

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Камчатский государственный технический университет»

**ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ,  
ОХРАНА, ПРОМЫСЛОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

*Материалы XII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции  
(28–29 апреля 2021 г.)*

*Часть I*

Издательство



КамчатГТУ

Петропавловск-Камчатский  
2021

УДК 504  
ББК 20.1  
П77

Ответственный за выпуск

*Т.А. Клочкова,*  
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

*Н.А. Седова, д.б.н.; А.А. Бонк, к.б.н.; М.В. Ефимова, к.б.н.; Н.А. Ступникова, к.б.н.;  
А.В. Климова, к.б.н.; Л.В. Миловская, к.б.н.; С.Н. Царенко, к.т.н.;  
О.В. Олхина; А.А. Седельникова; Р.Г. Болотова*

**П77 Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование** : материалы XII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (28–29 апреля 2021 г.) : в 2 ч. / отв. за вып. Т.А. Клочкова. – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2021. – 187 с.

ISBN 978-5-328-00414-5

ISBN 978-5-328-00415-2 (ч. I)

В сборнике рассматриваются вопросы природопользования, состояния запасов природных ресурсов и их преобразования в продукты потребления и жизнеобеспечения человека. Авторами представленных докладов являются ведущие сотрудники научно-исследовательских институтов, преподаватели, аспиранты высших учебных заведений и сотрудники организаций, осуществляющих деятельность в области рационального природопользования.

Сборник материалов опубликован в авторской редакции.

**УДК 504  
ББК 20.1**

ISBN 978-5-328-00415-2 (ч. I)  
ISBN 978-5-328-00414-5

© КамчатГТУ, 2021  
© Авторы, 2021

УДК [639.3.043:639.41](265.54)

**М.В. Калинина, А.С. Табельская**

*Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института  
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО),  
Владивосток, 690091  
e-mail: kalininamv@rambler.ru, anna-tabelskaya@yandex.ru*

**ВЛИЯНИЕ СОЛЕННОСТИ И РАЗНЫХ ТИПОВ КОРМА НА РОСТ  
И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЛИЧИНОК ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ  
*CRASSOSTREA GIGAS (MAGALLANA GIGAS)*, THUNBERG, 1793  
ПРИ ЗАВОДСКОМ ВЫРАЩИВАНИИ В ЮЖНОМ ПРИМОРЬЕ**

В статье приводятся данные о темпах роста и выживаемости личинок тихоокеанской устрицы на ранних стадиях развития при использовании разных типов кормов (живых микроводорослей и их концентратов, прошедших заморозку) при разной солености (20, 26 и 32‰) в контролируемых условиях. Обсуждается положительное влияние пониженной солености на рост личинок.

**Ключевые слова:** тихоокеанская устрица *Crassostrea gigas*, личинки, соленость, микроводоросли, живые корма, концентраты, заводское выращивание, темпы роста, выживаемость, южное Приморье.

**M.V. Kalinina, A.S. Tabelskaya**

*Pacific branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO),  
Vladivostok, 690091  
e-mail: kalininamv@rambler.ru, anna-tabelskaya@yandex.ru*

**INFLUENCE OF SALINITY AND VARIOUS FEED TYPES IN GROWTH  
AND SURVIVAL RATE OF PACIFIC OYSTER LARVAE *CRASSOSTREA GIGAS*  
(*MAGALLANA GIGAS*), THUNBERG, 1793 IN FACTORY CULTIVATION  
IN SOUTH PRIMORYE**

The data on growth rates and survival rates of Pacific oyster larvae on early stages when using various types of feed (live microalgae and their concentrates after freezing) under different salinity levels (20, 26 and 32‰) in controlled conditions were presented. A positive influence on lower salinity on larvae growth is discussed.

**Key words:** Pacific oyster *Crassostrea gigas*, larvae, salinity, microalgae, live feed, concentrates, factory cultivation, growth rates, survival rate, south Primorye.

Тихоокеанская устрица *Crassostrea gigas (Magallana gigas)* является промысловым видом и объектом марикультуры. В Приморье основные ее скопления сосредоточены в заливе Петра Великого. Многолетний опыт марикультуры *C. gigas* в прибрежье южного Приморья долгое время основывался только на естественном потенциале вида: спат собирался на коллекторы вблизи ее природных скоплений [1, 2]. Однако значительные межгодовые колебания численности осевшей молодежи не позволяют получать посадочный материал в запланированных объемах. В настоящее время в Приморье разрабатывается технология заводского получения жизнестойкой молодежи, адаптированная к условиям региона, что позволит решить эту проблему без изъятия молодежи из естественных скоплений устрицы и сохранить их в стабильном состоянии.

Заводской способ позволяет регулировать условия выращивания личинок и подбирать оптимальные параметры для их содержания. Соленость является одним из основных абиотических факторов, влияющим на рост и выживаемость личинок тихоокеанской устрицы, поскольку они проявляют к ней широкую толерантность [3]. Так же остро в коммерческом устрицеводстве стоит проблема обеспечения личинок и молодежи полноценными кормами. Цель работы – оценить

влияние солености и разных видов корма на рост и выживаемость личинок тихоокеанской устрицы при выращивании в контролируемых условиях.

Работы проводились на базе Обособленного структурного подразделения марикультуры (ОСПМ) Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (ГИНРО) на острове Попова (залив Петра Великого, Японское море) в июне – июле 2020 г. В эксперименте использовались личинки, полученные от производителей, взятых из естественного поселения в северной части Амурского залива. Личинок содержали в непроточных пластиковых емкостях с рабочим объемом 150–180 л при постоянной аэрации в течение 16 сут. На стадии D-велигера (возраст 2 сут, начальная плотность 14 экз/мл), личинок поместили в воду разной солености (32, 26 и 20‰). Эксперимент проводился в четырех повторностях при 4-кратном кормлении двумя видами корма: живыми культурами и замороженным концентратом микроводорослей *Isochrysis galbana* и *Chaetoceros muelleri*. Концентрация и состав корма при этом не различались. В течение первых шести суток личинок кормили только *I. galbana*, в дальнейшем в корм добавили *Ch. muelleri* в соотношении 2 : 1. В начале эксперимента суточная доза кормления составила 10 тыс. кл/мл, затем была увеличена до 30 тыс. кл/мл. Подмена воды на 1/3 проводилась ежедневно, чистка дна – каждые три дня. Полная подмена воды была осуществлена один раз на 12-е сутки с начала эксперимента. Культивирование микроводорослей осуществлялось в ОСПМ в накопительном режиме. Для понижения солености до 26 и 20‰ смешивали в определенной пропорции фильтрованную и обработанную ультрафиолетом морскую воду соленостью 32‰ с тонкофильтрованной пресной водой. Перед дальнейшим использованием полученные растворы стабилизировали в течение 12–24 ч. В течение первых трех дней среднесуточная температура варьировала от 17,7 до 18,2°C, в дальнейшем – от 19,6 до 22,6°C, в среднем составив 20,7°C. В конце эксперимента личинки находились на стадии великонхи.

Подсчет количества личинок проводили ежедневно под микроскопом «Микромед-2» в камере Богорова. Контроль развития личинок проводили под микроскопами «Микромед МС-4-ZOOM LED» и «Микромед-2» с цифровой камерой TourCam. Размеры личинок определяли под микроскопом раз в 2-3 дня с помощью окуляр-микрометра (численность выборки составляла 30–100 экз.). Обработку данных проводили с помощью программ MS Excel и Statistica.

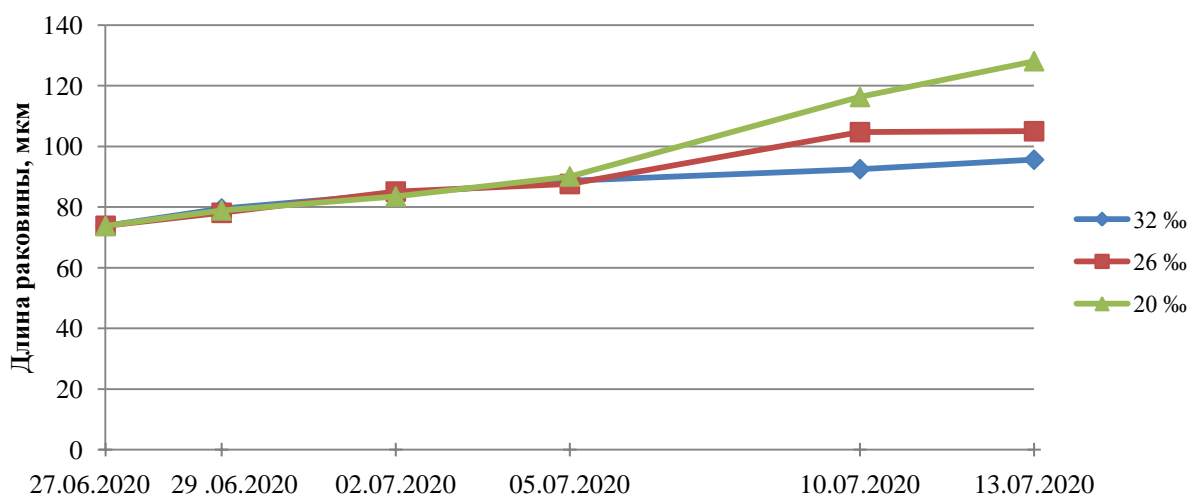
Результаты исследований показали, что темпы роста личинок на живых кормах были значительно выше в вариантах с пониженной соленостью – в конце эксперимента их размеры достоверно различались ( $p = 0$ ): 128,1; 105 и 95,6 мкм при 20, 26 и 32‰ соответственно (таблица). У личинок, питающихся концентратом микроводорослей, в конце эксперимента значимых различий этого показателя при разной солености обнаружить не удалось (82,9; 83,8 и 86,1 мкм при 20, 26 и 32‰ соответственно). В целом на живом корме темпы роста личинок были выше, чем на концентрате при всех вариантах солености: средние размеры личинок достоверно различались ( $p < 0,05$ ).

**Средние размеры личинок *C. gigas*, выращиваемых при разной солености с использованием разных кормов**

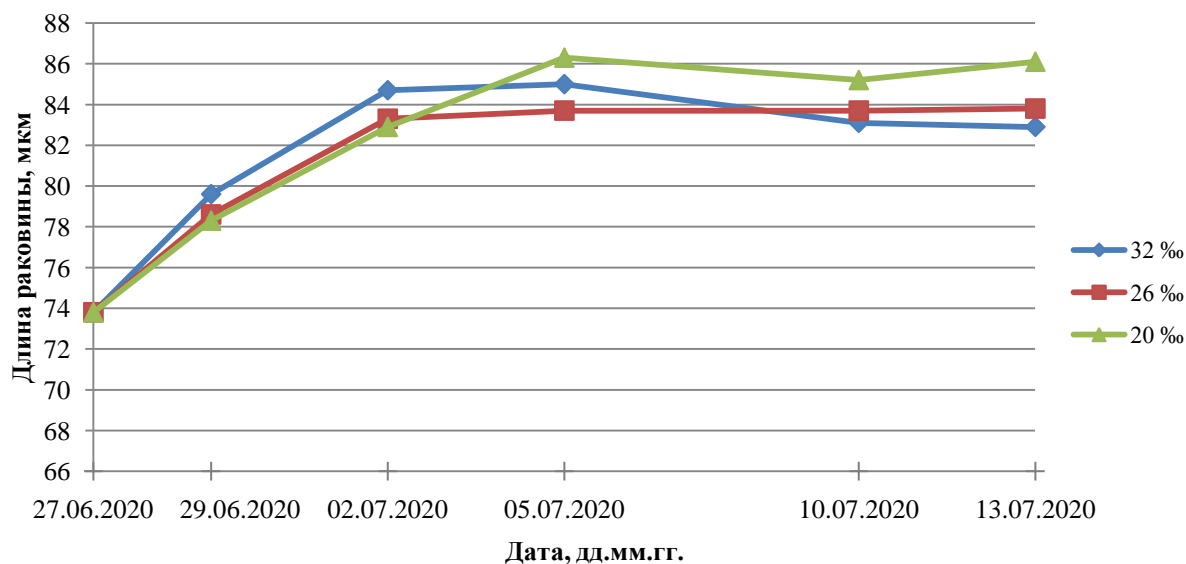
Дата	Возраст, сут	Соленость, ‰	Длина, мкм *	
			Живые корма	Концентрат
27.06.20	2	32–20	73,8 ± 0,27 (58–78)	
29.06.20	4	32	79,5 ± 0,3 (78–83)	79,6 ± 0,27 (75–83)
		26	78,1 ± 0,3 (75–80)	78,6 ± 0,33 (75–83)
		20	78,9 ± 0,26 (75–80)	78,3 ± 0,4 (70–80)
02.07.20	7	32	84,4 ± 0,7 (78–90)	84,7 ± 0,67 (75–93)
		26	85,1 ± 0,6 (78–88)	83,3 ± 0,56 (78–89)
		20	83,5 ± 0,6 (75–90)	82,9 ± 0,7 (75–88)
05.07.20	10	32	88,7 ± 0,5 (83–93)	85 ± 0,49 (75–90)
		26	87,6 ± 0,9 (75–95)	83,7 ± 0,62 (75–88)
		20	90,1 ± 0,6 (80–95)	86,3 ± 0,62 (80–90)
10.07.20	15	32	92,5 ± 0,8 (80–113)	83,1 ± 0,33 (75–88)
		26	104,7 ± 1,3 (84–131)	83,7 ± 0,43 (75–92)
		20	116,3 ± 1,7 (89–147)	85,2 ± 0,52 (75–92)
13.07.20	18	32	95,6 ± 0,9 (78–125)	82,9 ± 0,47 (75–93)
		26	105,0 ± 1,0 (83–138)	83,8 ± 0,5 (75–98)
		20	128,1 ± 1,9 (88–168)	86,1 ± 0,35 (75–93)

\* Значения представлены в виде среднего, его ошибки и пределов изменчивости (в скобках).

В течение первых дней выращивания темпы роста личинок во всех вариантах эксперимента достоверно не различались: в возрасте семи суток их средние размеры варьировали на живом корме от 83,5 до 85,1 мкм, на концентрате – от 82,9 до 84,7 мкм (см. таблицу). В дальнейшем на разных типах корма темпы роста личинок существенно различались. На графиках хорошо видно, что начиная с 8-го дня темпы роста личинок, питавшихся живым кормом, в вариантах с пониженной соленостью (20 и 26‰) были выше (рисунок, А). При кормлении замороженным концентратом положительного влияния пониженной солености на рост личинок обнаружить не удалось (рисунок, Б). Отмечается, что начиная с 8-го дня выращивания личинки, питавшиеся концентратом, перестали расти: средние размеры в конце эксперимента достоверно не отличались от таковых у личинок в возрасте 7 сут при разной солености ( $p < 0,05$ ).



А



Б

Рост личинок *S. gigas* при кормлении живыми кормами (А) и концентратами (Б) при разной солености

Выживаемость личинок, питавшихся живым кормом, также была более высокой при выращивании в воде с пониженной соленостью: 85,7; 78,5 и 60% при 20, 26 и 32‰ соответственно. У личинок, получающих концентрат, она была значительно ниже при солености 32 и 26‰ – 17,5 и 18,6% соответственно. При 20‰ ее значения (52,8%) были сопоставимы с таковыми при выращивании личинок на живом корме и солености 32‰ (60%).

Личинки тихоокеанской устрицы – эвригалинного вида – проявляют широкую толерантность к солености, часто далеко за пределами условий обитания в естественной среде. По дан-

ным Л.М. Ярославцевой с соавторами [3] в прибрежье залива Петра Великого личинки тихоокеанской устрицы нормально развиваются при солёности от 16 до 34‰. По мнению корейских исследователей, выращивать личинок можно при солёности от 20 до 30‰, а оптимальной они считают солёность 30‰ [4]. М.М. Хелм с соавторами [5] оптимальной для личинок этого вида называют солёность 25–28‰, указывая, что солёность ниже 20 и выше 30‰ снижает темпы их роста. Наши данные отличаются от приведенных выше оптимальных значений солёности: наилучшие темпы роста и выживаемость были отмечены у личинок, содержащихся на живых кормах при солёности 20‰, то есть при значениях, ниже указанных другими авторами (25–28 и 30‰). Следует отметить, что при использовании замороженных концентратов, на фоне замедленного роста личинок, наилучшая выживаемость была отмечена также при солёности 20‰. Данные различия можно объяснить приспособительной реакцией личинок *S. gigas* к условиям обитания в южном Приморье, где основные устричные скопления локализованы в местах, подверженных постоянному распреснению за счет влияния речных стоков и обильных сезонных осадков в период личинного этапа развития [6, 7].

Таким образом, наилучшие рост и выживаемость были отмечены у личинок тихоокеанской устрицы при солёности 20‰ и кормлении живыми культурами микроводорослей. Кормление мороженым концентратом микроводорослей при той же концентрации и составе корма угнетающе действовало на рост личинок и привело к снижению выживаемости до критических значений. Следовательно, выращивание личинок *S. gigas* при солёности 20‰ в хозяйствах южного Приморья может быть перспективным. Использование же замороженного концентрата микроводорослей в качестве альтернативы живым микроводорослям на ранних стадиях развития личинок *S. gigas* (великонхи и раннего велигера) является неэффективным.

### Литература

1. История развития устрицеводства и перспективы культивирования тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* в прибрежной зоне Приморского края (в Дальневосточном регионе) / Г.И. Викторовская, А.Ю. Баранов, М.В. Калинина, С.А. Ляшенко // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление: Сб. материалов Всерос. науч. конф. (3–6 октября 2017 г.) – Петропавловск-Камчатский, 2017. – С. 381–388.
2. Технологическая инструкция по индустриальному выращиванию тихоокеанской устрицы в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне / Сост. Г.И. Викторовская, И.Ю. Сухин, А.Ю. Баранов, С.А. Ляшенко, М.В. Калинина. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2018. – 43 с.
3. Ярославцева Л.М., Сергеева Э.П., Дашенко С.Д. Изменение чувствительности к опреснению в онтогенезе гигантской устрицы // Биология моря. – 1990. – № 6. – С. 36–42.
4. Shellfish culture // The project for capacity building for shellfish farming in Tunisia / South sea mariculture research center, NFDI. – 2008.
5. Helm M.M., Bourne N., Lovatelli A. (comp./ed.) Hatchery culture of bivalves. A practical manual // FAO Fisheries Technical Paper. – № 471. – Rome, FAO. – 2004. – 177 p.
6. Соколенко Д.А., Калинина М.В. Современное состояние и структура естественных поселений тихоокеанской устрицы в северной части Амурского залива (залив Петра Великого, Японское море) // Известия ТИНРО. – 2018. – Т. 195. – С. 48–60.
7. Ляшенко С.А., Щербакова Н.В., Гостюхина О.Б. Оценка природного потенциала районов залива Петра Великого (Японское море) для сбора спата тихоокеанской устрицы // Известия ТИНРО. – 2019. – Т. 199. – С. 231–240.