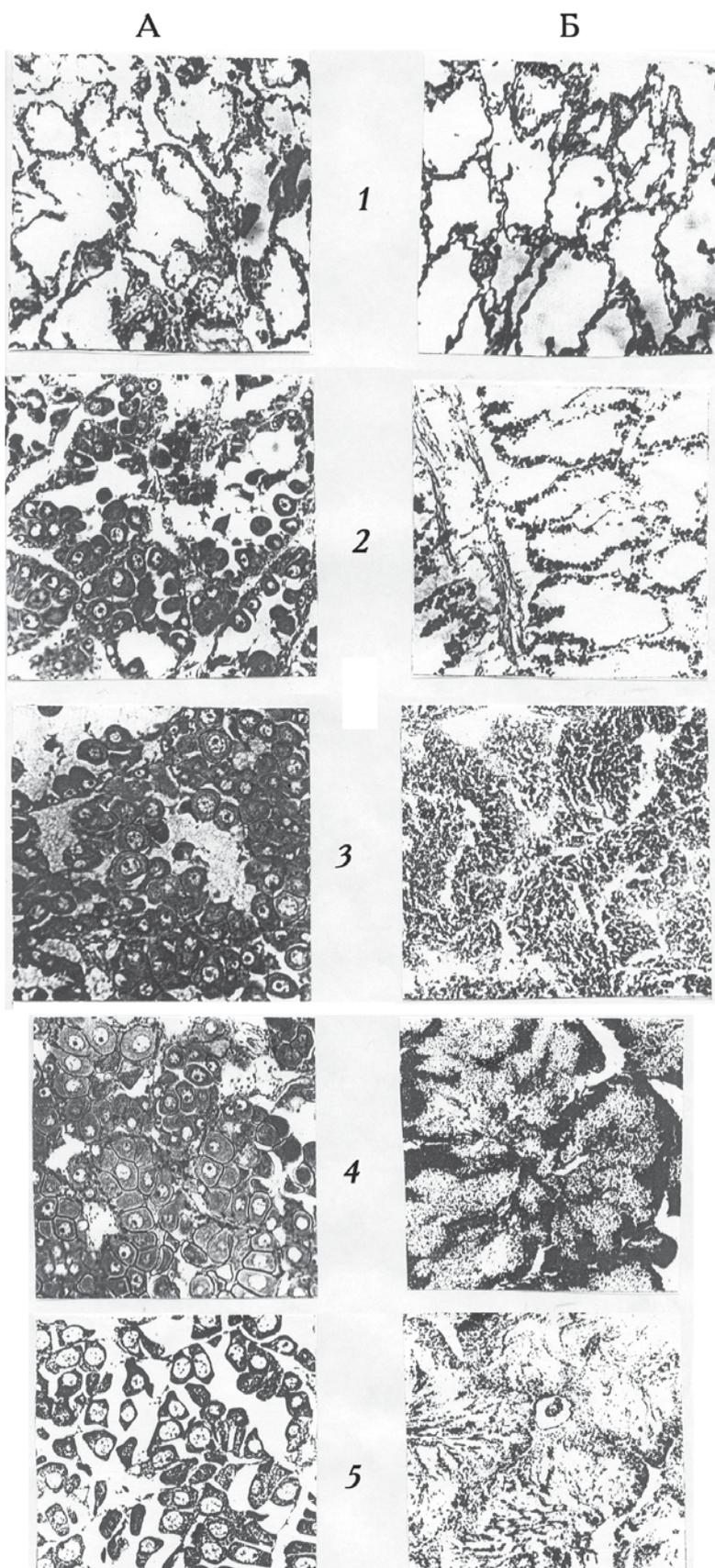


Рис. 1. Половые железы самок и самцов приморского грешка на различных стадиях гаметогенеза (А — самки, Б — самцы). Стадии гаметогенеза: 1 — относительного покоя, 2 — начало гаметогенеза, 3 — активный гаметогенез, 4 — преднерестовая, 5 — нерестовая. Гематоксилин Эрлиха. Ув. 100

Fig. 1. The yesso scallops gonads of different gametogenesis stages (А — Females, Б — Males). Gametogenesis stages: 1 — the relative rest stage, 2 — the beginning stage, 3 — the active stage, 4 — the pre-spawning stage, 5 — the spawning stage. Erlich hematoxylin, x 100

обмена была такой же, как и при 18 °С на стадии относительного покоя. На нерестовой стадии при температуре воды 8 °С интенсивность обмена вновь понижалась и достигала уровня стадии начала гаметогенеза.

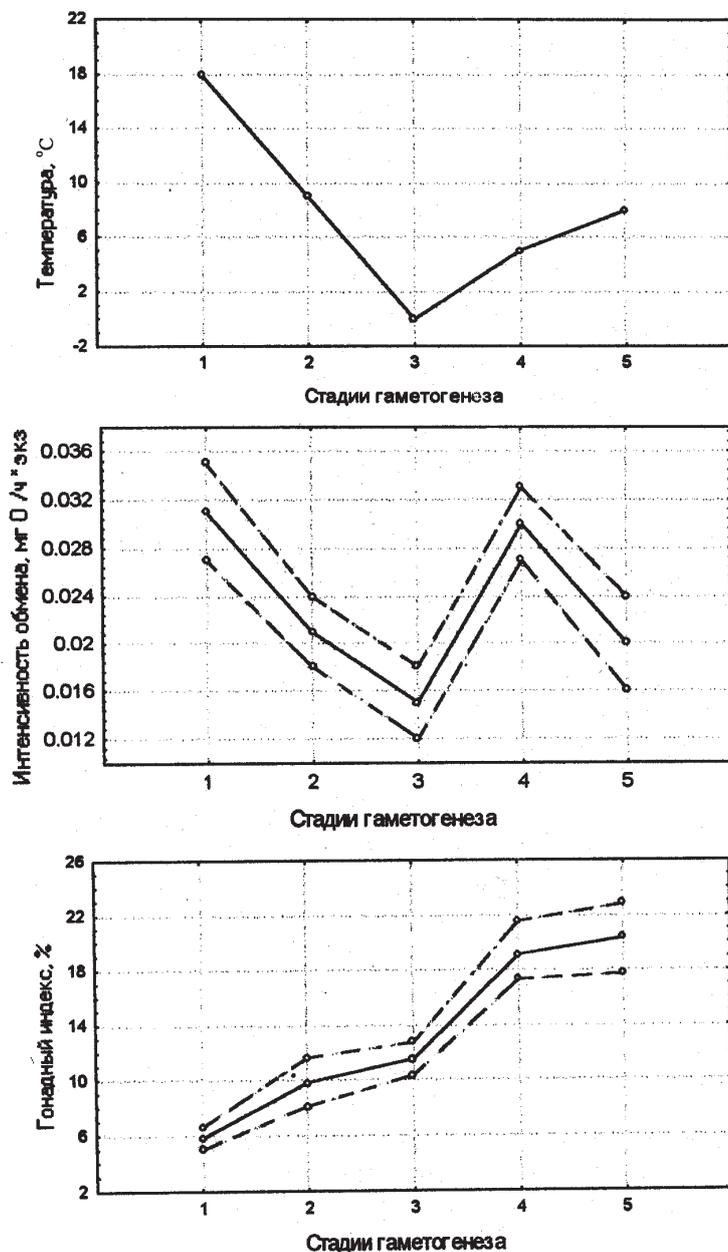


Рис. 2. Гонадный индекс, интенсивность обмена у приморского гребешка на разных стадиях гаметогенеза и динамика температуры воды. Стадии гаметогенеза: 1 – относительного покоя, 2 – начало гаметогенеза, 3 – активный гаметогенез, 4 – преднерестовая, 5 – нерестовая. Пунктирными линиями обозначены доверительные интервалы, 95 %-ный уровень значимости

Fig. 2. Gonadal-somatic index values, energy metabolism intensity of yesso scallops on the different gametogenesis stages and water temperatures dynamics. Gametogenesis stages: 1 – the relative rest stage, 2 – the beginning stage, 3 – the active stage, 4 – the pre spawning stage, 5 – the spawning stage. The confiding limits are shown by dotted lines, 95 % significance level

У приморского гребешка из зал. Муцу (Япония) при шестиградусной разнице температуры воды в октябре и апреле различия в потреблении кислорода моллюсками были такими же минимальными. В то же время в июне оно составляло 2/3 от его потребления гребешками в августе при такой же разнице в температуре воды (Fuji, Hashizume, 1974).

Максимальные величины потребления кислорода гребешками отмечены на стадиях относительного покоя и преднерестовой. В первом

случае это связано с высокими температурами воды (18 °С), во втором – с репродуктивной активностью моллюсков (температура воды 5 °С). На преднерестовой стадии половые железы занимают большую часть мантийной полости и содержат наиболее активные в метаболическом отношении вещества, значительно повышается содержание небелкового азота, свободных аминокислот, витамина В₁₂, гликогена (Мотавкин, Вараксин, 1983; Горомосова, Шапиро, 1984).

У гребешков *M. yessoensis*, находящихся вне влияния репродуктивного цикла, на одной стадии гаметогенеза, зависимость интенсивности обмена в интервале толерантных температур закономерно возрастает с увеличением температуры, при этом $Q_{10} = 2,63$ (Tsuchiya, 1981; Седова, 1986).

Сравнивая значения скоростей обмена у гребешков, находящихся на разных стадиях гаметогенеза при температурах, характерных для каждой стадии, и особей, находящихся на стадии относительного покоя (температура 18 °С), мы рассчитали коэффициенты Q_{10} , описывающие эти отношения. С их помощью можно определять интенсивность обмена у гребешков, находящихся на любой стадии гаметогенеза, исходя из значений интенсивности обмена у моллюсков на стадии относительного покоя (см. таблицу). Чем ниже значение Q_{10} , тем сильнее влияние гаметогенеза на интенсивность обмена.

Коэффициенты Q_{10} для определения интенсивности обмена у приморского гребешка на различных стадиях гаметогенеза сравнительно со стадией относительного покоя
 Q_{10} coefficients of yesso scallops energy metabolism on the different gametogenesis stages as compared with such ones on the relative rest stage

Стадия гаметогенеза	Среднее значение интенсивности обмена, мг О/ч г	Средняя температура, °С	Q_{10}
Относительного покоя	0,031	18	–
Начало гаметогенеза	0,021	9	1,54
Активный гаметогенез	0,015	0	1,50
Преднерестовая	0,030	5	1,03
Нерестовая	0,020	8	1,55

Q_{10} в интервале температур 0–18 °С при учете репродуктивной активности этих моллюсков изменяется от 1,03 до 1,55 и зависит как от температуры, так и, в большей степени, от зрелости гонад. Повышенная активность гонад в холодное время года нейтрализует снижающее влияние низких температур воды на обмен моллюсков.

Таким образом, интенсивность обмена приморских гребешков при прочих равных условиях зависит не только от температуры воды, но и от степени репродуктивной активности моллюска. Это обстоятельство необходимо учитывать при планировании исследований энергообмена, при оценке роли гребешков в общих деструкционных процессах в водоемах и при расчете режимов содержания этого объекта в регулируемых условиях для получения посадочного материала.

Литература

Викторовская Г.И. Экспериментальная регуляция гаметогенеза приморского гребешка // Сб. докл. Междунар. совещ. по пробл. марикульт. “Состоя-

ние и перспективы научно-практических разработок в области мариккультуры России". – Ростов-на-Дону, 1996. – С. 85–91.

Винберг Г.Г. Температурный коэффициент Вант-Гофа и уравнение Аррениуса в биологии // Журн. общ. биол. – 1983. – Т. 44, № 1. – С. 31–42.

Горомосова С.А., Шапиро А.З. Основные черты биохимии энергетического обмена мидий. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 120 с.

Ивлева И.В. Температура среды и скорость энергетического обмена у водных животных. – Киев: Наук. думка, 1981. – 232 с.

Мотавкин П.А., Вараксин А.А. Гистофизиология нервной системы и регуляция размножения у двустворчатых моллюсков. – М.: Наука, 1983. – 206 с.

Седова Л.Г. Влияние температуры на интенсивность обмена у приморских гребешков // Мариккультура на Дальнем Востоке. – Владивосток: ТИПРО, 1986. – С. 64–67.

Bayne B.L., Thompson R.J. Some physiological consequences of keeping *Mytilus edulis* in the laboratory // *Helgolander wiss. Meeresuntersuch.* – 1970. – Vol. 20. – P. 526–552.

Bruce J.R. The respiratory exchange of the mussel (*Mytilus edulis* L) // *Biochem. J.* – 1926. – Vol. 20. – P. 829–846.

Burky A.J., Burky K.A. Seasonal respiratory variation and acclimation in the Pea clam, *Pisidium walkeri* Sterki // *Comp. and Physiol.* – 1976. – Vol. 55. – P. 109–114.

Fuji F., Hashizume M. Energy Budget for a Japanese Common Scallop (*Patinopecten yessoensis* (Jay)) in Mutsu Bay // *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* – 1974. – Vol. 25 (1). – P. 7–19.

Gerdes D. The pacific oyster *Crassostrea gigas*. Part II. Oxygen consumption of larvae and adults // *Aquaculture.* – 1983. – Vol. 31. – P. 221–231.

Kruger F. Zur der Frage der Grossenabhangigkeit des Sauerstoffverbranches von *Mytilus edulis* L. // *Helgolander wiss. Meeresuntersuch.* – 1960. – Vol. 7 (3). – P. 125–148.

Sastry A.N. The relationship among food, temperature and gonad development of the bay scallop *Aequipecten irradians* Lamark // *Physiol. Zool.* – 1968. – Vol. 41. – P. 44–53.

Tsuchiya M. Biodeposit production and oxygen uptake by the Japanese common scallop, *Patinopecten yessoensis* (Jay) // *Bull. Mar. Biol. Stat. Asamushi, Tohoku Univ.* – 1981. – Vol. 17, № 1. – P. 1–15.

Vahl O. Seasonal changes in oxygen consumption of the icelandic scallop (*Chlamys islandica* (O.F.Muller)) from 70 °N // *Ophelia.* – 1978. – Vol. 17. – P. 143–154.

Van Dam L. On the respiration in scallop (*Lamellibranchiata*) // *Biol. Bull.* – 1954. – Vol. 107. – P. 192–202.

Vooyoys G.G.N. The influence of temperature and time of year on the oxygen uptake of the sea mussel *Mytilus edulis* // *Mar. Biol.* – 1976. – Vol. 36 (1). – P. 25–30.

Widdows J., Bayne B.L. Temperature acclimation of *Mytilus edulis* with reference to its energy budget // *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* – 1971. – Vol. 51 (4). – P. 827–843.

Поступила в редакцию 26.04.99 г.