

**О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ И СОЛЕННОСТИ ВОДЫ НА ФИЛЬТРАЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОМОРСКОЙ МИДИИ  
(*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAMARCK, 1819)**

М.Э. Шахназарян, А.П. Золотницкий

Кафедра водных биоресурсов и марикультуры ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», Керчь  
[meline\\_1987@mail.ru](mailto:meline_1987@mail.ru), [zap6@mail.ru](mailto:zap6@mail.ru)

Мидии (Mytilidae, Bivalvia) - одно из наиболее широко распространенных семейств двустворчатых моллюсков, являющихся важным объектом промысла и морской аквакультуры (Fishery and Aquaculture Statistics, 2009). В связи с этим для расширенного воспроизводства различных видов мидий большое значение приобретают эколого-физиологические исследования различных аспектов их жизнедеятельности.

Важнейшей характеристикой процессов, протекающих в морских организмах, признана оценка скорости потребленной и усвоенной (ассимилированной) пищи. Именно энергия пищи является основой для последующего биосинтеза тех или иных соединений, необходимых для пластических процессов и энергетического обмена различных органов и тканей организма. В связи с этим в задачу настоящей работы входило выявление некоторых количественных закономерностей фильтрационного питания черноморской (средиземноморской) мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) в зависимости от ряда наиболее важных экологических факторов - массы тела, температуры и солености воды.

Моллюсков собирали в Керченском проливе с обрастаний пирса в 2011-2013 гг. После сбора мидий содержали обычно в течение суток в аквариумах с целью освобождения их желудочно-кишечного тракта от содержимого. Изучение фильтрационной активности моллюсков проводили непрямым методом (Алимов, 1981) по разнице концентрации ( $K$ , мг/л) одноклеточной водоросли *Nitzschia* sp. В начале и конце опыта. Скорость фильтрации мидий определяли по формуле Голда (Алимов, 1981; Методы изучения..., 1990):

$$F = \frac{\ln K_0 - K_t}{n \cdot t} \cdot V$$

где  $F$  – скорость фильтрации ( $\text{л} \cdot \text{час}^{-1} \cdot \text{экз}^{-1}$ ),  $K_0$  и  $K_t$  – начальная и конечная численность (биомасса) альгофлоры,  $n$  – число моллюсков,  $t$  - продолжительность опыта (час). Начальную плотность водорослей устанавливали непосредственно перед экспериментом прямым счетом в камере Фокса-Розенталя. При проведении исследований учитывали скорость небиологического оседания концентрации фитопланктона в контрольных сосудах без животных за тот же отрезок времени. По завершении опыта оставшиеся водоросли концентрировали с помощью воронки обратной фильтрации, после чего определяли их плотность.

При изучении влияния размеров тела на фильтрационную активность использовали моллюсков массой 0,18-28,9 г (со створкой). При изучении влияния температуры на скорость фильтрации брали две размерные группы:  $20 \pm 1$  и  $40 \pm 1$  мм.

Для определения совместного влияния температуры и солености воды на скорость фильтрации мидий проводили опыты по схеме полного факторного эксперимента 2<sup>2</sup> (Холодов? 2014) на особях, акклимированных в течение 3 суток к соответствующей температуре и солености. Интервалы варьирования исследуемых факторов приведены в таблице. Всего было поставлено 4 опыта, каждый в 3 повторностях.

| Факторы                                | Уровень |    |    | Интервалы варьирования |
|--|---------|----|----|------------------------|
|  | -       | 0  | +  |                        |
| X <sub>2</sub> - температура воды (°C) | 10      | 14 | 18 | ± 4                    |
| X <sub>1</sub> - соленость воды (‰)    | 11      | 14 | 17 | ± 3                    |

Проведённые исследования показали, что у мидий, как и у других видов моллюсков (Алимов, 1981), скорость фильтрации тесно связана с массой тела и описывается степенной функцией (рис. 1):

$$F = a \cdot W^b,$$

где  $F$  – скорость фильтрации ( $\text{л} \cdot \text{час}^{-1} \cdot \text{экз.}^{-1}$ ),  $W$  – масса тела (г). Константа  $a$  отражает величину обмена у животного, масса которого равна единице, тогда как параметр  $b$  показывает удельную скорость изменения фильтрационной активности при возрастании массы организма. При 12 °C зависимость скорости фильтрации от массы тела в двойной логарифмической системе координат описывается уравнением:

$$F = 2,46 \cdot W^{0,53 \pm 0,05a, 055}, n = 22, R^2 = 0,836. \quad (1)$$

На основе этого уравнения при данных условиях опыта можно определить скорость фильтрации в зависимости от сухой массы мягких тканей черноморской мидии.

Кроме размеров тела фильтрационная активность моллюсков может существенно варьировать в зависимости от различных экологических факторов – температуры, солености, физиологического состояния (степень зрелости половых желез), насыщенности воды кислородом, объема сосуда и др.

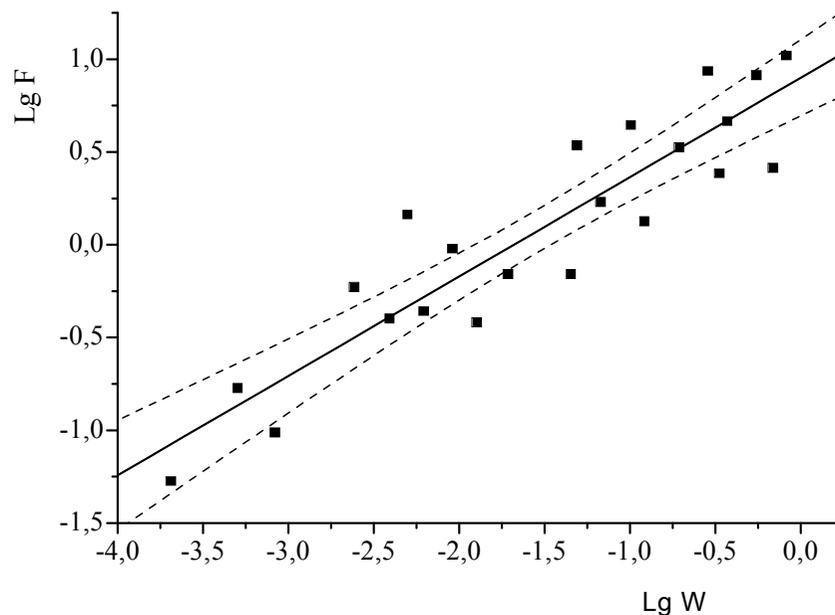


Рисунок. 1. Зависимость скорости фильтрации (F) от сухой массы мягких тканей мидии ( $T = 12^{\circ}\text{C}$ ,  $S = 15,3\%$ )  
Пунктирные линии - 95%-ный доверительный интервал

В связи с этим нами исследована скорость фильтрации у 2 групп мидий размером  $20 \pm 1$  и  $40 \pm 1$  мм у животных, полностью акклиматизированных к температуре среды обитания (собранных в природных условиях). Опыты, проведенные на обеих группах опытных животных, показали, что наиболее низкая скорость фильтрации наблюдается при температуре  $5^{\circ}\text{C}$ , с повышением температуры воды фильтрационная активность возрастает, достигая максимальных значений при температуре  $18^{\circ}\text{C}$ . Однако дальнейшее повышение температуры до  $23^{\circ}\text{C}$  заметно угнетало фильтрационную активность животных (рис. 2).

Вероятно, оптимум фильтрации черноморской мидии приходится на температуру, близкую к  $18^{\circ}\text{C}$ . В то же время анализ полученных материалов свидетельствует о том, что возрастание фильтрационной активности в каждой группе несколько отличалось друг от друга. Если в более мелкой группе ( $20 \pm 1$  мм) изменение коэффициента  $Q_{10}$  с  $5$  до  $12^{\circ}\text{C}$  составляло  $2,49$ , а при  $12-18^{\circ}\text{C}$  -  $1,98$ , т.е. достаточно близко следовало широко известной "кривой Крота" (Алимов, 1981) и к постоянному значению  $Q_{10}$ , равному  $2,25$  (Винберг, 1983), то в более крупной группе ( $40 \pm 1$  мм) в указанных температурных интервалах величина  $Q_{10}$  была заметно ниже - соответственно  $1,92$  и  $1,56$ . Возможно, это было обусловлено изменением физиологического состояния моллюсков, связанным со стадией развития половых желез. В целом же полученные данные достаточно хорошо соответствуют материалам других авторов (Финенко и др., 1990; Золотницкий, 2004).

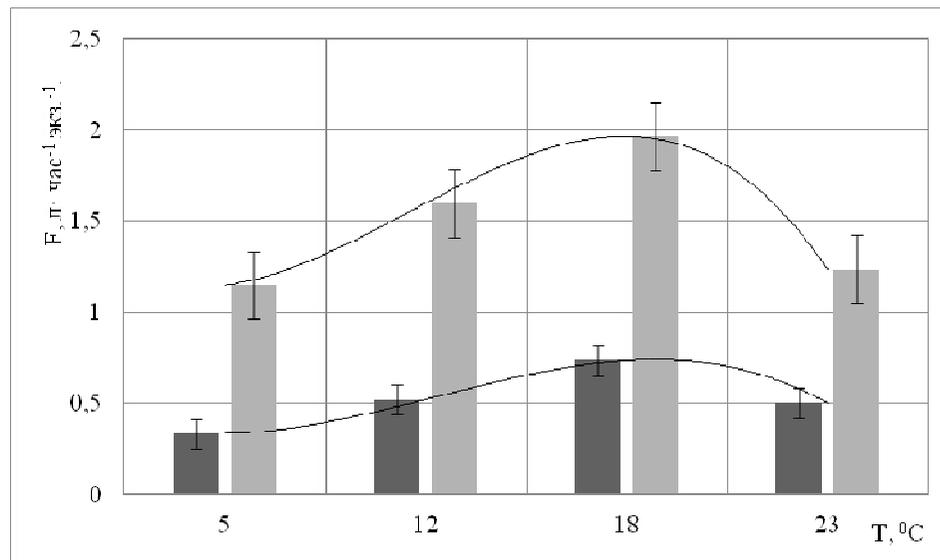


Рисунок. 2. Изменение скорости фильтрации мидий ( $F$ , л· час<sup>-1</sup> экз.<sup>-1</sup>) при различной температуре воды ( $T$ , °C)

Наряду с сезонной изменчивостью температуры, большое значение на физиологические процессы может оказать солёность воды (Хлебович, 1981; Бергер, 1986). В Керченском проливе в зависимости от азовского или черноморского течения солёность может варьировать в достаточно широких пределах - 11-17‰. В связи с этим для оценки температуры и солёности на скорость фильтрации было исследовано совместное действие 2 факторов на 2 уровнях – при температуре ( $T = 14 \pm 4$  °C) и солёности воды ( $S = 14 \pm 3$ ‰) на моллюсках длиной 18-20 мм. Было установлено, что действие каждого фактора отдельно и совместное их влияние можно записать уравнением:

$$F = 0,52 + 0,197 \cdot T + 0,088 \cdot S + 0,006 \cdot T \cdot S \quad (2)$$

где  $F$  – скорость фильтрации (л· час<sup>-1</sup>· экз.<sup>-1</sup>).

Адекватность параметров уравнения регрессии ( $b_f$ ) при 5%-ном уровне значимости составляла 0,035. Таким образом, при данных условиях эксперимента все коэффициенты, за исключением 3-го члена (взаимодействия  $T$  и  $S$ ), оказались значимыми. Из уравнения (2) следует, что у одноразмерных особей наибольшее влияние на скорость фильтрации оказывает температура, эффективность которой была более чем в 2 раза выше солёности воды. Вместе с тем действие последней также нельзя не учитывать – из уравнения видно, что разница в минимальной и максимальной солёности весьма значительна. В частности, если значение свободного члена ( $b_0 = 0,52$ ) характеризует среднюю скорость фильтрации при температуре 14°C и солёности 15‰, то при азовских и черноморских течениях, характерных для Керченского пролива (т.е. при варьировании солёности от 11 до 17‰), мидии могут изменить скорость фильтрации и потребления пищи более чем на 30%.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что на фильтрационную активность мидий наиболее существенно влияют масса тела и температура воды. Роль солёности воды заметно меньше, чем указанных выше факторов, однако она также может

оказывать влияние на скорость фильтрации моллюсков. На основе материалов по размерно-массовой структуре популяции, температурного и солевого и режимов можно оценить возможную эффективность питания и культивирования мидий в различных районах Черного моря.

### Литература

- Алимов А.Ф.* Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. - М.: Наука, 1981. - 248 с.
- Бергер В.Я.* Адаптации и морских моллюсков к изменениям солености воды. - Л.: Наука, 1986. - 216 с.
- Винберг Г.Г.* Температурный коэффициент Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса в биологии // Журн. общей биологии. – 1983. - Т. 1. - С. 31-42.
- Золотницкий А.П.* Биологические основы культивирования промысловых двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*, *Mytiliformes*) в Черном море. Автореф. докт. дис. - Киев: Ин-т гидробиологии, 2004. - 39 с.
- Методы изучения двустворчатых моллюсков. - Л.: Труды Зоол. ин-та АН СССР, 1990. - Т. 219. – 208 с.
- Финенко Г.А., Романова З.А., Аболмасова Г.И.* Экологическая энергетика черноморской мидии // Биоэнергетика гидробионтов. – Киев: Наукова думка, 1990. - С. 32-71.
- Хлебович В.В.* Акклимация животных организмов. - Л.: Наука, 1981. – 135 с.
- Холодов В.И.* Планирование экспериментов в гидробиологических исследованиях. – Севастополь, 2014. – 182 с.
- Fishery and Aquaculture Statistics. – ФАО. – Rome, 2009. – 101 p.

## THE EFFECT OF TEMPERATURE AND SALINITY ON FILTRATION ACTIVITY OF BLACK SEA MUSSEL (*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*, LAMARCK, 1819)

*M.E. Shakhnazaryan, A.P. Zolotnitskiy*

*Department of water bioresources and mariculture FSBEI HE "KSMTU", Kerch, [meline\\_1987@mail.ru](mailto:meline_1987@mail.ru), [zap6@mail.ru](mailto:zap6@mail.ru)*

The influence of different environmental factors on the filtration rate of the Black Sea (Mediterranean) mussels was studied during different seasons. It was shown that the filtration rate was closely related with weight of shellfish and described by a degree function. It was found that with an increase in water temperature, mussel filtration activity increases, reaching a maximum at a temperature of 18°C. Further increase in temperature to 23°C reduces the filtration rate of the animals. Evaluation of temperature and salinity cooperative effect on the intensity of the mussel filtering, conducted by experiments on the circuit full-factorial experiment (2<sup>2</sup>). The greatest influence on filtration activity had water temperature, while the salinity effect on the shellfish was much lower (more than 2 times). At the same time, the salinity of the water also had a significant effect on the rate of mussel filtration.