



Аквакультура и технологии воспроизводства

УДК 591.524.11.574.47(262.5)

О СОВМЕСТНОМ ВЛИЯНИИ РАЗМЕРА ТЕЛА И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ НА СКОРОСТЬ РОСТА ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ (*CRASSOSTREA GIGAS*, THUNBERG) В ЛИМАНЕ ДОНУЗЛАВ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

© 2021 А. П. Золотницкий¹, А. Н. Орленко²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия

²Херсонский государственный аграрный университет (ХГАУ), Херсон 73006, Украина

E-mail: zarb@mail.ru

Аннотация. Тихоокеанская устрица (*Crassostrea gigas*, Thunberg) является важнейшим объектом мировой марикультуры, что обуславливает необходимость изучения скорости ее роста в различных акваториях Мирового океана. Этот показатель определяет сроки достижения промыслового размера и характеризует экономическую эффективность выращивания различных гидробионтов. В связи с этим весьма актуальным является изучение не только общих закономерностей роста тихоокеанской устрицы, но и влияния на нее других экологических факторов. В настоящей работе исследовали совместное влияние размера тела и температуры воды на скорость линейного роста диплоидных особей тихоокеанской устрицы в лимане Донузлав (Черное море). Представлена количественная характеристика связи между высотой раковины (H , мм) и возрастом (t) моллюска, которая одинаково хорошо описывалась уравнением Л. Берталанфи и степенной функцией. Проведен анализ изменения абсолютной скорости роста (P_h , мм/сут.) от высоты тела и температуры воды (T , °C). Показано, что с увеличением высоты устриц скорость роста устойчиво снижалась, тогда как изменения температуры воды (T , °C) тесно коррелировали с абсолютной скоростью роста раковины и характеризовались положительной связью. На основе имеющихся данных предложена математическая модель, где скорость роста можно представить в виде функции двух переменных, температуры воды и размера тела, которая описывалась уравнением: $P_h = 0,141 + 0,0091 \cdot T - 0,0018 \cdot H$. Представленная модель множественной регрессии в целом удовлетворительно описывала динамику P_h (коэффициент детерминации равен 0,71) в процессе трехлетнего выращивания тихоокеанской устрицы. Наблюдаемые отклонения (0,29) были связаны с ранними стадиями онтогенеза, а также с процессами размножения этого вида.

Ключевые слова: *Crassostrea gigas*, линейный рост, высота, температура воды, модель

ON THE JOINT INFLUENCE OF BODY SIZE AND WATER TEMPERATURE ON THE GROWTH RATE OF THE PACIFIC OYSTER (*CRASSOSTREA GIGAS*, THUNBERG) IN THE DONUZLAV LIMAN (BLACK SEA)

A. P. Zolotnitsky¹, A. N. Orlenko²

¹Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"), Azov-Black Sea Branch of the FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH"), Rostov-on-Don 344002, Russia

²Kherson State Agrarian University (KSAU), Kherson 73006, Ukraine

E-mail: zap6@mail.ru

Abstract. The Pacific oyster (*Crassostrea gigas*, Thunberg) is a cultivated species of a world-wide importance, which results in the relevance of the investigation of its growth rates in various areas of the World Ocean. This parameter defines the time needed for an individual to reach its commercial size and characterizes cost-effectiveness of cultivation of different species of hydrobionts. Within this context, it is essential to investigate not only the general regularities and patterns of the Pacific oyster's growth, but also how it is influenced by other environmental factors. In this work, the joint influence of body size and water temperature on the linear growth of diploid individuals of the Pacific oyster in the Donuzlav Liman (Black Sea) is investigated. Quantitative characterization of the relationship between shell height (H , mm) and the age of a mollusc (t), which is similarly well described by the von Bertalanffy equation and power function, is presented. Analysis of the changes in absolute growth rate (P_h , mm/day) in dependence to body height (H , mm) and water temperature (T , °C) has been conducted. It is shown that the growth rate of oysters was steadily decreasing with their height gain, all the while seasonal changes in water temperature (T , °C) closely correlated with the absolute growth rate of a shell and were characterized by a positive relation. Following the available data, a mathematical model, where P_h can be presented as a function of two variables, water temperature and body size, is proposed; it is expressed by the equation: $P_h = 0,141 + 0,0091 \cdot T - 0,0018 \cdot H$. The presented model of multiple regression has adequately described the dynamics of P_h (coefficient of determination 0.71) in the course of 3-year rearing of the Pacific oyster. Observed deviations (0.29) have been associated with the early stages of ontogenesis and with reproduction processes of this species.

Keywords: *Crassostrea gigas*, linear growth, shell, height, water temperature, model

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим направлением марикультуры, связанным с повышением промысловой продуктивности, является акклиматизация ценных видов морских гидробионтов. Согласно А.Ф. Карпевич [1], под ней понимается «...единный процесс приспособления (адаптации) интродуцированных особей к новым условиям среды, где под действием естественного отбора, а также человека, происходит формирование новых популяций вида со специфическими особенностями биологии и морфофизиологическим обликом переселенцев». Процесс акклиматизации представляет большой интерес для решения ряда теоретических вопросов общей экологии (перестройка структурно-функциональной организации сообществ и экосистем, изменение видового разнообразия, анализ внутри- и межвидовой конкуренция и др.) и эволюции (скорость микроэволюционных изменений, закономерности видообразования и др.). С практичес-

кой точки зрения, акклиматизация предполагает возможность получать популяции с определенными характеристиками и свойствами и/или сообщества с высоким биоразнообразием и повышенной продуктивностью [1]. Не углубляясь в теоретические основы и практический опыт акклиматизации, в рамках настоящей работы мы лишь кратко остановимся на вопросе акклиматизации тихоокеанской устрицы.

Одним из перспективных объектов акклиматизации является тихоокеанская (гигантская, или японская) устрица — *Crassostrea gigas* (Thunberg), обитающая в Японском море дальневосточного региона России [2]. За короткое время этот вид широко распространился по всему миру и сейчас является одним из наиболее важных объектов конхиокультуры и мировой аквакультуры [3–10]. Интерес к акклиматизации этого вида в Черном море объясняется тем, что в связи с резким сокращением численности и ареала аборигенного вида

устриц (*Ostrea edulis*), обусловленным различными инвазиями [3, 5, 11], представлялось целесообразным в освободившуюся нишу вселить вид, который в таксономическом отношении был бы достаточно близок к аборигенному виду, но устойчив к различного рода инфекциям и инвазиям. Кроме того, он должен обладать более высоким продукционным потенциалом и быть экологически безопасным, чтобы не нанести вред не только биоте, но и всей экосистеме Азово-Черноморского бассейна.

На основе «Биологического обоснования...», разработанного ТИПРО [12, 13], было принято решение начать акклиматизацию тихоокеанской устрицы в Черном море. Согласно этому решению в начале 80-х гг. прошлого века началась интродукция небольших партий устриц (5–10 тыс. экз.) в различные районы Черного моря [3, 4]. Поскольку экологические условия Японского моря существенно отличаются от Черноморского бассейна (амплитуда и сезонный ход температуры воды, соленость, экологическая структура сообществ и т. д.), для разработки биологических основ расширенного воспроизводства тихоокеанской устрицы в Черном море представлялось необходимым исследовать наиболее важные особенности ее жизнедеятельности.

В связи с широким распространением марикультуры устриц в различных странах мира были получены важные данные о биологии и экологии тихоокеанской устрицы [2, 5, 7, 9, 13–15]. В то же время при культивировании тихоокеанской устрицы необходимо учитывать не только общие закономерности протекания биологических процессов, но и экологические условия каждого региона (страны), где проводится выращивание этого вида.

Одним из важнейших вопросов экологической физиологии тихоокеанской устрицы является изучение скорости роста моллюсков (P_h). Она является основным целевым параметром в марикультуре, определяющим сроки достижения промыслового размера культивируемых организмов и характеризующим экономическую эффективность их выращивания [16, 17]. Кроме того, скорость роста является важнейшим элементом энергетического баланса (бюджета) объекта культивирования и позволяет охарактеризовать изменения функционального состояния того или иного вида под влиянием различных экологических факторов [9, 18, 19]. Без анализа этого показателя весьма сложно достичь оптимизации условий выращивания

гидробионтов и добиться максимальной реализации их биологических функций.

В настоящее время в отечественной литературе имеется ряд работ по росту тихоокеанской устрицы, которые в основном связаны с дальневосточным регионом [2, 12, 13], а также некоторые статьи, полученные по результатам интродукции и акклиматизации этого вида в Черном море [3, 6, 20, 21]. Значительно большее количество исследований по этому вопросу существует в зарубежной литературе [7–10, 22–27], однако они преимущественно касаются выращивания устриц в других странах мира (Европы, Америки, Азии и Африки) и, соответственно, местных океанологических условий, существенно отличающихся от условий Черного моря.

В задачу настоящей работы входило изучение совместного влияния двух основных факторов — размера тела (высоты раковины H) и температуры воды (T , °C) — на скорость линейного роста ($dH/dt=P_h$) тихоокеанской устрицы в условиях Черного моря.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работу проводили в западной части побережья Крыма — в лимане (озере) Донузлав в период 2002–2004 гг. Этот водоем по своим трофическим условиям и океанографическому режиму является районом Черного моря, весьма перспективным для развития марикультуры, в т. ч. для культивирования тихоокеанской устрицы [21, 28, 29].

В последнее время при выращивании этого вида в Черном море достаточно часто используют триплоидных устриц ($3n$) [6, 21]. Однако в связи с возможностью организации собственного питомника по культивированию устриц в Черном море представляло интерес проведение работ именно на диплоидных устрицах ($2n$). Это обусловлено тем, что при получении триплоидов одним из наиболее надежных, по сравнению с химической индукцией, методов является скрещивание диплоидов с тетраплоидными особями [30, 31].

Для характеристики линейного роста тихоокеанской устрицы была отобрана группа моллюсков в количестве 127 экз., полученных в результате индукции нереста производителей с помощью нейротрансмиттера (серотонин-креатинсульфата) по методике, разработанной авторами ранее [32, 33]. Личинок получали в искусственных условиях, после чего выращенный спат помещали в сетные

садки и проводили выращивание этой группы на экспериментальной базе. Трофические условия лимана Донузлав авторами специально не изучались, но, по имеющимся данным, содержание фитопланктона и взвешенного органического вещества (ВОВ) было весьма значительным и превышало многие высокотрофные акватории Черного моря [28]. Температура воды в процессе роста моллюсков варьировала в пределах 6,1–26,3 °С. Соленость в течение года колебалась в незначительных пределах — от 17,1 до 18,2 ‰, — за нередким исключением марта, когда она снижалась до 12–14 ‰.

Кроме того, в садках проводилось выращивание других размерных групп моллюсков, которые были использованы для анализа относительного роста (аллометрии) тихоокеанской устрицы, а также для замены погибших особей в процессе выращивания.

При анализе результатов исследования в качестве предикторов использовали высоту раковины (H , мм) устриц и температуру воды (T , °С). Для оценки скорости роста с интервалом 1,5–2,0 месяца проводили измерение высоты раковины (H) с точностью до 0,1 мм. Траекторию линейного роста тихоокеанской устрицы определяли на основе общеизвестного уравнения Л. Бергаланфи [16–19]:

$$H_t = H_\infty \cdot (1 - e^{-k(t-t_0)}),$$

где H_t и H_∞ — соответственно, высота раковины за время (t , мес.) и теоретически максимальная ее высота, k — константа роста, t_0 — теоретическая высота раковины при оседании моллюска на субстрат (расчетная длительность личиночного развития), e — основание натурального логарифма (2,718). Кроме того, кривую линейного роста аппроксимировали обычным степенным уравнением:

$$H_t = H_0 \cdot t^m,$$

где H_0 — соответственно, теоретическая высота при t , равном единице, H_t — высота устриц за время (t , мес.), m — коэффициент регрессии, характеризующий изменение скорости роста в процессе роста. Скорость линейного роста моллюсков P_h (dH/dt) определяли по следующим уравнениям [17–19]:

$$P_h = C_h \cdot H_s, \text{ где } C_h = \ln(H_2 / H_1) / (t_2 - t_1),$$

где H_1 и H_2 — средняя высота раковины моллюска между двумя интервалами сбора проб моллюсков (t_1 и t_2), P_h — скорость линейного роста высоты моллюска, H_s — средняя высота устриц.

Статистическую обработку осуществляли общепринятыми методами [34], а также с помощью компьютерной статистической программы Origin 8.5 и электронных таблиц Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение роста моллюсков в формализованном виде можно представить в виде уравнения [35]:

$$Y_t = X_t + \varphi_t + \omega_t,$$

где Y_t — изучаемые параметры роста; X_t — детерминированная составляющая (тренд), определяющая среднее значение параметра в соответствии с его закономерным возрастным изменением; φ_t — циклическая составляющая, которой обычно является температура воды; ω_t — случайная компонента (высокочастотный шум). Анализ линейного роста тихоокеанской устрицы в лимане Донузлав Черного моря показал, что в течение трехлетнего периода траектория ее линейного роста хорошо описывается широко известной функцией Л. Бергаланфи. В численном виде эта связь аппроксимируется следующим уравнением (рис. 1):

$$H_t = 190,0 \cdot (1 - e^{-0,034 \cdot (t-0,59)}), \text{ n}=21, R^2=0,984 \quad (1).$$

Из представленного уравнения (1) видно, что теоретически максимальная высота устриц составляет 190 мм, а значение t_0 близко к 0,59 месяца, что не очень значительно отличалось от времени получения оседания личинок на искусственный субстрат (1,24 месяца) (рис. 1). Считается, что теоретический возраст (t_0) показывает расчетную длительность личиночного периода развития данного вида моллюсков.

В то же время изменение высоты раковин устриц в процессе индивидуального развития с высокой степенью аппроксимации можно описать более простой степенной функцией, которая имеет следующий вид:

$$H_t = 10,98 \cdot t^{0,72}, \text{ n}=21, R^2=0,978 \quad (2).$$

На основе этих данных скорость линейного роста устриц можно описать в виде первой производной уравнений (1) или (2). Поскольку обе кривые характеризуются сходными траекториями и весьма близкими значениями коэффициента детерминации (R^2), нами было использовано уравнение (2). Соответственно, после его дифференцирования скорость линейного роста можно описать следующей функцией:

$$dH / dt = 7,91 \cdot H^{-0,28} \quad (3).$$

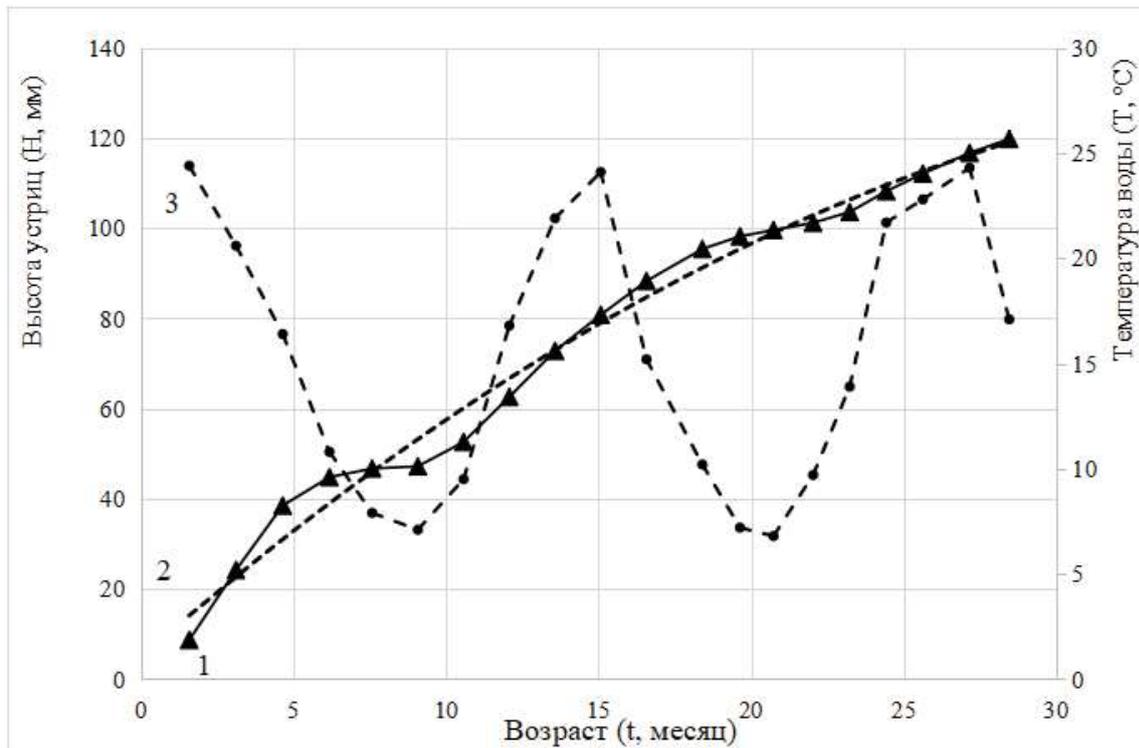


Рис. 1. Динамика линейного роста тихоокеанской устрицы (1) в процессе выращивания в лимане Донузлав; 2 — теоретическая кривая, 3 — температура воды

Fig. 1. Dynamics of the linear growth (1) of the Pacific oyster in the course of its rearing in the Donuzlav Liman; 2 — theoretical curve; 3 — water temperature

Следовательно, скорость линейного роста по уравнению параболы снижалась от 4,32 до 2,07 мм/мес. (или 0,070–0,144 мм/сут). Однако указанные уравнения характеризуют лишь детерминированный тренд (X_p) и не учитывают циклическую составляющую (φ_p), поскольку в процессе роста наблюдаются периоды ускорения, замедления и практически полной остановки роста моллюска. Между тем из литературы хорошо известно [24–30], что среди различных факторов, влияющих на скорость роста моллюсков, важнейшими являются трофический и термический режимы, а также репродуктивные процессы, происходящие в ходе онтогенеза у моллюсков. В этой связи рассмотрим изменения абсолютной скорости роста тихоокеанской устрицы в зависимости от размера (высоты раковины) моллюска (рис. 2).

На рис. 2 видно, что скорость линейного роста носила колебательный характер, причем ее максимум наблюдался на первом году жизни — 0,366 мм/сут. На втором и третьем годах жизни P_h имела такой же циклический характер, но максимальные значения темпа роста заметно

снижались и, соответственно, составляли 0,277 и 0,128 мм/сут. Связь между P_h и высотой моллюска можно аппроксимировать линейной функцией:

$$P_h = 0,247 - 0,01 \cdot H, \quad n=21, \quad r=0,59 \quad (4).$$

Таким образом, с возрастанием высоты раковины скорость линейного роста снижалась. Вместе с тем в течение каждого года этот параметр характеризовался изменениями, по-видимому, тесно связанными с флуктуациями температуры воды (рис. 2). В связи с этим нами отдельно рассмотрена взаимосвязь между скоростью роста и температурой воды (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что, несмотря на достаточно широкую вариабельность, обусловленную сезонными изменениями температуры воды в течение каждого года, P_h в значительной степени синхронизирована с изменением температуры воды. С возрастанием последней скорость линейного роста увеличивалась, тогда как с ее понижением — уменьшалась. Наиболее высокий темп роста наблюдался весной, на первом году жизни (в конце апреля – мае) и в осенний период (сентябрь–октябрь). Замедление темпа роста, вплоть до его

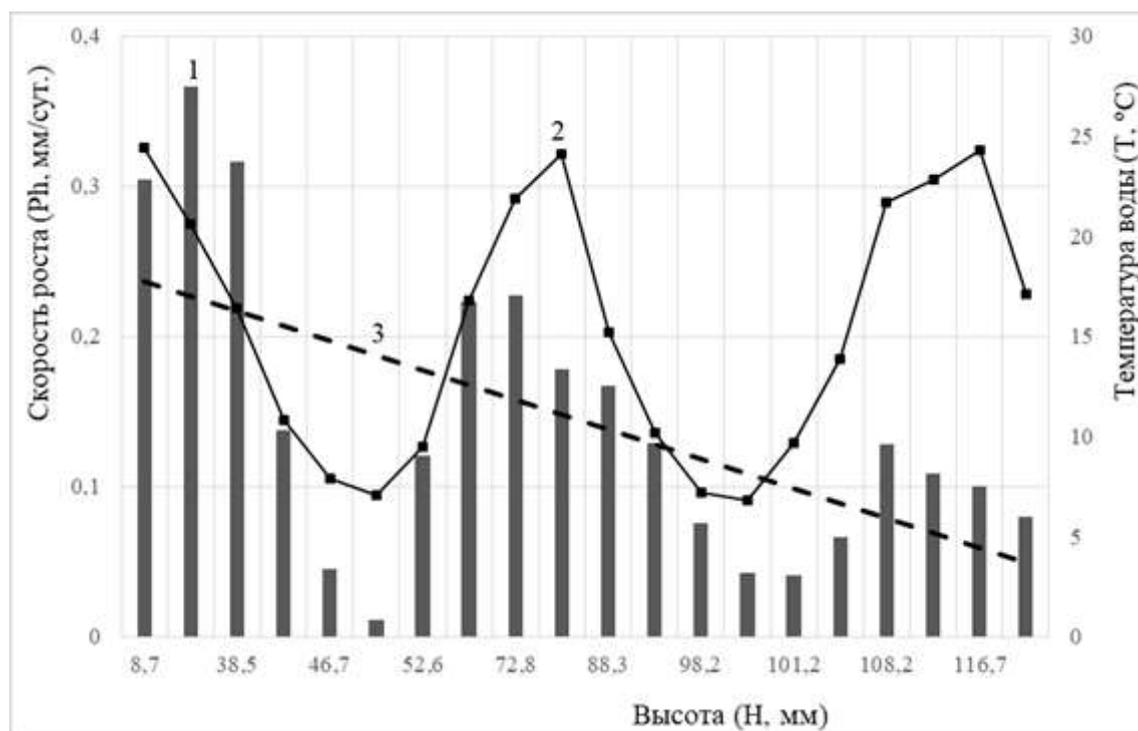


Рис. 2. Влияние высоты раковины (H) на линейную скорость роста (P_h) тихоокеанской устрицы: 1 — скорость линейного роста; 2 — температура воды; штриховая линия — теоретическая кривая изменения, связывающая скорость линейного роста (P_h) и высоту тела

Fig. 2. Influence of shell height (H) on the linear growth rate (P_h) of the Pacific oyster: 1 — linear growth rate; 2 — water temperature; dashed line is a theoretical curve of the change linking the linear growth rate (P_h) and body height

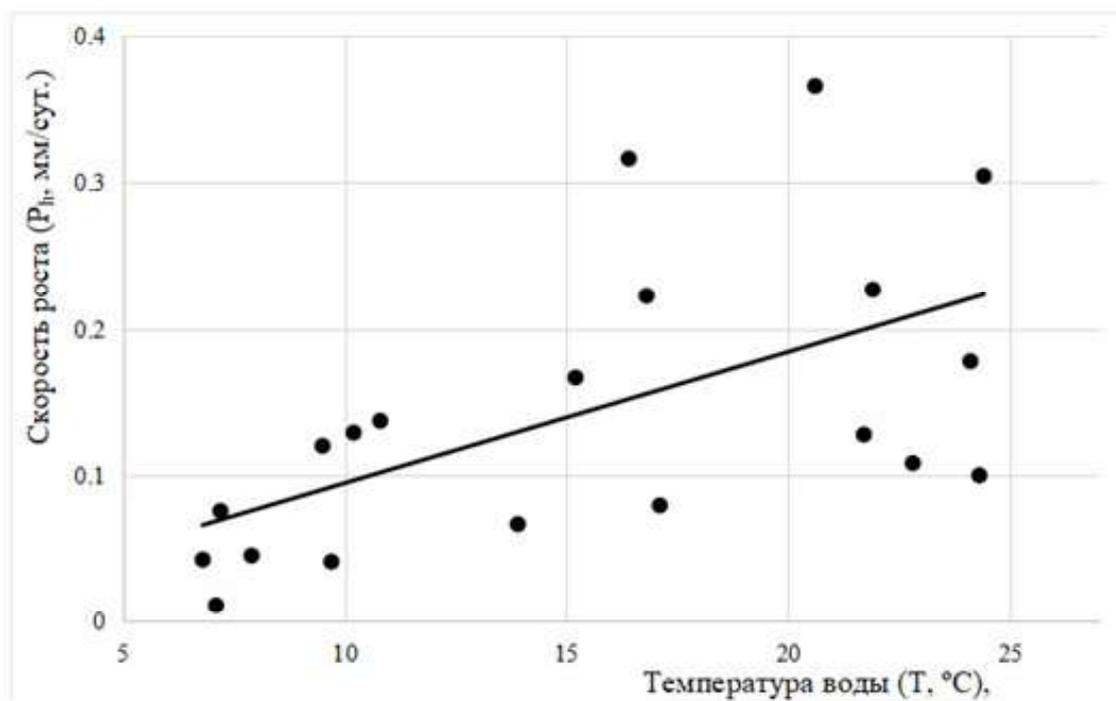


Рис. 3. Влияние температуры воды (T , °C) на абсолютную скорость роста (P_h) тихоокеанской устрицы; линия — теоретическая кривая

Fig. 3. Influence of water temperature (T , °C) on the absolute growth rate (P_h) of the Pacific oyster; line is a theoretical curve

полной остановки, как правило, имело место зимой (с января по середину марта), когда температура воды снижалась до 7–8 °С. В то же время некоторое торможение скорости роста наблюдалось на втором и третьем годах жизни в летний период: в июне–августе (21–25 °С), в период созревания половых клеток и нереста. Общий тренд изменения скорости линейного роста в зависимости от температуры воды удовлетворительно описывается линейной функцией (рис. 3):

$$P_h = 0,0051 + 0,009 \cdot T, \quad n=21, \quad r=0,58 \quad (5).$$

Это уравнение указывает на существование положительной, хоть и не очень высокой корреляции ($r=0,58$) между этими переменными.

В связи с полученными данными мы попытались выразить величину скорости роста устрицы в виде функции двух переменных — высоты раковины и температуры воды. Для этого было использовано уравнение множественной линейной регрессии, имеющее вид:

$$Y = b_0 + b_1 \times X_1 + b_2 \times X_2 + \dots + b_i \times X_i + e_i,$$

где Y — результирующая переменная, b_0 — оценка средней скорости роста, b_1 — наклон прямой Y , зависящей от переменной X_1 , если переменная X_2 является константой, b_2 — наклон

прямой Y , зависящей от переменной X_2 , если переменная X_1 является константой, e_i — случайная ошибка переменной Y в i -м наблюдении. Анализ опытных данных показал, что в численном виде уравнение имеет следующий вид (рис. 4):

$$P_h = (0,141 \pm 0,044) + (0,0091 \pm 0,0020) \cdot T - (0,0018 \pm 0,0004) \cdot H, \quad n=21, \quad R^2=0,71 \quad (6).$$

Критерий Фишера в данном уравнении составляет 20,78, а уровень значимости — $P \leq 0,05$. Следует отметить, что сходная модель была ранее использована при анализе роста на плоской (*Ostrea edulis*) и тихоокеанской (*Crassostrea gigas*) устрицах [36], а также на черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis*) и анадаре (*Anadara kagoshimensis*), где в качестве целевой функции была использована удельная скорость весового (C_w) [37] и линейного (C_L) роста [38].

Из уравнения (6) видно, что скорость линейного роста тесно связана положительной зависимостью с температурой воды (T , °С) и обратной связью — с высотой раковины устриц. На это указывает и коэффициент детерминации ($R^2=0,71$) этого уравнения, свидетельствующий, что теоретическая кривая достаточно хорошо (71 %) описывает изменение P_h .

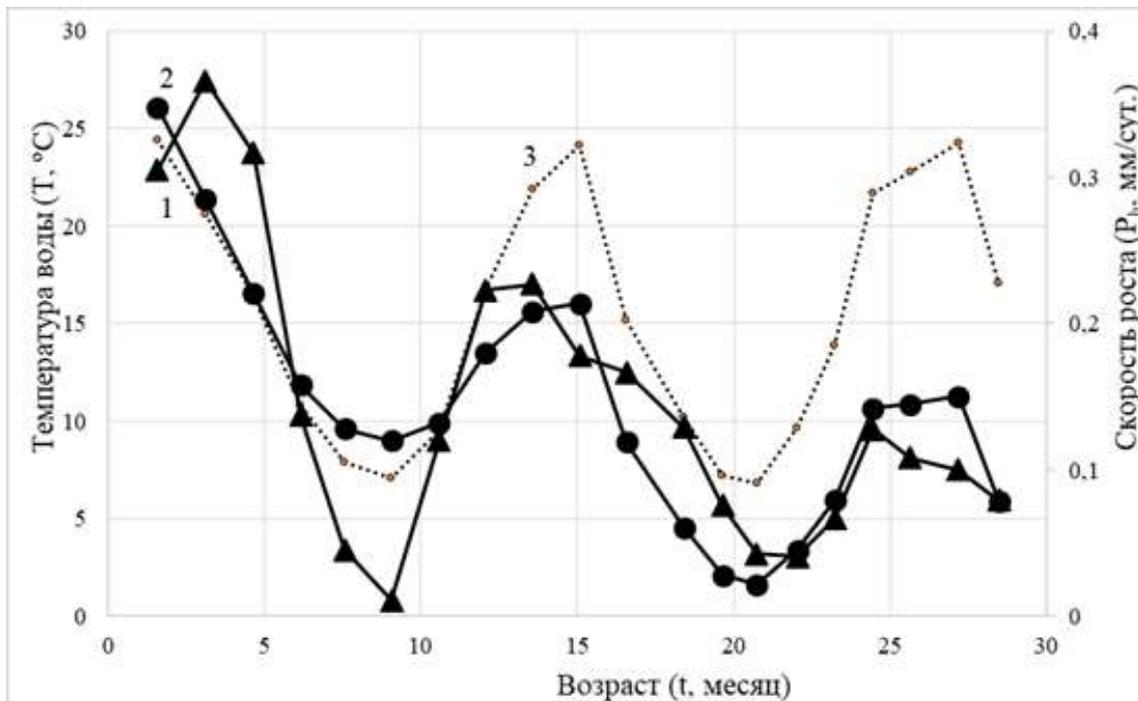


Рис. 4. Сравнительная характеристика скорости линейного роста тихоокеанской устрицы в лимане Донузлав: 1 — опытные данные; 2 — расчетные данные; 3 — температура воды

Fig. 4. Comparative characterization of the linear growth rate of the Pacific oyster in the Donuzlav Liman: 1 — experimental data; 2 — calculated data; 3 — water temperature

В то же время расчетные значения отклоняются ($1-R^2$) от опытных данных на 0,29, что могло быть связано с наличием мультиколлинеарности, т. е. с взаимосвязью между объясняющими переменными регрессионной модели. Однако статистический анализ не выявил какой-либо существенной корреляции между ними ($r=0,014$).

Вероятно, эти отклонения обусловлены особенностями жизненного цикла тихоокеанской устрицы. В частности, они наблюдались на ранних стадиях онтогенеза, когда скорость роста устриц снижалась, хотя температурный режим в это время был близок к биологическому оптимуму для жизнедеятельности этого вида (рис. 2, 3). Отклонения также были отмечены и в летний период, когда происходил нерест моллюсков. В это время P_h не возрастала, а оставалась на том же уровне и даже снижалась. По-видимому, в этот период наблюдалось своеобразное расхождение между генетической программой развития (уменьшение скорости роста с увеличением размера тела) и существующими в это время экологическими условиями (изменением скорости роста в зависимости от возрастания или снижения температуры воды).

Представляло интерес сравнить скорость линейного роста в исследуемой акватории с другими районами Мирового океана. Однако охарактеризовать P_h тихоокеанской устрицы в акваториях разных стран мира достаточно сложно, поскольку география культивирования этого вида чрезвычайно широка и его выращивание осуществляется в самых разных странах мира (от северных морей до южных акваторий). Соответственно, как трофические условия, так и гидролого-гидрохимические параметры воды (температура, соленость, pH, уровень волнения и т. д.) в разных странах весьма значительно варьируют. Кроме того, следует принимать во внимание и тот факт, что биотехнология выращивания устриц в разных странах также существенно различается. В связи с этим в нашем случае целесообразнее ориентироваться на некие средние или максимальные значения, характерные для этого вида в природных условиях или при его акклиматизации в различных странах. В работе В.А. Ракова [2], проводившего исследования тихоокеанской устрицы в естественном биотопе (заливы Петра Великого и Посыета) Японского моря, было показано, что линейный рост может достигать 0,25–0,30 мм/сут.

В результате акклиматизации тихоокеанской устрицы в Черном море у побережья Крыма (Голубой залив) было обнаружено [6], что у диплоидных устриц максимальная скорость линейного роста составляла 0,39 мм/сут. Эти данные довольно близки к нашим результатам: на первом году жизни максимум скорости роста был равен 0,366 мм/сут., на втором и третьем — он снизился, соответственно, до 0,214 и 0,150 мм/сут.

В других странах мира, где проводили выращивание этого вида, наблюдались довольно сходные результаты. На тихоокеанском побережье Мексики [25] скорость роста диплоидов составляла в среднем 0,26 мм/сут. В других исследованиях [24] авторы сообщали о более высоких значениях (0,473–0,502 мм/сут.), однако, по разным данным [39], средний темп линейного роста варьировал в пределах 0,232–0,324 мм/сут., что заметно выше, чем на атлантическом побережье Франции и Южной Африки (0,173 мм/сут.).

ВЫВОДЫ

1. Линейный рост тихоокеанской устрицы в лимане Донузлав (Черное море) хорошо описывается уравнением Л. Бергаланфи: $H_t = 190,0 \cdot (1 - e^{-0,032 \cdot (t-0,68)})$ и степенной функцией: $H_t = 10,98 \cdot t^{0,72 \pm 0,29}$. Достижение промыслового размера (80–100 мм) моллюсков происходит при выращивании в течение полугодового цикла.

2. С возрастанием высоты моллюска (H) скорость линейного роста тихоокеанской устрицы (P_h) характеризуется отрицательной зависимостью.

3. Темп роста устриц положительно коррелирует с температурой воды и наиболее интенсивен в апреле–мае и сентябре–октябре. Замедление линейного роста при оптимуме температурного режима происходит в летний период (июнь–август), а его полная остановка наблюдается в январе – середине марта при температуре 7–8 °С.

4. Предложена модель совместного влияния на скорость линейного роста (P_h) тихоокеанской устрицы высоты раковины (H , мм) и температуры воды (T , °С), которая описывается уравнением:

$$P_h = 0,141 + 0,0091 \cdot T - 0,0018 \cdot H \quad (R^2=0,71).$$

5. Наблюдаемые отклонения от представленной модели (29 %), по-видимому, обусловлены особенностями биологии тихоокеанской устрицы — снижением скорости роста на ранних стадиях онтогенеза и в период нереста (июнь–август).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Карпевич А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. М.: Пищевая промышленность, 1975. 405 с.
- Раков В.А. Биологические основы культивирования тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg) в заливе Петра Великого : дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: Изд-во Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, 1984. 187 с.
- Хребтова Т.В., Моница О.Б. Культивирование черноморской и акклиматизация тихоокеанской устриц в Черном море // Биологические основы аквакультуры в морях европейской части СССР. М.: Наука, 1985. С. 180–188.
- Орленко А.Н. Гигантская устрица *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiliformes, Grassostridae) как объект акклиматизации и основные этапы ее трансплантации в Черное море // Зоологический журнал. 1994. Т. 73, вып. 1. С. 51–54.
- Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Выращивание мидий и устриц в Черном море. Воронеж: Изд-во Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, Издат-Принт, 2017. 508 с.
- Вялова О.Ю. Первые результаты выращивания триплоидной тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* в Черном море (южный берег Крыма) // Экология моря. 2009. Вып. 79. С. 37–43.
- Quayle D.B. Pacific oyster culture in British Columbia // Canadian Fisheries and Aquatic Environments. 1988. Vol. 218. 241 p.
- Jiang Z., Wang G., Fang J., Mao Y. Growth and food sources of Pacific oyster *Crassostrea gigas* integrated culture with sea bass *Lateolabrax japonicus* in Ailian Bay, China // Aquaculture International. 2013. Vol. 21, no. 1. Pp. 45–52. doi: 10.1007/s10499-012-9531-7.
- Lee Y.-J., Han E., Wilberg M.J., Lee W.C., Choi K.-S., Kang C.-K. Physiological processes and gross energy budget of the submerged longline-cultured Pacific oyster *Crassostrea gigas* in a temperate bay of Korea // PLoS ONE. 2018. Vol. 13, no. 7. e0199752. doi: 10.1371/journal.pone.0199752.
- Treviño L., Lodeiros C., Vélez-Falcones J., Chávez-Alcivar C., Isea-León F., Bermúdez-Medranda A.E., Vélez-Chica J.C., Cruz-Quintana Y., Leal D., Santana-Piñeros A.M., Rodríguez-Pesantes D. Suspended culture evaluation of Pacific oyster *Crassostrea gigas* in a tropical estuary // Aquaculture Research. 2020. Vol. 51, no. 5. Pp. 2052–2061. doi: 10.1111/are.14556.
- Кракатица Т.Ф. Выживаемость и смертность черноморских устриц в воде различной солености // Труды АзЧерНИРО. 1968. Т. 27. С. 112–120.
- Раков В.А. Биологическое обоснование акклиматизации тихоокеанской устрицы в Черном море. Владивосток, 1976. № гос. регистрации 73045601.
- Раков В.А. Биология и культивирование устриц // Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. М.: Агропромиздат, 1987. С. 72–84.
- Angell C.L. The biology and culture of tropical oysters // ICLARM Studies and Reviews. 1986. Vol. 13. 42 p.
- Pauley G.B., Van Der Raay B., Troutt D. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Pacific Northwest). Pacific oyster // U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report. 1988. Vol. 82, no. 11. 28 p.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. Анализ на уровне организма. М.: Наука, 1976. 202 с.
- Винберг Г.Г. Скорость роста и интенсивность обмена у животных // Успехи современной биологии. 1966. Т. 61, № 2. С. 274–293.
- Заика В.Е. Балансовая теория роста животных. К.: Наукова думка, 1985. 191 с.
- Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М. Продукционная гидробиология. СПб: Наука, 2013. 353 с.
- Золотницкий А.П., Орленко А.Н. Экологические закономерности роста тихоокеанской устрицы в различных районах Черного моря // Рыбное хозяйство Украины. 1999. Вып. 2. С. 37–39.
- Вялова О.Ю. Рост и сроки получения товарной триплоидной устрицы в лимане Донузлав (Черное море, Крым) // Морской биологический журнал. 2019. Т. 4, № 1. С. 24–32.
- Bourlès Y., Alunno-Bruscia M., Pouvreau S., Tollu G., Leguay D., Arnaud C., Gouletquer P., Kooijman S.A.L.M. Modelling growth and reproduction of the Pacific oyster *Crassostrea gigas*: Advances in the oyster-DEB model through application to a coastal pond // Journal of Sea Research. 2009. Vol. 62, issues 2–3. Pp. 62–71. doi: 10.1016/j.seares.2009.03.002.
- Brown J.R. Multivariate analyses of the role of environmental factors in seasonal and site-related growth variation in the Pacific oyster *Crassostrea gigas* // Marine Ecology — Progress Series. 1988. Vol. 45, no. 3. Pp. 225–236. doi: 10.3354/meps045225.
- Gallo-García M.C., García-Ulloa G., Godínez-Siordia D., Rivera K. Estudio preliminar sobre el crecimiento y sobrevivencia del ostión del Pacífico *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1875) en Barra de Navidad, Jalisco, México // Universidad y Ciencia. 2001. Vol. 34, no. 17. Pp. 83–91.
- Góngora-Gómez A.M., García-Ulloa M., Hernández-Sepúlveda J.A., Domínguez-Orozco A.L. Crecimiento del ostión *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795) cultivado en el estero La Piedra, Sinaloa, México // Avances en Investigación Agropecuaria. 2012. Vol. 16, no. 2. Pp. 91–104.
- Gagnaire B., Soletchnik P., Madec P., Geairon P., Le Moine O., Renault T. Diploid and triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg), reared at two heights above sediment in Marennes-Oleron Basin,

- France: Difference in mortality, sexual maturation and hemocyte parameters // *Aquaculture*. 2006. Vol. 254, issues 1–4. Pp. 606–616. doi: 10.1016/j.aquaculture.2005.10.008.
27. Costil K., Royer J., Ropert M., Soletchnik P., Mathieu M. Spatio-temporal variations in biological performances and summer mortality of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in Normandy (France) // *Helgoland Marine Research*. 2005. Vol. 59. Pp. 286–300. doi: 10.1007/s10152-005-0004-5.
 28. Самышев Э.З., Сеничкина Л.Г., Сергеева Н.Г., Михайлова Т.В., Панкратова Т.М. Структура и функционирование сообществ планктона и бентоса оз. Донузлав в условиях антропогенного загрязнения и оценка перспектив его рыбохозяйственного использования // *Системы контроля окружающей среды*. 2001. № 3. С. 301–325.
 29. Иванютин Н.С. Современное экологическое состояние озера Донузлав // *Вода и экология: проблемы и решения*. 2019. № 3 (79). С. 47–58. doi: 10.23968/2305-3488.2019.24.3.47-58.
 30. Арефьев В.А. Современные генетические методы повышения продуктивности объектов марикультуры // *Биологические основы марикультуры / Под ред. Л.А. Душкиной*. М.: Изд-во ВНИРО, 1998. С. 101–164.
 31. Физиолого-биохимические и генетические исследования ихтиофауны Азово-Черноморского бассейна : метод. руководство / Под ред. Г.Г. Корниенко, Н.Е. Бойко, Л.А. Бугаева, В.А. Дехты, С.И. Дудкина, В.Ф. Кузиной, Т.В. Ложичевской, О.А. Рудницкой, С.Г. Сергеевой. Ростов-н/Д.: Эверест, 2005. 105 с.
 32. Орленко А.Н., Золотницкий А.П., Спекторова Л.В. Получение спата японской устрицы в Черном море // *Рыбное хозяйство*. 1990. № 3. С. 60–62.
 33. Золотницкий А.П., Орленко А.Н. Методы индуцирования созревания и нереста гигантской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg) в современных условиях Черного моря // *Аквакультура Центральной и Восточной Европы: настоящее и будущее : матер. II съезда НАСЭЕ (Сети Центров по аквакультуре в Центральной и Восточной Европе) (г. Кишинев, 17–19 октября 2011 г.) / Под ред. Г. Куркубет*. Кишинев: Pontos, 2011. С. 101–105.
 34. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1986. 343 с.
 35. Золотарев В.Н. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков. К.: Наукова думка, 1989. 112 с.
 36. Hall S. A multiple regression model of oyster growth // *Fisheries Research*. 1984. Vol. 2, issue 3. Pp. 167–175. doi: 10.1016/0165-7836(84)90001-8.
 37. Золотницкий А.П., Вижевский В.И. О влиянии массы тела и температуры воды на удельную скорость роста черноморской мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) // *Биологические науки*. 1990. № 3. С. 85–90.
 38. Жаворонкова А.М., Золотницкий А.П., Сытник Н.А. О влиянии размера тела и температуры воды на удельную скорость роста анадары (*Anadara inaequalis*, Bruguière) // *Известия КГТУ*. 2017. № 47. С. 46–55.
 39. Villanueva-Fonseca B.P., Góngora-Gómez A.M., Muñoz-Sevilla N.P., Domínez-Orozco A.L., Hernández-Sepúlveda J.A., García-Ulloa M., Ponce-Palafox J.T. Growth and economic performance of diploid and triploid Pacific oysters *Crassostrea gigas* cultivated in three lagoons of the Gulf of California // *Latin American Journal of Aquatic Research*. 2017. Vol. 45, no. 2. Pp. 466–480. doi: 10.3856/vol45-issue2-fulltext-21.

REFERENCES

1. Karpevich A.F. Teoriya i praktika akklimatizatsii vodnykh organizmov [Theory and practice of acclimatization of aquatic organisms]. Moscow: Pishcheyaya promyshlennost' [Food Industry], 1975, 405 p. (In Russian).
2. Rakov V.A. Biologicheskie osnovy kul'tivirovaniya tikhookeanskoy ustritsy *Crassostrea gigas* (Thunberg) v zalive Petra Velikogo : dis. ... kand. biol. nauk [Biological basics of rearing of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) in Peter the Great Bay. Candidate's (Biology) Thesis]. Vladivostok: Tikhookeanskiy nauchno-issledovatel'skiy institut rybnogo khozyaystva i okeanografii [*Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography*] Publ., 1984, 187 p. (In Russian).
3. Khrebtova T.V., Monina O.B. Kul'tivirovanie chernomorskoy i akklimatizatsiya tikhookeanskoy ustrits v Chernom more [The culture of the Black Sea and acclimatization of Pacific oysters in the Black Sea]. In: *Biologicheskie osnovy akvakul'tury v moryakh evropeyskoy chasti SSSR [Biological basis of aquaculture in the seas of the European part of the USSR]*. Moscow: Nauka [Science], 1985, pp. 180–188. (In Russian).
4. Orlenko A.N. Gigantskaya ustritsa *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiliformes, Crassostreidae) kak ob'ekt akklimatizatsii i osnovnye etapy ee transplantatsii v Chernoe more [The acclimatization of giant oyster *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiliformes, Crassostreidae) and the principal stages of its introduction in the Black Sea]. *Zoologicheskiy zhurnal [Russian Journal of Zoology]*, 1994, vol. 73, issue 1, pp. 51–54. (In Russian).
5. Kholodov V.I., Pirkova A.V., Ladygina L.V. Vyrashchivanie midiy i ustrits v Chernom more [Cultivation of mussels and oysters in the Black Sea]. Voronezh: Institut biologii yuzhnykh morey im. A.O. Kovalevskogo [A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas] Publ., Izdat-Print [Print Publishing House], 2017, 508 p. (In Russian).

6. Vyalova O.Yu. Pervye rezul'taty vyrashchivaniya triploidnoy tikhookeanskoj ustritsy *Crassostrea gigas* v Chernom more (Yuzhnyy bereg Kryma) [The first results of cultivation of triploid Pacific oysters *Crassostrea gigas* in the Black Sea (southern coast of Crimea)]. *Ekologiya morya* [Ecology of the Sea], 2009, issue 79, pp. 37–43. (In Russian).
7. Quayle D.B. Pacific oyster culture in British Columbia. *Canadian Fisheries and Aquatic Environments*, 1988, vol. 218, 241 p.
8. Jiang Z., Wang G., Fang J., Mao Y. Growth and food sources of Pacific oyster *Crassostrea gigas* integrated culture with sea bass *Lateolabrax japonicus* in Ailian Bay, China. *Aquaculture International*, 2013, vol. 21, no. 1, pp. 45–52. doi: 10.1007/s10499-012-9531-7.
9. Lee Y.-J., Han E., Wilberg M.J., Lee W.C., Choi K.-S., Kang C.-K. Physiological processes and gross energy budget of the submerged longline-cultured Pacific oyster *Crassostrea gigas* in a temperate bay of Korea. *PLoS ONE*, 2018, vol. 13, no. 7, e0199752. doi: 10.1371/journal.pone.0199752.
10. Treviño L., Lodeiros C., Vélez-Falcones J., Chávez-Alcivar C., Isea-León F., Bermúdez-Medranda A.E., Vélez-Chica J.C., Cruz-Quintana Y., Leal D., Santana-Piñeros A.M., Rodríguez-Pesantes D. Suspended culture evaluation of Pacific oyster *Crassostrea gigas* in a tropical estuary. *Aquaculture Research*, 2020, vol. 51, no. 5, pp. 2052–2061. doi: 10.1111/are.14556.
11. Krakatitsa T.F. Vyzhivaemost' i smertnost' chernomorskikh ustrits v vode razlichnoy solenosti [Survival and mortality of Black Sea oysters in water of different salinity]. *Trudy AzCherNIRO* [AzCherNIRO Proceedings], 1968, vol. 27, pp. 112–120. (In Russian).
12. Rakov V.A. Biologicheskoe obosnovanie akklimatizatsii tikhookeanskoj ustritsy v Chernom more [Biological substantiation of the acclimatization of the Pacific oyster in the Black Sea]. Vladivostok, 1976, state registration no. 73045601. (In Russian).
13. Rakov V.A. Biologiya i kul'tivirovanie ustrits [Biology and cultivation of oysters]. In: *Kul'tivirovanie tikhookeanskikh bespozvonochnykh i vodorosley* [Cultivation of Pacific invertebrates and algae]. Moscow: Agropromizdat [Agriculture Industry Publishing House], 1987, pp. 72–84. (In Russian).
14. Angell S.L. The biology and culture of tropical oysters. *ICLARM Studies and Reviews*, 1986, vol. 13, 42 p.
15. Pauley G.B., Van Der Raay B., Troutt D. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Pacific Northwest). Pacific oyster. *U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report*, 1988, vol. 82, no. 11, 28 p.
16. Mina M.V., Klevezal G.A. Rost zhivotnykh. Analiz na urovne organizma [Animal growth. Body-level analysis]. Moscow: Nauka [Science], 1976, 202 p. (In Russian).
17. Vinberg G.G. Skorost' rosta i intensivnost' obmena u zhivotnykh [Growth rate and metabolic rate in animals]. *Uspekhi sovremennoy biologii* [Advances in Modern Biology], 1966, vol. 61, no. 2, pp. 274–293 (In Russian).
18. Zaika V.E. Balansovaya teoriya rosta zhivotnykh [The balance theory of animal growth]. Kiev: Naukova dumka [Scientific Thought], 1985, 191 p. (In Russian).
19. Alimov A.F., Bogatov V.V., Golubkov S.M. Produktsionnaya gidrobiologiya [Production hydrobiology]. Saint Petersburg: Nauka [Science], 2013, 353 p. (In Russian).
20. Zolotnitskiy A.P., Orlenko A.N. Ekologicheskie zakonomernosti rosta tikhookeanskoj ustritsy v razlichnykh rayonakh Chernogo morya [Ecological patterns of growth of the Pacific oyster in different regions of the Black Sea]. *Rybnoe khozyaystvo Ukrainy* [Fishing Industry of Ukraine], 1999, issue 2, pp. 37–39. (In Russian).
21. Vyalova O.Yu. Rost i sroki polucheniya tovarnoy triploidnoy ustritsy v limane Donuzlav (Chernoe more, Krym) [Growth and terms of obtaining marketable triploid oysters in Donuzlav Liman (Black Sea, Crimea)]. *Morskoy biologicheskij zhurnal* [Marine Biological Journal], 2019, vol. 4, no. 1, pp. 24–32. (In Russian).
22. Bourlès Y., Alunno-Bruscia M., Pouvreau S., Tollu G., Leguay D., Arnaud C., Gouletquer P., Kooijman S.A.L.M. Modelling growth and reproduction of the Pacific oyster *Crassostrea gigas*: Advances in the oyster-DEB model through application to a coastal pond. *Journal of Sea Research*, 2009, vol. 62, issues 2–3, pp. 62–71. doi: 10.1016/j.seares.2009.03.002.
23. Brown J.R. Multivariate analyses of the role of environmental factors in seasonal and site-related growth variation in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Marine Ecology — Progress Series*, 1988, vol. 45, no. 3, pp. 225–236. doi: 10.3354/meps045225.
24. Gallo-García M.C., García-Ulloa G., Godínez-Siordia D., Rivera K. Estudio preliminar sobre el crecimiento y sobrevivencia del ostión del Pacífico *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1875) en Barra de Navidad, Jalisco, México. *Universidad y Ciencia*, 2001, vol. 34, no. 17, pp. 83–91.
25. Góngora-Gómez A.M., García-Ulloa M., Hernández-Sepúlveda J.A., Domínguez-Orozco A.L. Crecimiento del ostión *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795) cultivado en el estero La Piedra, Sinaloa, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 2012, vol. 16, no. 2, pp. 91–104.
26. Gagnaire B., Soletchnik P., Madec P., Geairon P., Le Moine O., Renault T. Diploid and triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg), reared at two heights above sediment in Marennes-Oleron Basin, France: Difference in mortality, sexual maturation and hemocyte parameters. *Aquaculture*, 2006, vol. 254, issues 1–4, pp. 606–616. doi: 10.1016/j.aquaculture.2005.10.008.
27. Costil K., Royer J., Ropert M., Soletchnik P., Mathieu M. Spatio-temporal variations in biological performances

- and summer mortality of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in Normandy (France). *Helgoland Marine Research*, 2005, vol. 59, pp. 286–300. doi: 10.1007/s10152-005-0004-5.
28. Samyshev E.Z., Senichkina L.G., Sergeeva N.G., Mikhaylova T.V., Pankratova T.M. Struktura i funkcionirovanie soobshchestv planktona i bentosa oz. Donuzlav v usloviyakh antropogennogo zagryazneniya i otsenka perspektiv ego rybokhozyaystvennogo ispol'zovaniya [Structure and functioning of planktonic and benthic communities in the lake-estuary Donuzlav in the conditions of anthropogenic contamination and the estimation of outlooks of its fish industrial use]. *Sistemy kontrolya okruzhayushchey sredy [Monitoring Systems of Environment]*, 2001, no. 3, pp. 301–325. (In Russian).
29. Ivanyutin N.S. Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie ozera Donuzlav [Current ecological state of Lake Donuzlav]. *Voda i ekologiya: problemy i resheniya [Water and Ecology]*, 2019, no. 3 (79), pp. 47–58. doi: 10.23968/2305-3488.2019.24.3.47-58.
30. Arefyev V.A. Sovremennye geneticheskie metody povysheniya produktivnosti ob'ektov marikul'tury [Modern genetic methods for increasing the productivity of the species targeted by mariculture]. In: *Biologicheskie osnovy marikul'tury [Biological foundations of mariculture]*. L.A. Dushkina (Ed.). Moscow: VNIRO Publ., 1998, pp. 101–164. (In Russian).
31. Fiziologo-biokhimicheskie i geneticheskie issledovaniya ikhtiofauny Azovo-Chernomorskogo basseyna : metodicheskoe rukovodstvo [Physiological, biochemical and genetic studies of the ichthyofauna of the Azov-Black Sea Basin]. G.G. Kornienko, N.E. Boyko, L.A. Bugaev, V.A. Dekhta, S.I. Dudkin, V.F. Kuzina, T.V. Lozhichevskaya, O.A. Rudnitskaya, S.G. Sergeeva (Eds.). Rostov-on-Don: Everest, 2005, 105 p. (In Russian).
32. Orlenko A.N., Zolotnitskiy A.P., Spektorova L.V. Poluchenie spata yaponskoy ustritsy v Chernom more [Obtaining spat of Japanese oyster in the Black Sea]. *Rybnoe khozyaystvo [Fisheries]*, 1990, no. 3, pp. 60–62. (In Russian).
33. Zolotnitskiy A.P., Orlenko A.N. Metody indutsirovaniya sozrevaniya i neresta gigantskoy ustritsy (*Crassostrea gigas* Thunberg) v sovremennykh usloviyakh Chernogo morya [Methods of inducing the Pacific oyster (*Crassostrea gigas* Thunberg) maturation and spawning in the Black Sea in its present conditions]. In: *Akvakul'tura Tsentral'noy i Vostochnoy Evropy: nastoyashchee i budushchee : materialy II s'ezda NACEE (Seti Tsentrov po akvakul'ture v Tsentral'noy i Vostochnoy Evrope) (g. Kishinev, 17–19 oktyabrya 2011 g.) [Aquaculture in Central and Eastern Europe: present and future. Proceedings of the 2nd Assembly NACEE (Network of Aquaculture Centres in Central and Eastern Europe) (Chisinau, 17–19 October, 2011)]*. G. Kurkubet (Ed.). Chisinau: Pontos, 2011, pp. 101–105. (In Russian).
34. Lakin G.F. Biometriya [Biometry]. Moscow: Vysshaya shkola [Higher School], 1986, 343 p. (In Russian).
35. Zolotarev V.N. Sklerokhronologiya morskikh dvustvorchatykh molluskov [Sclerochronology of marine bivalves]. Kiev: Naukova dumka [Scientific Thought], 1989, 112 p. (In Russian).
36. Hall S. A multiple regression model of oyster growth. *Fisheries Research*, 1984, vol. 2, issue 3, pp. 167–175. doi: 10.1016/0165-7836(84)90001-8.
37. Zolotnitskiy A.P., Vizhevskiy V.I. O vliyani massy tela i temperatury vody na udel'nyuyu skorost' rosta chernomorskoy midii (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) [On the influence of body weight and water temperature on the specific growth rate of the Black Sea mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lam.)]. *Biologicheskie nauki [Biological Sciences]*, 1990, no. 3, pp. 85–90. (In Russian).
38. Zhavoronkova A.M., Zolotnitskiy A.P., Sytnik N.A. O vliyani razmera tela i temperatury vody na udel'nyuyu skorost' rosta anadary (*Anadara inaequalis*, Bruguière) [On the influence of the body size and water temperature on the specific growth rate of the anadara (*Anadara inaequalis* Bruguière, 1789)]. *Izvestiya KGTU [KSTU News]*, 2017, no. 47, pp. 46–55. (In Russian).
39. Villanueva-Fonseca B.P., Góngora-Gómez A.M., Muñoz-Sevilla N.P., Domínguez-Orozco A.L., Hernández-Sepúlveda J.A., García-Ulloa M., Ponce-Palafox J.T. Growth and economic performance of diploid and triploid Pacific oysters *Crassostrea gigas* cultivated in three lagoons of the Gulf of California. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 466–480. doi: 10.3856/vol45-issue2-fulltext-21.

Поступила 04.06.2021

Принята к печати 12.07.2021