

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 639.411

**Развитие личинок устрицы тихоокеанской *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) при различных показателях температуры и солености воды**

Анастасия Сергеевна Злобина<sup>1</sup>, Светлана Евгеньевна Лескова<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

<sup>1</sup> arlycaunce97@mail.ru

<sup>2</sup> svetaleskova@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7058-3449>

**Аннотация.** Оценены темпы роста и выживаемость личинок тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* от стадии трохофора до педивелигера при разных показателях температуры и солености воды в заводских условиях.

**Ключевые слова:** личинки, температура воды, соленость, темп роста, выживаемость, тихоокеанская устрица, *Crassostrea gigas*

**Для цитирования:** Злобина А.С., Лескова С.Е. Развитие личинок устрицы тихоокеанской *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) при различных показателях температуры и солености воды // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 62, № 4 С. 64–74.

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHING

Original article

**Development of larvae of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) at different temperatures and water salinity**

Anastasiya S. Zlobina<sup>1</sup>, Svetlana E. Leskova<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup>Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

<sup>1</sup> arlycaunce97@mail.ru

<sup>2</sup> svetaleskova@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7058-3449>

**Abstract.** Growth rates and survival rates of larvae of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* from the stage of trochophore to pediveliger were estimated at different temperatures and salinity of water under factory conditions.

**Keywords:** larvae, water temperature, salinity, growth rate, survival rate, *Crassostrea gigas*

**For citation:** Zlobina A.S., Leskova S.E. Development of larvae of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) at different temperatures and water salinity. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2022;62(4):64–74. (in Russ.).

## Введение

В России получение молоди тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) исторически связано с прибрежными водами южного Приморья, которые являются местом естественного обитания вида. Именно здесь, в заливах Посыета и Восток, в 70–80-е гг. XX в. были организованы первые устрицеводческие хозяйства [1, 2]. Благодаря наличию природных скоплений молодь собирали коллекторным способом в естественных условиях, и ее доращивание до товарных показателей осуществлялось на морских участках. Сбор молоди на коллекторы в природных условиях возможен в ограниченном числе акваторий, при этом оседание спата на коллекторы нестабильно и может сильно варьировать год от года. Кроме того, оказалось, что культивировать устриц намного легче и эффективнее, чем заниматься поиском скоплений и добычей устриц в естественных условиях. Поэтому для обеспечения устойчивого товарного производства необходима биотехнология получения жизнестойкой молоди *C. gigas* заводским способом, адаптированная в первую очередь к природным условиям южного Приморья. В устрицеводческих хозяйствах, специализирующихся на заводском получении посадочного материала (жизнестойкой молоди), основной задачей является создание оптимальных условий для выращивания личинок [3].

Поскольку личинки тихоокеанской устрицы проявляют широкую толерантность к температуре и солености, эти факторы могут оказывать значительное влияние на их развитие и темпы роста. Целью данного исследования являлось изучение влияния абиотических факторов среды (температура и соленость) на личиночное развитие тихоокеанской устрицы, а также выявление их оптимальных показателей.

## Материалы и методы

Исследования проводились в заводских условиях на базе предприятия марикультуры ООО «Дальста-Марин» (бухта Воевода, Японское море) с июня по июль 2022 г. Отбор производителей для нереста проводился водолазным способом на устричной банке бухты Воевода. Нерест устрицы происходил в искусственно созданных условиях с применением дополнительной стимуляции (смена температуры). Производителей предварительно помещали в холодильные камеры на сутки. После их перемещали в заранее подготовленные ёмкости объемом 400 л с температурой воды 22 °С. После нереста на стадии деления оплодотворенные яйцеклетки порциями пересаживали в заранее подготовленные экспериментальные ёмкости объемом 5 л с различными показателями температуры и солености воды.

Вода для выращивания личинок подвергалась многоступенчатой очистке и обеззараживанию с помощью ультрафиолетовых ламп. Смена воды производилась ежедневно на 100 %, аэрация в ёмкостях происходила постоянно, содержание в воде кислорода составляло 90 % насыщения. Аэрация является фактором, позволяющим избежать больших скоплений личинок у дна ёмкости, а также способствующим эффективному распределению корма в воде. Изменение солености воды производилось вручную заранее, путем смешивания дистиллированной воды с морской водой (35 ‰) в заранее просчитанных пропорциях. Изменение температуры проводилось путем постепенного подогревания или же охлаждения очищенной морской воды. Уровень солености измерялся ручным рефрактометром, температуры – электронным термометром.

Корма для личинок подавали 2 раза в день. Количество подаваемого корма рассчитывали в зависимости от концентрации клеток в культуре выращиваемых микроводорослей и плотности личинок, находящихся в выростной емкости. Кормление личинок начиналось после достижения личинок стадии велигера. В рецептуре использовали микроводоросли *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros mulleri*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Tetraselmis suecica*. Для кормления личинок на самых ранних стадиях развития использовали микроводоросль *Isochrysis galbana*, так как ее клетки имеют небольшой размер и устрицы способны поглотить их. После по мере роста личинок добавляли другие виды микроводорослей, при этом увеличивая их концентрацию с 20 тыс. кл/мл на стадии велигер до 200 тыс. кл/мл на стадии педивелигер.

При выращивании личинок ежедневно фиксировались время перехода их от стадии к стадии, размеры, выживаемость, время оседания молоди, оценивались аномалии развития. Для определения плотности личинок из ёмкости с личинками брали пробу объемом 100 мл и после пипеткой отмеряли 1 мл и помещали в камеру Богорова. Затем подсчитывали количество личинок. Для точности пробу брали 3 раза и высчитывали среднее значение. Размер личинок определяли с помощью окулярной линейки, с учетом увеличения окуляра.

Работа выполнялась в рамках конкурса научных грантов для студентов ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

### **Результаты и их обсуждение**

Для достижения поставленной цели был проведен анализ литературных источников по теме исследования, и на его основе выбраны следующие показатели температуры (15 °С; 18; 21; 24; 26; 30 °С) и солености (22 ‰; 25; 28; 32; 35 ‰).

В эксперименте с соленостью (табл. 1) оплодотворенные яйцеклетки успешно перешли на стадию трохофора на первый день развития во всех экспериментальных емкостях. Трохофоры были активны и хорошо развивались, равномерно распределившись в толще воды. Размеры личинок в емкостях с соленостью воды 22 ‰, 25 ‰, 28 ‰ оказались меньше, чем в емкостях с соленостью 32 ‰ и 35 ‰.

На третий день личиночного развития в емкостях с соленостью воды 22 и 25 ‰ личинки перешли на стадию велигер, что на день позже, чем в емкостях с показателями солености 28, 32 и 35 ‰. На этой стадии личинки перешли на экзогенное питание, началась подача корма в емкости, личинки активны, хорошо питаются. В воде с наименьшей соленостью воды (22 ‰) личинки имели самый мелкий размер раковины ( $66,08 \pm 1,80$  мкм), множество личинок было с отклонениями в развитии (деформация паруса, отсутствие второй створки раковины), личинки сконцентрировались на дне емкости и погибли на 9-й день развития. Такое же поведение и состояние личинок зафиксировано в емкостях с показателями солености 25 и 28 ‰, их гибель произошла на 12-й и 14-й день соответственно.

На 14-й день развития в емкостях с соленостью воды 32 и 35 ‰ личинки перешли на стадию великонха, в это время наблюдался их интенсивный рост и подготовка к оседанию. Большинство личинок держалось в толще воды, на дне присутствовали в незначительном количестве живые и мертвые, также в небольшом количестве встречались личинки на стадии велигер. Отклонений в развитии личинок замечено не было. Средний размер личинок в емкости с соленостью воды 32 ‰ составил  $167,40 \pm 11,30$  мкм, с показателем солености 35 ‰ –  $182,81 \pm 11,78$  мкм.

При развитии личинок в воде с соленостью 32 и 35 ‰ на 24-й и 21-й день соответственно они перешли на стадию педивелигер. У личинок в это время уже была сформирована нога и начался поиск субстрата для оседания. Большинство личинок в хорошем состоянии, без отклонений в развитии. Средний размер личинок в емкости с соленостью воды 32 ‰ составил  $328,50 \pm 16,22$  мкм, при солености 35 ‰ –  $315 \pm 12,89$  мкм.

Выживаемость личинок при развитии в воде с различными показателями солености варьировала от стадии к стадии (рис. 1).

Изменения плотности личинок в емкостях с соленостью воды 32 и 35 ‰ протекали плавно, единовременной массовой гибели личинок вследствие болезней, либо по естественным причинам не наблюдалось в отличие от емкостей с показателями солености 22 ‰, 25 и 28 ‰, в которых наблюдалась массовая гибель личинок на стадиях великонха и педивелигер.

На стадии трохофора личинки при всех показателях солености воды выживаемость составила 100 %.

Процент выживаемости на стадии велигер был наиболее высоким в емкостях с соленостью воды 32 и 28 ‰ и составил 42,56 и 40,53 % соответственно, однако на стадии великонха и педивелигер наибольший показатель был при солености 35 ‰ со значениями 47,75 и 64,42 % соответственно. Наибольший общий процент выживаемости личинок при их развитии в воде с соленостью 35 ‰ составил 10,64 %, наименьший – при 32 ‰ с показателем 9,2 %.

Таблица 1

**Темп развития личинок при различных показателях солености**

Table 1

**The rate of development of larvae at various indicators of salinity**

Соленость, ‰	День развития	Стадия развития	$X \pm m_x$ , мкм	$X_{max}$ , мкм	$X_{min}$ , мкм
22	1	Трохофора	$51,75 \pm 2,25$	54	40,5
	3	Велигер	$66,08 \pm 1,80$	81	54
	0	Великонха	0	0	0
	0	Педивелигер	0	0	0
25	1	Трохофора	$51,75 \pm 2,25$	54	40,5
	3	Велигер	$70,98 \pm 1,84$	94	54
	0	Великонха	0	0	0
	0	Педивелигер	0	0	0
28	1	Трохофора	$49,5 \pm 4,5$	54	40,5
	2	Велигер	$76,06 \pm 1,73$	94,5	54
	0	Великонха	0	0	0
	0	Педивелигер	0	0	0
32	1	Трохофора	$58,5 \pm 4,5$	67,5	54
	2	Велигер	$82,88 \pm 1,88$	94,5	54
	14	Великонха	$167,40 \pm 11,30$	297	108
	24	Педивелигер	$328,50 \pm 16,22$	351	297
35	1	Трохофора	$58,5 \pm 4,5$	67,5	54
	2	Велигер	$80,63 \pm 2,05$	94,5	54
	14	Великонха	$182,81 \pm 11,78$	283,5	94,5
	21	Педивелигер	$315 \pm 12,89$	351	270

Выживаемость в емкостях с показателем солености 22 ‰ на стадии велигер составляла 25,76 %, 25 ‰ – 24,56 %, 28 ‰ – 40,53 %.

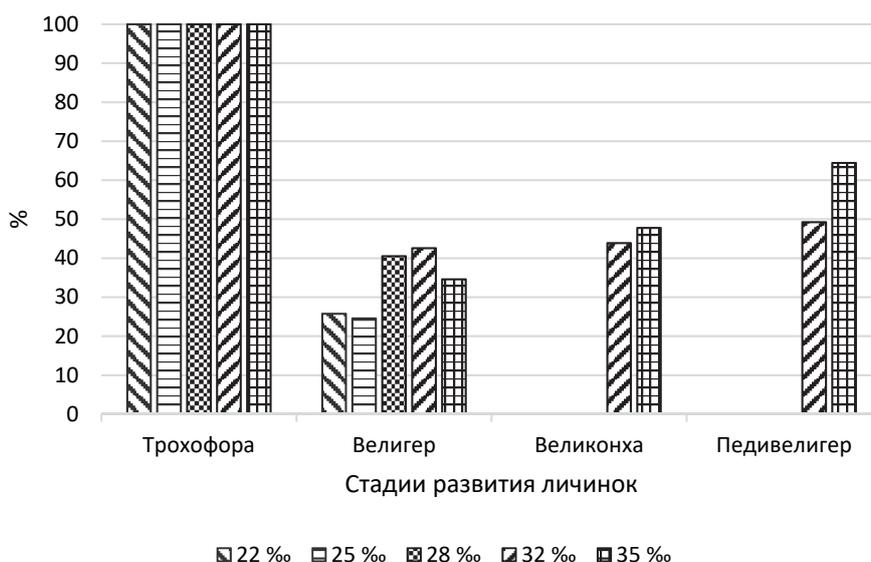


Рис. 1. Выживаемость личинок при различных показателях солености  
Fig. 1. Survival of larvae at various salinity indices

В эксперименте с различными показателями температуры воды (табл. 2) оплодотворенные яйцеклетки успешно перешли на стадию трохофора на первый день развития во всех экспериментальных емкостях. Трохофоры были активны и хорошо развивались, равномерно распределившись в толще воды. Размер личинок в емкостях с температурой воды 15 и 21 °С оказались самыми маленькими и составили  $51,75 \pm 2,25$  мкм и  $49,5 \pm 4,5$  мкм соответственно.

Таблица 2

**Темп развития личинок при различных показателях температуры**

Table 2

**The rate of development of larvae at various temperatures**

Температура, °С	День развития	Стадия развития	$X \pm m_x$ , мкм	$X_{\max}$ , мкм	$X_{\min}$ , мкм
15	1	Трохофора	$51,75 \pm 2,25$	54	40,5
	3	Велигер	$77,46 \pm 1,25$	94,5	54
	0	Великонха	0	0	0
	0	Педивелигер	0	0	0
18	1	Трохофора	$54 \pm 0$	54	54
	2	Велигер	$78 \pm 1,76$	94,5	54
	17	Великонха	$98,55 \pm 2,88$	108	81
	0	Педивелигер	0	0	0
21	1	Трохофора	$49,5 \pm 4,5$	54	40,5
	2	Велигер	$83,79 \pm 1,75$	94,5	54
	14	Великонха	$136,01 \pm 7,46$	283,5	81
	28	Педивелигер	$288 \pm 25,05$	337,5	256,5
24	1	Трохофора	$54 \pm 0$	54	54
	2	Велигер	$79,13 \pm 1,88$	94,5	54
	14	Великонха	$182,5 \pm 12,02$	283,5	108
	23	Педивелигер	$346,5 \pm 4,5$	351	337,5
26	1	Трохофора	$58,5 \pm 4,5$	67,5	54
	2	Велигер	$82,13 \pm 1,98$	94,5	67,5
	10	Великонха	$183 \pm 12,32$	283,5	94,5
	19	Педивелигер	$319,5 \pm 25,05$	351	270
30	1	Трохофора	$58,5 \pm 4,5$	67,5	54
	2	Велигер	$84,75 \pm 2,63$	108	67,5
	8	Великонха	$200,43 \pm 12,3$	283,5	121
	15	Педивелигер	$319,5 \pm 25,05$	351	270

На второй день личиночного развития в емкостях с показателями температуры воды 18 °С, 21, 24, 26 и 30 °С личинки перешли на стадию велигер, что на день раньше, чем в емкости с температурой 15 °С. Личинки были активны, хорошо питались, распределены в толще воды. Личинки, развивающиеся при температуре воды 15 °С, развивались с аномалиями, большое их количество скопилось на дне емкости, где наблюдались как живые, так и мертвые. Массовая гибель личинок произошла на 15-й день развития.

На 17-й день развития в емкости с температурой 18 °С и 14-й день в емкостях с показателем температуры 21 и 24 °С, на 10-й день при температуре развития 26 °С и на 8-й день при 30 °С личинки перешли на стадию великонха. В это время личинки активно растут и готовятся к оседанию. Самый наименьший средний размер личинки имели при развитии в воде с температурой 18 °С, составив  $98,55 \pm 2,88$  мкм, большинство личинок наблюдалось у дна ем-

кости, встречались с аномалиями развития. Массовая гибель личинок наблюдалась на 21-й день развития. В емкостях с температурой воды 21 °С, 24, 26, 30 °С личинки развивались нормально, большинство личинок находятся в толще воды, у дна присутствуют в незначительном количестве мертвые личинки, также наблюдались в небольшом количестве личинки на стадии велигер.

На стадию педивелигер личинки, развивающиеся при температурах воды 21 °С, 24, 26 и 30 °С перешли на 28-, 23-, 19- и 15-й дни соответственно. У личинок в этот период развития уже была сформирована нога и начался поиск субстрата для оседания. Большинство личинок в хорошем состоянии, без отклонений в развитии. Наименьший средний размер имели личинки, развивающиеся при температуре воды 21 °С ( $288 \pm 25,05$ ), наибольший – при 24 °С ( $346,5 \pm 4,5$ ).

Выживаемость личинок при различных показателях температуры воды так же, как и при различных соленостях варьировала от стадии к стадии (рис. 2).

Изменения плотности личинок в емкостях при показателях температуры воды 21 °С, 24, 26 и 30 °С протекали плавно, единовременной массовой гибели личинок вследствие болезней, либо по естественным причинам обнаружено не было, а в емкостях с показателями 15, 18 °С вследствие массовой гибели личинок плотность на стадиях великонха и педивелигер упала до 0 соответственно.

На стадии трохофора выживаемость личинок при всех исследуемых показателях температуры воды составила 100 %.

Наиболее высокий процент выживаемости на стадии велигер наблюдался при показателе температуры воды 21 °С и составил 65,7 %, однако на стадии великонха и педивелигер наибольшая выживаемость личинок наблюдалась при развитии с показателями воды 24 °С и 26 °С, 42,72 % – 63,22 % и 43,71 % – 66,56 % соответственно.

Наибольший общий процент выживаемости в емкостях с температурами воды 24 °С и 26 °С составил 12,09 % и 13,79 % соответственно. Наименьший процент выживаемости при развитии личинок в воде с температурами воды 21 °С и 30 °С составил 5,46 % и 3,76% соответственно.

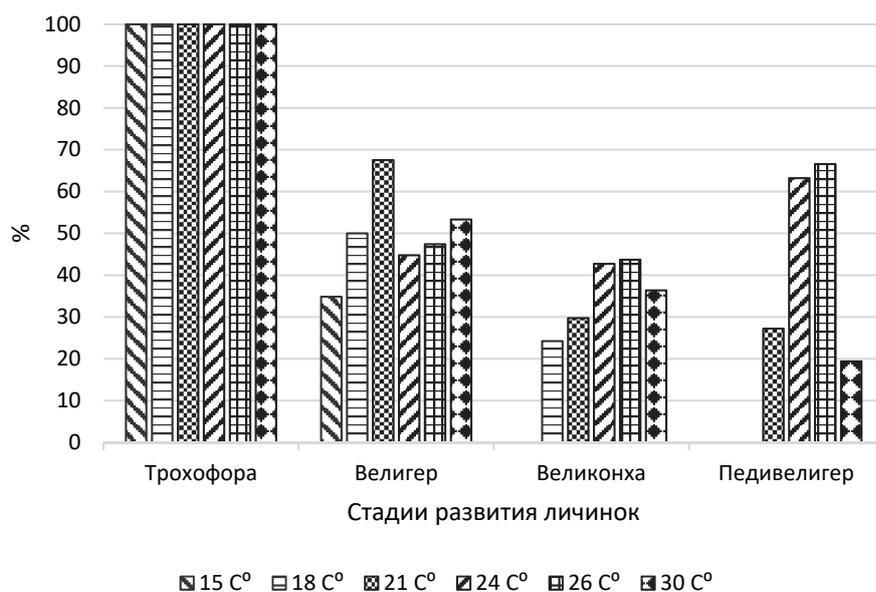


Рис. 2. Выживаемость личинок при различных показателях температуры  
 Fig. 2. Survival of larvae at various temperatures

По устрицам накоплен огромный материал, касающийся различных сторон биологии, культивирования, промысла и технологической обработки. Большой интерес исследователей к этой группе моллюсков объясняется прежде всего их высокой значимостью для человека, который на протяжении нескольких тысячелетий использовал устриц в пищу. Поэтому первые литературные источники, касающиеся устриц и их культивирования, можно найти в трудах древнеримских философов и мыслителей древности, например, у Плиния, Аристотеля. Среди промысловых моллюсков группа устриц отличается самым большим видовым составом и широким распространением. Устрицы известны почти во всех странах, имеющих выход в море. В связи с этим во многих районах Мирового океана сложились свои, традиционные способы культивирования, промысла и технологической обработки, что привело к появлению многоязычной литературы. В отличие от многочисленной иностранной литературы количество отечественных источников, посвященных устрицам, очень мало. Если учесть, что большинство их посвящено черноморской устрице, то для тихоокеанской устрицы литературы совсем немного [2].

Ознакомившись с исследованиями отечественных и иностранных авторов по теме исследования и сопоставив их данные с полученными результатами проведенного эксперимента, можно увидеть очевидные несоответствия экспериментальных данных.

Так как личинки тихоокеанской устрицы проявляют широкую толерантность к солёности, данный абиотический фактор может оказывать значительное влияние на их развитие и темпы роста. Они более чувствительны к резкому понижению солёности, чем взрослые особи [4].

По данным Л.М. Ярославцевой с соавторами (1990), в прибрежье залива Петра Великого личинки тихоокеанской устрицы способны переносить опреснение от 16 до 18 ‰, но оптимальным показателем для роста и развития личинок и взрослых особей является солёность 32 ‰ [5]. По итогам эксперимента мы можем подтвердить данный вывод, так как при показателе солёности 32 ‰ личинки успешно осели без отклонений в развитии.

М.М. Хелм с соавторами (2004) называют оптимальной для личинок этого вида солёность 25–28 ‰, указывая, что солёность ниже 20 и выше 30 ‰ снижает темпы их роста [6], но, по мнению корейских исследователей, выращивать личинок *C. gigas* можно при солёности от 20 до 30 ‰, а оптимальной они считают солёность 30 ‰ [7]. Однако существуют данные о наилучших показателях роста и выживаемости личинок устрицы при оптимальном показателе солёности 20 ‰ [3]. С данными выводами мы можем согласиться лишь частично. По результатам эксперимента можно подтвердить, что солёность ниже 20 ‰ угнетает развитие личинок, вследствие чего появляются аномалии в их развитии, оседание на дно и их гибель. Но оптимальные показатели солёности 28, 30 и 20 ‰ слишком малы для успешного развития и дальнейшего оседания личинок.

Канадские исследователи James R. Brown и Brian Hartwick (1988) оценили влияние солёности на *C. gigas* и пришли к выводу, что самые высокие темпы роста тела были зарегистрированы между 20 и 25 ‰ [8]. Так же, по данным испанского исследователя Dário Luis (2012), *C. gigas* развивается в условиях солёности, которая может варьироваться от 2 до 41 ‰, однако она имеет лучшее развитие при значениях солёности воды между 20–25 ‰ [9].

По результатам эксперимента мы не можем согласиться с данными авторами, так как значения солёности 20 и 25 ‰ не приводят к успешному оседанию и выживанию личинок устрицы.

Исследование, проведенное в Южной Австралии исследователем К. Wiltshire (2007), говорит о существовании данных об успешном росте устриц в различных бухтах при максимальной солёности от 13,5 до 38,3 ‰, 38,6 ‰ и даже 41,8 ‰, однако некоторые участки с максимальной солёностью около 38 ‰ и более показали наименьшую выживаемость и единичное развитие спата устриц. По данным исследователей не ясно, имеют ли эмбриональная,

личиночная и более поздние стадии развития личинок *C. gigas* различные оптимальные показатели солености, так как не многие исследователи проводили эксперименты при солености, отличающейся от диапазона 15–35 ‰ [10]. Мы можем смело согласиться с данным исследователем, так как взрослые особи и личинки устрицы тихоокеанской является эвригалинными и в различных бухтах способны временно переносить и возможно приспособливаться даже к самым экстремальным показателям солености воды, но количество литературы, посвященной этой теме, очень мало. В нашем случае максимальный показатель солености, при котором личинки развивались и успешно осели, составил 35 ‰.

Несмотря на то, что тихоокеанская устрица является эвритермным видом и способна выживать при экстремальных температурах, температурный показатель оказывает существенное влияние на весь жизненный цикл устрицы, включая этапы размножения, развития и скорости роста [4].

Личинки устриц менее эвритермны, чем взрослые особи, и более чувствительны к изменениям температуры воды. Как для взрослых особей, так и для личинок летально не столько снижение или повышение температуры воды, сколько скорость ее изменения. При резком снижении температуры воды на 2–3 °С за час устрицы могут погибнуть независимо от текущей температуры воды [11].

В.А. Раков (2003) утверждает, что в Приморском крае для личинок *C. gigas* летальной является температура воды ниже 15 °С. Высокая смертность замечена при падении температуры воды от 18 до 15 °С [12]. Также, по данным исследования М. Dutertre et al. (2010), для оптимального развития личинок *C. gigas* требуется температура воды выше 22 °С в течение как минимум двух недель [13]. По результатам нашего исследования мы можем сказать, что наши данные соответствуют утверждению данных авторов.

О.А. Трощенко с соавторами (2019) сделали вывод о том, что диапазон оптимальных температур для роста и развития моллюсков составляет от 10 до 24 °С. Максимальная скорость роста тихоокеанской устрицы отмечена при температуре около 24 °С. При температуре <10 °С происходит остановка ростовых процессов. Температурный максимум для тихоокеанской устрицы равен 28–29 °С, а значения температуры >30 °С являются критически высокими и выходят за пределы толерантности [4]. Сопоставив эти данные с результатами нашего исследования, можно сказать, что максимальной температурой для роста и развития личинок устрицы тихоокеанской является 30 °С, что также подтверждают французские исследователи Fabioux et al. (2005) [14], но до стадии оседания доходило малое количество личинок. Диапазон оптимальных температур значительно отличается: 24–26 °С.

По данным колумбийских исследователей Barliza F. et al. (1992), оптимальная температура для устрицы от 22 до 34 °С [15], также в своей работе испанский исследователь Dário Luis (2012) указал, что температурный диапазон, в котором может развиваться *C. gigas*, расположен между -1,8–35 °С, но идеальные температуры для его развития от 11 до 25 °С [9], что значительно отличается от результатов нашего исследования.

Rum Ben Kheder (2010) с соавторами экспериментальным путем выяснили, что при низкой температуре (17 °С) личинки, способные к метаморфозу, наблюдались только с 23-го дня развития, и только небольшой процент окончательно достигал метаморфоза (12 %). При температуре >= 27 °С наблюдалось обратное: личиночная компетентность появлялась на 18-й день и приводила к высокой скорости метаморфоза (60–90 %) [16]. Согласиться с этими данными мы можем лишь частично, так как показатели температуры ниже 21 °С не привели к успешному оседанию личинок.

### **Заключение**

Так как диапазон температуры и солености, в котором может развиваться тихоокеанская устрица, очень широк и соответствует географическому расположению хозяйства выращи-

вания устриц, их оптимальные значения для выращивания устрицы в заводских условиях необходимо подбирать индивидуально, в зависимости от местоположения хозяйства.

Таким образом, в результате проведенного эксперимента мы сделали заключение о том, что для роста и развития личинок в заводских условиях показатели температуры воды ниже 21 °С являются летальными, оптимальными температурами являются значения 24–26 °С, максимальное значение, при котором возможно частичное оседание личинок – 30 °С. Показатели солености ниже 32 ‰ являются летальными для личинок устрицы, оптимальный диапазон составил 32–35 ‰.

#### Список источников

1. Раков В.А., Золотова Л.А. Временная инструкция по биотехнологии культивирования тихоокеанской устрицы. Владивосток: ТИНРО, 1984. 25 с.
2. Раков В.А. Биологические основы культивирования тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg) в заливе Петра Великого: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. 24 с.
3. Табельская А.С., Калинина М.В. Рост и выживаемость заводских личинок тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* при различных концентрациях микроводорослей и солености в условиях южного Приморья // Изв. ТИНРО. 2021. Т. 201, вып. 3. С. 723–734.
4. Трощенко О.А., Субботин А.А., Еремин И.Ю. Изменчивость основных лимитирующих факторов среды в процессе выращивания двустворчатых моллюсков на ферме в районе Севастополя // Учен. Зап. Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. 2019. Т. 5(71), № 2. С. 308–321.
5. Ярославцева Л.М., Сергеева Э.П., Кашенко С.Д. Изменение чувствительности к опреснению в онтогенезе гигантской устрицы // Биол. моря. 1990. Т. 16, № 6. С. 36–42.
6. Helm M.M., Bourne N., Lovatelli A. (comp./ed.). Hatchery culture of bivalves. A practical manual // FAO Fisheries Technical Paper. Rome: FAO. 2004. № 471. 177 p.
7. Choi K.S. Oyster capture-based aquaculture in the Republic of Korea // Capture-based aquaculture: Global overview: FAO Fish. Techn. Pap. Rome: FAO, 2008. № 508. P. 271–286.
8. Brown J. R., Hartwick E. B. Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*: I. Absolute and allometric growth // Aquaculture. 1988. Т. 70, № 3. С. 231–251.
9. Dário Luis. Leal Areias Efeito da Salinidade e Temperatura no Assentamento da Ostra *Crassostrea gasar* (Adanson, 1757) e Indução da Desova da Ostra *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795). 2012. P.45.
10. Wiltshire K. Ecophysiological tolerances of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, with regard to the potential spread of populations in South Australian waters. SARDI Aquatic Sciences, 2007.
11. Ким Г.Н., Лескова С.Е., Матросова И.В. Марикультура: учеб. пособие. М.: Моркнига, 2014. 273 с.
12. Раков В.А. Массовые виды промысловых двустворчатых моллюсков юга Дальнего Востока: экология и история хозяйственного использования: автореф. дис. ... доктора биол. наук. Владивосток: ТИНРО-центр, 2003. 37 с.
13. Dutertre M. et al. Rising water temperatures, reproduction and recruitment of an invasive oyster, *Crassostrea gigas*, on the French Atlantic coast // Marine environmental research. 2010. Т. 69, № 1. С. 1–9.
14. Fabioux C. et al. Temperature and photoperiod drive *Crassostrea gigas* reproductive internal clock // Aquaculture. 2005. Т. 250, № 1–2. С. 458–470.
15. Barliza F. et al. Contribución al desarrollo de la ostricultura en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Santa Marta: Universidad del Magdalena, 1992. 173 p.

16. Rym Ben Kheder, Jeanne Moal, Rene Robert. Impact of temperature on larval development and evolution of physiological indices in *Crassostrea gigas* // *Aquaculture*. 2010. № 309. P. 1–4.

### References

1. Rakov V.A., Zolotova L.A. *Vremennaya instruktsiya po biotekhnologii kul'tivirovaniya tikhookeanskoy ustritsy* (Interim Instruction on the Biotechnology of Pacific Oyster Cultivation). Vladivostok: TINRO, 1984.

2. Rakov V.A. Biological bases for the cultivation of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in Peter the Great Bay, Sea of Japan, Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation. Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr, Akad. Nauk SSSR, 1984.

3. Tabelskaya A.S., Kalinina M.V. Growth and survival of the hatchery larvae of pacific oyster *Crassostrea gigas* under different concentrations of microalgae and salinity in conditions of southern Primorye // *Izv. TINRO*. 2021. Vol. 201, Iss. 3. P. 723–734.

4. Troshchenko O.A., Subbotin A.A., Eremin I.Y. Variability of Main Limiting Environmental Factors in the Process of Bivalve Mollusk Cultivation at the Mussel Farm in Sevastopol. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Geography. Geology*. 2019. 5(2). P. 308–321.

5. Yaroslavtseva A.M., Sergeeva E.P., Kashenko S.D., Change in desalination sensitivity in the ontogenesis of a giant oyster. *Russ. J. Mar. Biol.* Vol. 16, № 6. P. 36–42.

6. Helm M. M., Bourne N., Lovatelli A. (comp./ed.). *Hatchery culture of bivalves. A practical manual* // *FAO Fisheries Technical Paper*. Rome: FAO. 2004. № 471. 177 p.

7. Choi K.S. Oyster capture-based aquaculture in the Republic of Korea // *Capture-based aquaculture: Global overview: FAO Fish. Techn. Pap.* Rome: FAO, 2008. № 508. P. 271–286.

8. Brown J.R., Hartwick E.B. Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*: I. Absolute and allometric growth // *Aquaculture*. 1988. T. 70, № 3. C. 231–251.

9. Dário Luis. Leal Areias Efeito da Salinidade e Temperatura no Assentamento da Ostra *Crassostrea gasar* (Adanson, 1757) e Indução da Desova da Ostra *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795). 2012. P.45.

10. Wiltshire K. Ecophysiological tolerances of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, with regard to the potential spread of populations in South Australian waters. *SARDI Aquatic Sciences*. 2007.

11. Kim G.N., Leskova S.E., Matrosova I.V. *Mariculture: textbook*. M.: Morkniga, 2014. 273 p.

12. Rakov V.A. Mass species of commercial bivalve mollusks in the south of the Far East: ecology and history of economic use: Abstract of the thesis. dis. doc. biol. Sciences. Vladivostok: TINRO-center, 2003. 37 p.

13. Dutertre M. et al. Rising water temperatures, reproduction and recruitment of an invasive oyster, *Crassostrea gigas*, on the French Atlantic coast // *Marine environmental research*. 2010. T. 69, № 1. C. 1–9.

14. Fabioux C. et al. Temperature and photoperiod drive *Crassostrea gigas* reproductive internal clock // *Aquaculture*. 2005. T. 250, № 1–2. C. 458–470.

15. Barliza F. et al. Contribución al desarrollo de la ostricultura en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Santa Marta: Universidad del Magdalena, 1992. 173 p.

16. Rym Ben Kheder, Jeanne Moal, Rene Robert. Impact of temperature on larval development and evolution of physiological indices in *Crassostrea gigas* // *Aquaculture*. 2010. № 309. P. 1–4.

### Информация об авторах

А.С. Злобина – студент;

С.Е. Лескова – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура», SPIN-код: 5124-2384, AuthorID: 960459.

### **Information about the authors**

A.S. Zlobina – Student;

S.E. Leskova – PhD in Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Water Bioresources and Aquaculture, SPIN-code: 5124-2384, AuthorID: 960459.

Статья поступила в редакцию 26.10.2022, одобрена после рецензирования 02.11.2022, принята к публикации 02.12.2022.

The article was submitted 26.10.2022, approved after reviewing 02.11.2022, accepted for publication 01.12.2022.