

Министерство образования и науки Российской Федерации
КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Биологический факультет

Министерство природных ресурсов Краснодарского края
Государственное бюджетное учреждение Краснодарского края
«КУБАНЬБИОРЕСУРСЫ»

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА ЮГА РОССИИ

Всероссийская научно-практическая конференция

17—19 мая 2018 г.

Краснодар
2018

УДК 639.3(470+571)(075.8)
ББК 47.2(2Рос)я73
В623

Редакционная коллегия:

Г. А. Москул (отв. редактор), А. В. Абрамчук (зам. отв. редактора), М.В. Нагалецкий,
М.С. Чебанов, Н.Г. Пашинова, М.А. Козуб, М.Х. Емтыль, А. М. Иваненко (техн. редактор),
А.С. Прохорцева (секретарь)

В623 Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы Всерос. науч.-практ. конф.,
приуроченной к 20-летию открытия в Кубанском гос. ун-те направления подготовки
«Водные биоресурсы и аквакультура» / отв. ред. Г. А. Москул. Краснодар: Кубанский гос.
ун-т, 2018. 458 с.: ил. 200 экз.
ISBN 978-5-8209-1486-7

Настоящее издание включает материалы Всероссийской научно-практической кон-
ференции, проходившей в период с 17 по 19 мая 2018 г. и приуроченной к 20-летию
открытия в Кубанском государственном университете направления подготовки «Водные
биоресурсы и аквакультура».

Представлены результаты работ, полученные учёными из ведущих научных организа-
ций Российской Федерации и ближнего зарубежья. Тематика работ касается актуальных
проблем изучения биологического разнообразия гидробионтов, охраны и воспроизвод-
ства водных биологических ресурсов, аквакультуры, а также подготовки кадров для ры-
бохозяйственной отрасли.

Адресуются научным работникам, экологам, преподавателям и студентам, специали-
зирующимся в области водных биологических ресурсов и аквакультуры.

Материалы печатаются в авторской редакции.

УДК 639.3(470+571)(075.8)
ББК 47.2(2Рос)я73

Финансовая поддержка конференции

Сборник материалов издан при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-04-20018 Г).



ISBN 978-5-8209-1486-7

© Кубанский государственный
университет, 2018

УДК 594.121:91.134 262.(5)

**О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СКОРОСТЬ
ФИЛЬТРАЦИИ ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ (*Crassostrea gigas*)
ПРИ АККЛИМАТИЗАЦИИ В ЧЁРНОМ МОРЕ**

А.П. Золотницкий, С.Р. Чакиров

Керченский государственный морской технологический университет, г. Керчь, Россия

E-mail: zap6@mail.ru

В последние десятилетия в Азово-Черноморском бассейне происходит общее снижение промысловой продуктивности, в связи с чем перед научно-исследовательскими организациями России весьма остро встала проблема разработки и внедрения мероприятий по восстановлению и увеличению численности естественных популяций ценных видов морских гидробионтов.

Важнейшим объектами морской аквакультуры (марикультуры) на Черном море являются двустворчатые моллюски, к аборигенным видам которых относится черноморская (средиземноморская) мидия (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) и плоская (европейская) устрица — (*Ostrea edulis* L.) (Холодов, Пиркова, Лодыгина, 2010). В настоящее время биотехнология мидий достаточно хорошо разработана и уже к началу 1990-х гг. в результате промышленного выращивания было получено сотни тонн товарной продукции. Что же касается черноморской устрицы, то до недавнего времени этот вид также был одним из перспективных объектов марикультуры на Чёрном море (Кракатица, 1976). Однако, в последние десятилетия, в связи с возросшим антропогенным воздействием, эвтрофикацией, инфекциями и др., этот вид практически потерял своё промысловое значение. Это обусловило необходимость поиска вида, способного к акклиматизации в Чёрном море (в связи с его пониженной солёностью), более широкой экологической пластичностью, устойчивостью к инвазиям и инфекциям, а также обладающего высоким продукционным потенциалом.

Таким видом могла быть тихоокеанская (гигантская или японская) устрица — *Crassostrea gigas* (THUNBERG) (Раков, 1978), акклиматизация которой за сравнительно небольшое время широко распространилась по всему миру и в настоящее время этот вид является одним из наиболее перспективных

объектов мировой марикультуры моллюсков (конхиокультуры) (Орленко, 1994; ФАО ... , 2013). В связи с этим, изучению наиболее важных функций и влиянию на них различных экологических факторов является одной из ведущих задач современной конхиокультуры (Quayle, 1969; Deslous-Paoli, Heral, 1984; Ecophysiology ... , 1997; Introduced Pacific oysters ... , 2005).

Важнейшим звеном биотехнологии культивирования тихоокеанской устрицы являются исследование вопросов питания и пищевых потребностей данного вида. Работ, посвящённых этим вопросам водах России сравнительно немного (Кучерявенко, 1985; Золотницкий, 2005). Между тем, работы по расширенному воспроизводству устрицы, чрезвычайно важны, и оценка фильтрационной активности, скорости потребления пищи и её усвоение моллюсками является одним из наиболее важных параметров процесса культивирования.

В задачу настоящей работы входило исследование влияние некоторых экологических факторов — температуры и солёности воды на фильтрационную активность тихоокеанской устрицы.

Работу проводили в Керченском проливе на экспериментальной базе КГМТУ в 2013—2014 гг. Материалом для исследования служили 200 экз. разновозрастных и разного размера особей тихоокеанской устрицы размером 18—160 мм и массой 1,6—248,5 г. (со створкой), доставленных из лимана Донузлав в Керченский пролив. После перевозки моллюсков выдерживали в течение одного месяца в садках пролива при температуре и солёности этого района (12,7—15,4 ‰). Определение скорости фильтрации (*F*) моллюсков проводили непрямой метод — по разнице концентрации пищи перед началом и окончанием опыта (Алимов, 1981). Начальную плотность водорослей определяли непосредствен-

но перед экспериментом прямым подсчётом в камере Фукса-Розенталя. По завершении опыта, во избежание погрешностей при подсчёте, оставшиеся водоросли концентрировали с помощью воронки обратной фильтрации, после чего определяли их плотность. Скорость фильтрации (F) тихоокеанской устрицы определяли по формуле Голда (1):

$$F = \frac{l_n K_0 - l_n K_t}{nt} V, \quad (1)$$

где F — скорость фильтрации (л/ч экз.), K_0 и K_t — концентрация корма в начале и конце опыта (мг/л), n — число моллюсков в опыте, t — продолжительность эксперимента (ч).

В качестве корма использовали одноклеточную водоросль *Nitzschia sp.* (106 клеток $\approx 0,38$ мг).

Продолжительность опытов варьировала в пределах 2—4 ч, в зависимости от объёма сосудов и размера моллюсков. Для мелких особей использовали сосуды объёмом 3—5 л, для крупных особей применяли аквариумы — до 15—30 л. При анализе полученных данных использовали результаты опытов, где концентрация водорослей уменьшилась не более чем на 25 % от исходной плотности взвеси (Алимов, 1981). Параллельно проводили контрольные опыты, в которых определяли концентрации водорослей без моллюсков.

Скорость фильтрации для каждой концентрации альгофлоры определяли по средней из 3 опытов. Значение температурного коэффициента Вант-Гоффа — Аррениуса определяли по формуле (2):

$$Q_{10} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{10/(t_2 - t_1)}, \quad (2)$$

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью пакета статистических программ фирмы StatSoft «Statistica10» и электронных таблиц Microsoft Office 2007 «Excel 2007».

Для расчёта скоростей фильтрации мидии были предварительно проведены 3—4-часовые опыты по интенсивности потребления водорослей моллюсками 2-х размерных групп — 40 ± 3 и 80 ± 3 мм. Было обнаружено, при плотности 2—3 млн микроводорослей (т. е. близкой к 1—2 мг/л по сырой массе), по-

сле чего с возрастанием плотности скорость фильтрации снижается. В связи с этим дальнейшие эксперименты мы проводили при плотности корма, равного 1,0—1,5 мг/л.

Изучение фильтрационного питания тихоокеанской устрицы показало, что скорость этого процесса (F) связана с массой тела (W) степенной функцией (3) (Алимов, 1981; Walne, 1974):

$$F = F_1 \cdot W^k, \quad (3)$$

где F_1 — интенсивность фильтрации (л/ч·г), k — коэффициент регрессии, характеризующий изменение фильтрационной активности с возрастанием массы тела.

В опытах, проведённых в апреле, при температуре 12 °С и солёности 14,1 ‰ показали, что связь скорости фильтрации с массой тела (уравнение 4, рис. 1), достаточно хорошо аппроксимируется уравнением (4):

$$F = 2,77 \cdot W^{0,522}, R^2 = 0,74, n = 24. \quad (4)$$

При повышении температуры воды до 19 °С фильтрационная активность устриц заметно возросла: соответствующие коэффициенты F_1 и k достигают значений 3,86 и 0,61 ($R^2 = 0,80$).

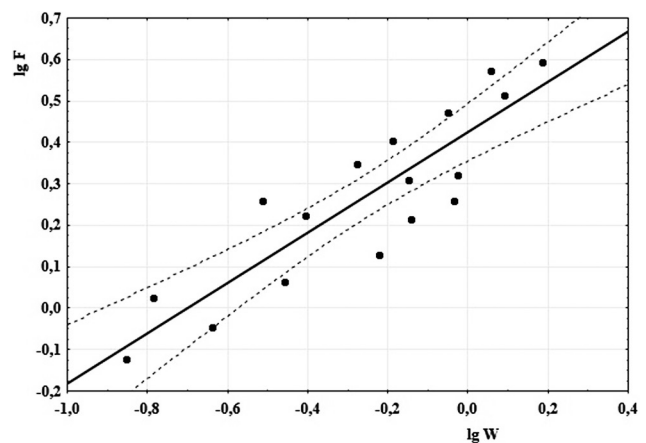


Рис. 1. Зависимость скорости фильтрации (F , л/ч·экз.) тихоокеанской устрицы от сухой массы тела (W , г) при температуре 12 °С и солёности равной 14,1 ‰ (штриховые линии — 95 % доверительный интервал). Масштаб логарифмический

Вместе с тем, следует отметить, что опыты проводились при разных значениях температуры, коэффициенты пропорциональности и регрессии полученных уравнений были раз-

личны, что не допускает их строгого сравнения. Это возможно лишь при сопоставлении животных либо одинаковой массы, либо при равенстве констант регрессии, по величине F/W у исследованных животных (Алимов, 1981; Bayne, Newell, 1983). В настоящее время для сравнения интенсивности питания разных экспериментальных групп животных широко используется уравнение, предложенное Бейном и Ньюеллом (5) (Bayne, Newell, 1983):

$$F_{st} = \left[\frac{W_{st}}{W_e} \right]^k F_e, \quad (5)$$

где F_e и W_e — экспериментальное значение, соответственно, скорости дыхания и массы тела, F_{st} и W_{st} — стандартизированное значение скорости фильтрации и массы тела, k — коэффициент регрессии, связывающий скорость потребления пищи с массой тела при данной температуре воды.

Стандартизированное значение массы тела (W_{st}) было принято равным 1 г (в сухой массе тела). Соответственно, интенсивности фильтрации тихоокеанской устрицы (F/W , л/ч·г) при температуре воды 12 и 19 °С составляли $2,84 \pm 0,282$ и $3,91 \pm 0,381$ л/ч·г (различия достоверны на уровне $P \leq 0,05$). Значение коэффициента Q_{10} составляло величину, равную 1,58, что ниже величины 2,25, принятой в эколого-физиологических исследованиях водных животных (Винберг, 1983). Таким образом, при повышении температуры с 12 до 20 °С скорость метаболических процессов существенно возрастает.

В связи с полученными данными представляло интерес сравнить наши материалы с результатами, полученными другими авторами по этому виду моллюсков. Так в работе фильтрации тихоокеанской устрицы приведена в работе Д. Гердеса (Gerdes, 1983) — 1,2 л/ч·г, что на наш взгляд объясняется высокими концентрациями водорослей ($100 \cdot 10^6$) и очень мелкими размерами используемых в качестве корма микроводоросли — *Isochrysis galbana*. Довольно близкие данные приводят другие исследователи (Ecophysiology ... , 1997; Etude comparative ... , 2003). У них фильтрационная активность этого вида, которая составляла 1,6—2,4 л/ч.

Другие авторы указывали на заметно большую скорость процесса фильтрации устриц. В частности, материалы А.С. Кучерявенко (1985) показали, что при пересчёте на сухое вещество мягких тканей она превышала 5 л/ч, а В.Ф. Уэлл (Walne, 1974) указывал, что интенсивность фильтрации этого вида устриц (с сухой массой 1 г) при хорошем протоке воды может достигать 7,8—10 л/ч. По-видимому, фильтрационная активность обусловлена, как особенностями генофонда популяций, взятых в опыт, так и совокупностью экологических условий, при котором проводились исследования. При этом необходимо отметить, что солёность воды в Керченском проливе была ниже, чем в открытой части Чёрного моря в среднем на 3,5—4 ‰.

В связи с полученными данными по влиянию температуры воды нами проведены опыты по влиянию солёности (S , ‰) на скорость фильтрации моллюсков, являющаяся весьма важным экологическим фактором, влияющим на жизнедеятельность моллюсков (Хлебович, 1974; Бергер, 1986). Для этого были отобраны ещё 2 пробы тихоокеанской устрицы, размером 60 ± 3 мм. Для 1-ой группы изучение фильтрации проводилось при солёности, характерной для Керченского пролива (14,1 ‰). Другую группу моллюсков поместили в воду, с солёностью 17,8 ‰ (морскую соль брали из оз. Голь, пересыхающего летом водоёма), которую готовили в соответствии с рекомендациями В.В. Хлебовича (1974). Период акклимации устриц составлял 3 суток. Результаты представлены на рис. 2.

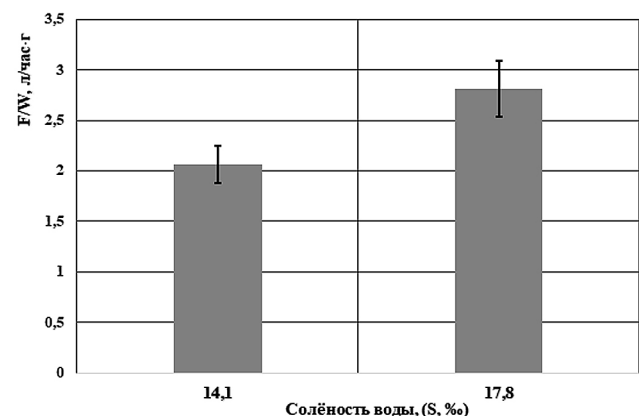


Рис. 2. Изменение интенсивности фильтрации (F , л/ч·г экз.) у тихоокеанской устрицы при температуре воды 12 °С и при солёностях 14,1 и 17,8 ‰ (вертик. линии — 95 % доверительный интервал)

Из представленных на рис. 2 данных видно, что при одинаковой температуре, но разной солёности существенно повлияло на жизнедеятельность моллюсков — скорость фильтрации при 14,1 ‰ составляла 2,06, тогда как при солёности 17,8 ‰ возросла до 2,81 л/ч экз. (различия достоверны на уровне $P \leq 0,05$). Полученные данные свидетельствуют, что при снижении солёности воды на 3,7 ‰ умень-

шается скорость фильтрации тихоокеанской устрицы на 36 %.

Дальнейшие исследования в этом направлении будут связаны с анализом совместного влияния температуры и солёности воды на фильтрационную активность и взаимосвязи процессов питания и дыхания тихоокеанской устрицы.

Литература

- Алимов А.Ф.** Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. М., 1981.
- Бергер В.Я.** Адаптации морских моллюсков к изменениям солёности воды. Л., 1986.
- Винберг Г.Г.** Температурный коэффициент Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса в биологии // Журн. общ. биол. 1983. Т. 44, вып. 1. С. 31—42.
- Золотницкий А.П.** О некоторых аспектах жизнедеятельности тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* THUNBERG, интродуцированной в Чёрное море // Учёные записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Симферополь, 2005. Т. 18 (57), № 3. С. 1—47.
- Кракатица Т.Ф.** Биология черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. в связи с вопросами её воспроизводства / Биологические основы морской аквакультуры. Киев, 1976. Вып. 2.
- Кучерявенко А.В.** Расчёт потенциальных возможностей устричного хозяйства в бухте Новгородской Японского моря // Биология моря. 1985. № 1. С. 52—62.
- Орленко А.Н.** Гигантская устрица *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiliformes, Crassostreidae) как объект акклиматизации и основные этапы её трансплантации в Чёрное море // Зоол. журн. 1994. Т. 73, вып. 1. С. 51—54.
- Раков В.А.** Биологическое обоснование акклиматизации тихоокеанской устрицы в Черном море. № Гос. регистрации 73045601. Владивосток: ТИПРО, 1978.
- ФАО. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры в 2012 г. Рим, 2013.
- Хлебович В.В.** Критическая солёность биологических процессов. Л., 1974.
- Холодов В.И., Пиркова А.В., Лодыгина Л.В.** Выращивание мидий и устриц в Чёрном море: практическое руководство. Севастополь: ИНБЮМ, 2010.
- Bayne V.L., Newell R.C. Physiology energetics of marine molluscs // The Mollusca. Physiology. Part 1 / A.S.M. Soleudin, K.M. Wilbur (Eds.). New York: Academic Press, 1983. P. 407—514.
- Deslous-Paoli G.M., Heral M.** Transfert energetiques entre l'huitre *Crassostrea gigas* de 1an et la nourriture potentielle dans l'eau d'un bassin ostricole // Haliotis. 1984. Vol. 14. P. 79—90.
- Ecophysiologie de la maturation sexuelle et de la ponte de l'huitre creuse *Crassostrea gigas*: reponses metaboliques (respiration) et alimentaires (filtration, absorption) en fonction des differents stades de maturation / P. Soletchnik [et al.] // Aquat. living. resour. vivantes aquat. 1997. Vol. 10, № 3. P. 177—185.
- Etude comparative des caractéristiques écophysiologiques et des performances de croissance de l'huitre creuse *Crassostrea gigas* diploïde et triploïde en milieu contrôlé / J. Haure [et al.] // Ifremer. Laboratoire Conchylicole des Pays de Loire Polder des Champs 85230 Bouin. 2003. P. 4—39.
- Gerdes D.** The pacific oyster *Crassostrea gigas*. Part.1. Oxygen consumption of larvae and adults // Aquaculture. 1983. Vol. 31. P. 220—233.
- Introduced Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in the northern Wadden Sea: invasion accelerated by warm summers? / S. Diederich [et al.] // Helgol. Mar. Res. 2005. Vol. 59. P. 97—106.
- Quayle D.B.** Pacific oyster culture in British Columbia / Bull. Fish. Res. Board. of Canada. 1969. № 169.