



УДК 594.121:591.134(262.5)

## РОСТ И СРОКИ ПОЛУЧЕНИЯ ТОВАРНОЙ ТРИПЛОИДНОЙ УСТРИЦЫ В ЛИМАНЕ ДОНУЗЛАВ (ЧЁРНОЕ МОРЕ, КРЫМ)

© 2019 г. О. Ю. Вялова

Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия  
E-mail: [vyalova07@gmail.com](mailto:vyalova07@gmail.com)

Поступила в редакцию 23.04.2018; после доработки 19.06.2018;  
принята к публикации 18.03.2019; опубликована онлайн 31.03.2019.

Исследованы особенности линейного и весового роста триплоидной молоди тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* T20 в условиях лимана Донузлав (Чёрное море, Крым). Дана количественная характеристика соотношений массы моллюска ( $W$ , г) и высоты ( $H$ , мм) раковины (взаимосвязь описывается уравнением  $W = 7 \cdot 10^{-5} \cdot H^{3,1}$ ,  $R^2 = 0,78$ ), а также массы моллюска ( $W$ , г) и длины ( $L$ , мм) раковины ( $W = 3 \cdot 10^{-4} \cdot L^{3,12}$ ,  $R^2 = 0,65$ ). Максимальные скорости линейного роста триплоидных устриц T20 отмечены в апреле ( $1,15 \text{ мм} \cdot \text{сут}^{-1}$ ), весового — в июне ( $0,50 \text{ г} \cdot \text{сут}^{-1}$ ) и августе ( $0,61 \text{ г} \cdot \text{сут}^{-1}$ ). Показано, что молодь триплоидной устрицы *C. gigas* T20 достигает товарных размеров уже через 6 месяцев после высадки. Рекомендовано использовать молодь T20 в качестве посадочного материала на фермах Черноморского региона.

**Ключевые слова:** тихоокеанская устрица, *Crassostrea gigas*, рост, марикультура, лиман Донузлав, Чёрное море

Триплоидия широко используется в марикультуре для получения быстрорастущих особей разных видов устриц. Их стерильность позволяет перераспределять энергетические ресурсы, необходимые для нереста, на соматический рост. Это приводит к ускоренному линейному росту триплоидных организмов [16, 17, 18, 23, 29, 30]. Он может быть результатом полиплоидного гигантизма, вызванного увеличением объёма клеток, а не их количества [23]. Производство триплоидов стало ответом на резкое сокращение запасов диких устриц из-за чрезмерного промысла и ухудшения условий обитания. Сегодня триплоидные устрицы применяются в аквакультуре многих стран мира. Производство триплоидов составляет 80–95 % от общего объёма производства устриц [13, 30].

Существует два основных пути получения триплоидных устриц — химическая индукция и скрещивание диплоидной и тетраплоидной устрицы. Применение химических веществ не является надёжным в производстве 100%-ной триплоидной популяции; достичь результата позволяет только скрещивание устриц разной плоидности [16]. С 1994 г. племенные линии тетраплоидов устриц производятся в США, Франции и Австралии [23].

Среди всех культивируемых двустворчатых моллюсков тихоокеанская устрица *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795) является самым популярным видом морской конхиокультуры, занимая, по данным Food and Agriculture Organization (FAO, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), до 10 % мирового объёма [13]. Это обусловлено широкой температурной и солёностной толерантностью вида, быстрыми темпами роста, устойчивостью к ряду заболеваний, высокими вкусовыми качествами. В конце 1980-х гг. *C. gigas* был успешно интродуцирован в Чёрном море [3, 6].

Природные условия Чёрного моря позволяют успешно развивать морскую аквакультуру двустворчатых моллюсков, в частности устрицеводство [3, 4, 5, 6, 7]. По данным Азово-Черноморского территориального управления Росрыболовства, производство устриц в регионе выросло с 29,7 т в 2016 г. до 57,6 т в 2017 г.

Донузлав — полузакрытый залив Чёрного моря, расположенный на западном побережье Крымского полуострова. Современный облик экосистемы Донузлава сформировался после его соединения с морем каналом (прорыт в 1961 г.). Водоём превратился, по существу, в черноморский лиман, тянущийся перпендикулярно береговой линии на 27 км, с максимальными глубинами до 25 м в своей срединной части. Общая площадь водного зеркала — 4750 га. Эта акватория обладает рядом преимуществ по сравнению с открытыми районами Чёрного моря — благоприятными природными условиями (отсутствие штормов и сильных течений), высоким уровнем биологической продуктивности, отсутствием источников антропогенного загрязнения. По данным Азово-Черноморского территориального управления Росрыболовства, здесь организовано 7 марикультурных хозяйств, занимающих площадь более 1000 га. По прогнозам ЮгНИРО, в Донузлаве можно получать до 4,0 млн экз. спата и выращивать до 2,0 млн товарных устриц [5].

Цели данного исследования — изучить ростовые характеристики триплоидных устриц *S. gigas* T20 и оценить их преимущества для товарного выращивания в условиях черноморской марикультуры.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Устрицы размера T20 — это небольшие экземпляры (90–120 штук в 1 кг) возрастом 14–16 месяцев. Срок достижения такими устрицами товарных размеров устанавливается поставщиками равным 10–15 месяцам.

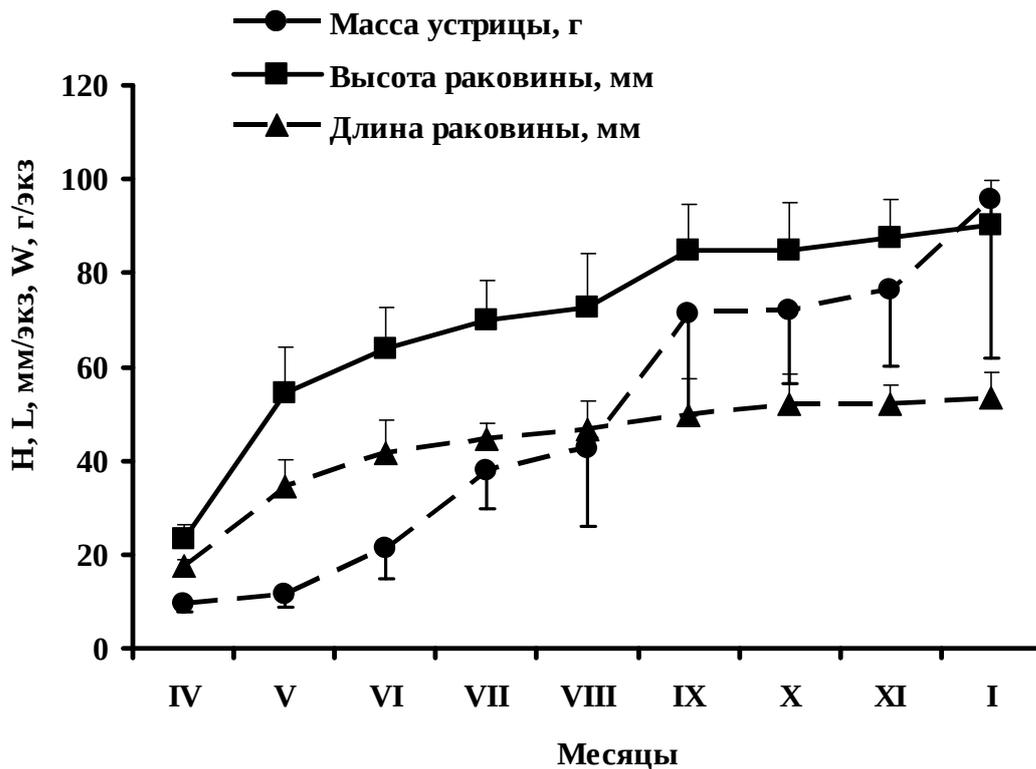
Объектом исследования являлась триплоидная молодь тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* T20, выращенная в зарубежном специализированном устричном питомнике. Работы проводились с апреля 2017 г. по январь 2018 г. Моллюски находились в пластиковых устричных садках размером 50×100 см. Плотность — 200 экз. в садке.

Садки размещались на 100-метровых базовых линиях морской фермы в лимане Донузлав на глубине 1,5–3,0 м от поверхности воды. Ежемесячно из контрольных садков отбирали и обследовали от 30 до 50 особей. Раковины моллюсков очищали щёткой от обрастания, промывали морской водой и высушивали фильтровальной бумагой перед взвешиванием и промерами. После измерений моллюсков возвращали в садки.

Массу моллюсков ( $W$ , г) определяли с помощью электронных весов с точностью 0,01 г. Линейные размеры измеряли электронным штангенциркулем с точностью до 0,01 мм. За высоту раковины ( $H$ , мм) принимали максимальный размер от замка до растущего края, длину ( $L$ , мм) определяли как самый широкий размер, перпендикулярный высоте [21, 22]. На основе полученных результатов рассчитывали суточную скорость линейного ( $\text{мм}\cdot\text{сут}^{-1}$ ) и весового ( $\text{г}\cdot\text{сут}^{-1}$ ) роста, аллометрическое уравнение соотношения массы и линейных размеров  $W = aH^b$  и  $W = aL^b$ , коэффициент детерминации  $R^2$ . Статистическую и графическую обработку данных производили в Microsoft Excel.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Начальные параметры триплоидной устрицы *S. gigas* были следующими:  $W$  —  $(9,33 \pm 1,7) \text{ г}\cdot\text{экз.}^{-1}$ ;  $H$  —  $(21,3 \pm 3,2) \text{ мм}\cdot\text{экз.}^{-1}$ ;  $L$  —  $(17,6 \pm 1,3) \text{ мм}\cdot\text{экз.}^{-1}$  ( $n = 100$ ). За первый месяц (апрель) линейные размеры особей увеличились в 2,0–2,5 раза: прирост раковины в среднем составил по высоте 30  $\text{мм}\cdot\text{экз.}^{-1}$ , по длине — 16,9  $\text{мм}\cdot\text{экз.}^{-1}$ . Рост высоты раковины продолжился с мая по сентябрь (до размеров 80–90 мм); в осенне-зимние месяцы процесс практически остановился (рис. 1). Длина раковины триплоидных *S. gigas* увеличивалась постепенно в течение всего периода наблюдений (от  $(34,46 \pm 5,65)$  до  $(53,53 \pm 5,24) \text{ мм}\cdot\text{экз.}^{-1}$ ).



**Рис. 1.** Изменения массы и линейных характеристик триплоидной устрицы *Crassostrea gigas* T20 ( $m \pm SD$ )

**Fig. 1.** Changes of weight and linear characteristics of triploid oyster *Crassostrea gigas* T20 ( $m \pm SD$ )

Заметный рост массы триплоидных устриц произошёл в весенне-летние месяцы с резким скачком значений в августе — сентябре (с  $42,66 \pm 16,64$  до  $71,29 \pm 21,66$  г·экз.<sup>-1</sup>). Следующее увеличение показателя отмечено в декабре — январе. За весь период масса исследуемых экземпляров в среднем выросла более чем в 10,3 раза. Размеры отдельных особей достигли максимальных значений — 180 г и 109 мм.

На рост моллюсков оказывают влияние факторы абиотические (экологические), например качество воды, глубина и скорость течения, мутность и тип взвеси, и биотические (физиологические), такие как обеспеченность фитопланктоном, плотность поселения, пол, возраст, стадия зрелости и размер [3, 4, 29]. Максимальная скорость линейного роста молоди триплоидных устриц T20 —  $1,15$  мм·сут<sup>-1</sup> — зафиксирована в апреле. Далее прирост раковины колебался в пределах  $0,05$ – $0,26$  мм·сут<sup>-1</sup>. Масса устриц увеличивалась в среднем со скоростью  $0,15$ – $0,31$  г·сут<sup>-1</sup>; максимальный прирост зафиксирован в июне ( $0,50$  г·сут<sup>-1</sup>) и августе ( $0,61$  г·сут<sup>-1</sup>). Очень близкие результаты получены в летний сезон для триплоидных устриц в акватории Голубого залива (Чёрное море) —  $0,51$  мм·сут<sup>-1</sup> и  $0,27$  г·сут<sup>-1</sup> соответственно [1]. В Калифорнийском заливе для полиплоидных *C. gigas* приводятся следующие данные:  $0,268$ – $0,279$  мм·сут<sup>-1</sup> и  $0,19$ – $0,3$  г·сут<sup>-1</sup> [29]; на тихоокеанском побережье Мексики —  $0,502$  мм·сут<sup>-1</sup> и  $0,427$  г·сут<sup>-1</sup> [14]; в Южной Африке —  $0,298$ – $0,58$  г·сут<sup>-1</sup> [26]. Скорость роста устрицы может зависеть от района и технологии её выращивания. Например, моллюски, находящиеся постоянно в толще воды (подвесная культура), растут гораздо быстрее, чем особи в приливно-отливных зонах. Так, на приливных морских фермах в Португалии скорость роста *C. gigas* составляла  $0,098$  г·сут<sup>-1</sup> [8], во Франции —  $0,046$ – $0,083$  г·сут<sup>-1</sup> [28] и  $0,178$  г·сут<sup>-1</sup> [11]. По нашим наблюдениям, скорость весового роста ( $0,09$  г·сут<sup>-1</sup>) была наименьшей в период максимального линейного прироста, то есть процессы формирования раковины преобладали в апреле над соматическим ростом мягких тканей.

Исследования показали, что скорости роста массы у триплоидов выше, чем у диплоидных устриц, на 43–49 %, а роста раковины в высоту — на 13–20 % [17, 23, 30]. Так, в Чёрном море (Голубой залив) в летние месяцы у полиплоидных *C. gigas* скорость роста достигала  $0,51 \text{ мм} \cdot \text{сут}^{-1}$  и  $0,27 \text{ г} \cdot \text{сут}^{-1}$ , у диплоидов —  $0,39 \text{ мм} \cdot \text{сут}^{-1}$  и  $0,17 \text{ г} \cdot \text{сут}^{-1}$  [1]. На тихоокеанском побережье Мексики также установлены различия между двумя формами устриц *C. gigas*: показатели диплоидов и триплоидов составили  $0,23$ – $0,26$  и  $0,25$ – $0,27 \text{ мм} \cdot \text{сут}^{-1}$ ,  $0,19$ – $0,26$  и  $0,25$ – $0,30 \text{ г} \cdot \text{сут}^{-1}$  соответственно [29]. Исследования *C. virginica* показали достоверные различия в росте:  $0,133 \text{ г} \cdot \text{сут}^{-1}$  и  $0,167 \text{ мм} \cdot \text{сут}^{-1}$  у диплоидов,  $0,167 \text{ г} \cdot \text{сут}^{-1}$  и  $0,189 \text{ мм} \cdot \text{сут}^{-1}$  у триплоидов [30].

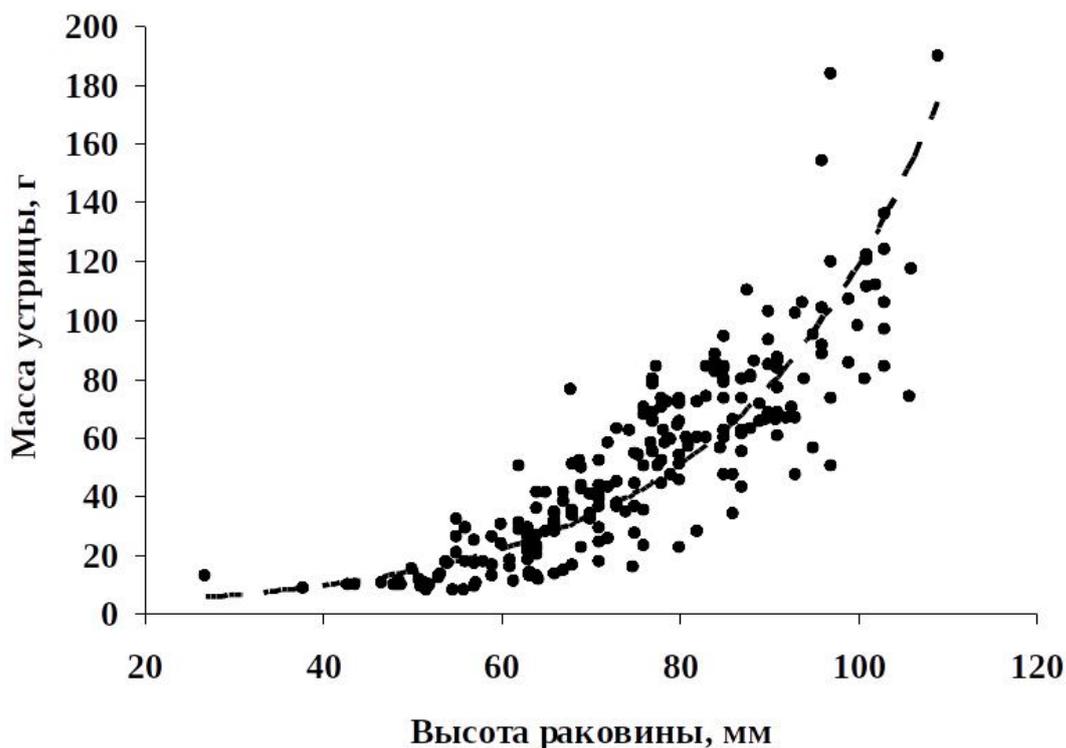
Оптимальная температура для роста тихоокеанской устрицы находится в пределах  $15$ – $22 \text{ }^\circ\text{C}$ . В условиях лимана Донузлав триплоидные *C. gigas* продолжали расти и в осенне-зимний период при температуре ниже  $10$ – $11 \text{ }^\circ\text{C}$ . Ранее было показано, что в благоприятных трофических условиях скорость роста двустворчатых моллюсков может быть существенной даже в условиях низких температур. Так, у молоди триплоидов *Crassostrea ariakensis* темпы роста были высокими в зимний период, когда температура воды составляла  $(7,66 \pm 0,02) \text{ }^\circ\text{C}$  [17]. Скорость роста молодых ( $20$ – $30 \text{ мм}$  длиной) баренцевоморских мидий (подвесная культура) в прибрежных водах Кольского залива при температуре  $1,5$ – $3,0 \text{ }^\circ\text{C}$  — около  $0,5 \text{ мм}$  в месяц [2].

Соотношение линейных размеров и биомассы двустворчатых моллюсков описывается аллометрическим уравнением. Форма устрицы определяется высотой и длиной раковины и зависит от среды обитания, субстрата, плотности в естественных поселениях или в устричных садках на морских фермах и т. д. Увеличение высоты и длины раковины устриц происходит не пропорционально. Как правило, в длину она растёт гораздо медленнее, чем в высоту [22]. На процессы роста раковины оказывают влияние качество субстрата, плотность популяции (перенаселение), интенсивность волновых явлений и течений, глубина, спектр питания и т. д. [10, 21, 27]. Так, у *C. madrasensis* с размерами менее  $3,5 \text{ см}$  высота и длина имеют близкие значения, форма раковины округлая [21]. В размерных группах до  $80 \text{ мм}$  отклонения параметров становятся более выраженными, а форма раковины приближается к овальной. У более крупных устриц длина раковины равна приблизительно  $\frac{3}{4}$  высоты, её форма становится удлинённой [10, 21]. Кроме того, на рост биомассы оказывают влияние качество и доступность кормового фитопланктона, скорость фильтрации, стадия зрелости, возраст и т. д.

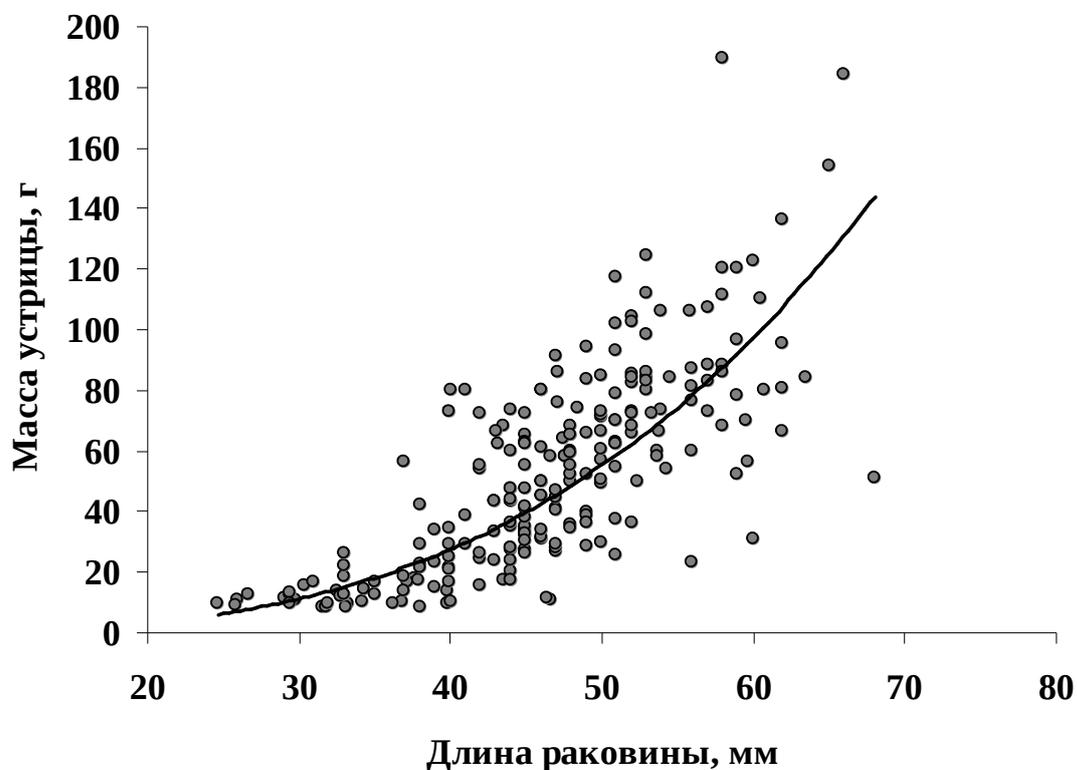
Статистический анализ размерно-вещного соотношения у исследованных триплоидных *C. gigas* показал, что взаимосвязь высоты раковины с массой моллюска чётко описывается степенным уравнением с коэффициентом детерминации  $R^2 = 0,78$ :  $W = 7 \cdot 10^{-5} \cdot H^{3,1}$ , где  $W$  — общая масса устрицы, г;  $H$  — высота раковины, мм (рис. 2).

Значение степенного показателя  $b$  относительно устойчиво у двустворчатых моллюсков и обычно имеет значение около 3, то есть биомасса выражается как куб длины. Значение 3 соответствует трёхмерному характеру двустворчатой оболочки большинства моллюсков. Многочисленные исследования показали, что экспонента  $b$  обычно находится между 2,5 и 3, а значения ниже 2,5 редки для моллюсков [27]. Несмотря на это, показатель, установленный для различных видов устриц, является достаточно низким и составляет от 1,5 до 2,5 (в среднем — около 2). Так, экспонента  $b$  у *C. columbiensis* — 2,35 [9]; у *C. madrasensis* — 1,7–2,0 [20], 2,49–2,92 [24]; у *C. virginica* — 1,86 [25], 2,15 [19], 2,17 [15], 2,26–2,39 [10]; у *C. iridescens* и *C. angulata* — 1,48 [25]; у *C. gigas* — 1,12–2,79 [32], 1,87 [25], 2,39 [1], 2,43–2,52 [3, 4], 2,81 [12]. Устрицы сагиттально сжаты, в отличие от большинства других двустворчатых моллюсков, поэтому и степенной показатель редко достигает 3. Таким образом, существует чёткая тенденция: биомасса устрицы рассчитывается как квадрат длины, а не как куб. Общее среднее значение  $b = 2,0$  может быть принято для ряда крассостреид, в том числе для *C. gigas* [27].

Коэффициент детерминации для соотношения массы и длины раковины меньше ( $R^2 = 0,65$ ), а аллометрическое уравнение имеет вид  $W = 3 \cdot 10^{-4} \cdot L^{3,12}$ , где  $W$  — общая масса устрицы, г;  $L$  — длина раковины, мм (рис. 3).



**Рис. 2.** Соотношение между массой и высотой раковины триплоидной устрицы *Crassostrea gigas*  
**Fig. 2.** Relationship between weight and shell height of triploid oyster *Crassostrea gigas*

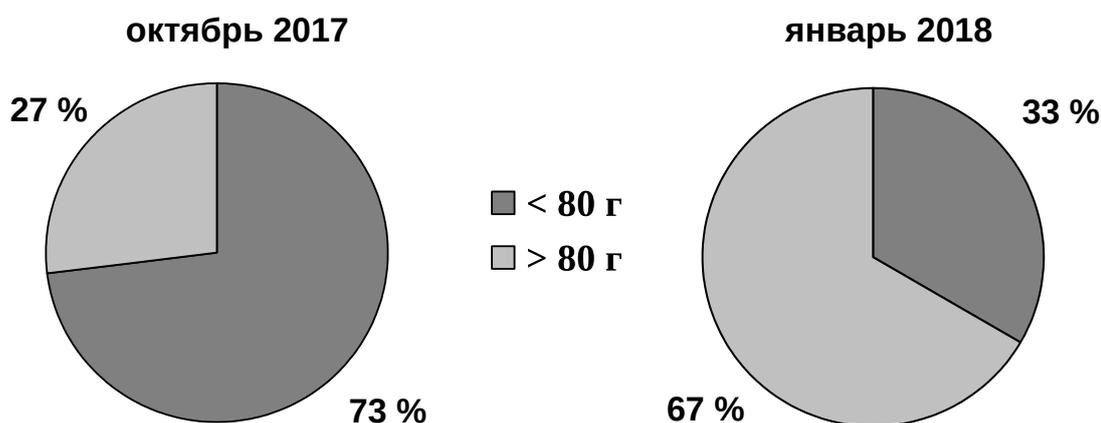


**Рис. 3.** Соотношение между массой и длиной раковины триплоидной устрицы *Crassostrea gigas*  
**Fig. 3.** Relationship between weight and shell length of triploid oyster *Crassostrea gigas*

Результаты нашего исследования показали, что у быстрорастущих молодых триплоидных устриц обнаруживается чётко выраженная положительная аллометрия между биомассой и линейными параметрами раковины ( $b > 3$ ), причём она значительно выше, чем у диплоидных организмов. Сравнение коэффициентов регрессии двух полученных нами уравнений позволяет сделать вывод о том, что на массу *C. gigas* больше оказывает влияние высота раковины, чем её длина. В литературе приводятся похожие результаты для *C. madrasensis* [22].

Современные фермеры отдают предпочтение триплоидным устрицам («устрицы четырёх сезонов»). Считается, что триплоиды обладают лучшими вкусовыми качествами, чем диплоидные моллюски, особенно во время репродуктивного сезона, поскольку не участвуют в процессах размножения и содержат большее количество гликогена [16, 18, 23]. Исследуемые нами триплоидные устрицы были получены путём скрещивания диплоидных самок и тетраплоидных самцов. Триплоиды, полученные скрещиванием родителей разной ploidy, на 6–10 % быстрее набирают массу и характеризуются большими линейными размерами, чем химически индуцированные особи [30, 31]. Некоторыми исследованиями подтверждается предположение о том, что триплоиды могут иметь более короткий период созревания и достигать рыночного размера быстрее, чем диплоиды [17, 23, 30].

Основная задача любой марикультурной фермы — получение качественной товарной продукции. Будущий урожай зависит от многих факторов, поэтому точно спрогнозировать объёмы и сроки производства морских гидробионтов достаточно трудно. Один из способов решения этой задачи — изучение процесса роста молоди устрицы и достижения ею товарных размеров. Товарной считается устрица правильной формы, с хорошо выраженной глубокой нижней створкой, имеющая определённую массу. В разных странах приняты различные классификации товарной тихоокеанской устрицы. На российском рынке морепродуктов наибольшим спросом пользуются моллюски весом 80–100 г. По нашим наблюдениям, в условиях лимана Донузлав первые моллюски коммерческого размера были получены уже в октябре; их доля составила 27 % (рис. 4). На протяжении последующих месяцев, несмотря на снижение температуры морской воды, доля товарных устриц росла. К январю 2018 г. она достигла 67 %.



**Рис. 4.** Доля товарных триплоидных устриц *Crassostrea gigas* в разные периоды выращивания

**Fig. 4.** Share of commercial triploid oysters *Crassostrea gigas* in different periods of cultivation

Известно, что тихоокеанская устрица в Чёрном море растёт неравномерно, с высокой степенью индивидуальной вариабельности [1]. Наиболее быстро увеличиваются в размерах мелкие моллюски (спат Т6). Со временем темпы роста снижаются. На черноморских фермах обычно закупают и высаживают спат *C. gigas* Т6 и Т10, что обусловлено его низкой ценой и небольшими затратами на транспортировку. Сбор урожая устрицы в таких случаях начинают минимум через 1,5–2,5 года после высадки молоди [7].

Результаты нашего исследования показали, что условия Донузлава позволяют получить товарную устрицу (~ 80–90 г) в более короткие сроки. Использование триплоидного посадочного материала размером Т20 может быть рекомендовано для запуска производства устрицы в лимане Донузлав и в прибрежной части Чёрного моря. Лучшее время для вселения и акклиматизации молоди *C. gigas* — весенние месяцы.

#### Выводы:

1. Размерно-весовые соотношения триплоидной устрицы *Crassostrea gigas*, выращиваемой в лимане Донузлав, описываются аллометрическими уравнениями  $W = 7 \cdot 10^{-5} \cdot H^{3,1}$ ,  $R^2 = 0,78$  и  $W = 3 \cdot 10^{-4} \cdot L^{3,12}$ ,  $R^2 = 0,65$ .
2. Максимальные скорости линейного роста отмечены в апреле (1,15 мм·сут.<sup>-1</sup>), весового — в июне (0,50 г·сут.<sup>-1</sup>) и августе (0,61 г·сут.<sup>-1</sup>).
3. Уже через 6 месяцев после высадки 27 % молоди триплоидов Т20 достигают товарных размеров. На фермах по выращиванию устриц рекомендовано использовать молодь Т20 как посадочный материал.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ИМБИ по теме «Функциональные, метаболические и токсикологические аспекты существования гидробионтов и их популяций в биотопах с различным физико-химическим режимом» (№ гос. регистрации АААА-А18-118021490093-4).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Вялова О. Ю. Первые результаты выращивания триплоидной тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* в Черном море (Южный берег Крыма) // *Экология моря*. 2010. Вып. 79. С. 37–43. [Vyalova O. Yu. The first results of cultivation of triploid pacific oysters *Crassostrea gigas* in the Black Sea (Southern coast of Crimea). *Ekologiya morya*, 2010, iss. 79, pp. 37–43. (in Russ.)]
2. Гудимов А. В. Мидия *Mytilus edulis* L. // *Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей*. Апатиты: Кольский науч. центр РАН, 1998. С. 529–576. [Gudimov A. V. Miditya *Mytilus edulis* L. *Promyslovye i perspektivnye dlya ispol'zovaniya vodorosli i bespozvonochnye Barentseva i Belogo morei*. Apatity: Kol'skii nauch. tsentr RAN, 1998, pp. 529–576. (in Russ.)]
3. Золотницкий А. П., Моница О. Б. Рост и продукция японской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg), акклиматизированной в Черном море // *Экология моря*. 1992. Вып. 41. С. 77–80. [Zolotnitskii A. P., Monina O. B. Growth and production of Japan oyster *Crassostrea gigas* Thunberg acclimated in the Black Sea. *Ekologiya morya*, 1992, iss. 41, pp. 77–80. (in Russ.)]
4. Золотницкий А. П., Орленко А. Н. Экологические закономерности роста тихоокеанской устрицы в различных районах Черного моря // *Рыбное хозяйство Украины*. 1999. № 2. С. 37–39. [Zolotnitskii A. P., Orlenko A. N. Ekologicheskie zakonomernosti rosta tikhookeanskoi ustritsy v razlichnykh raionakh Chernogo morya. *Rybnoe khozyaistvo Ukrainy*, 1999, no. 2, pp. 37–39. (in Russ.)]
5. Золотницкий А. П., Орленко А. Н., Крючков В. Г., Сытник Н. А. К вопросу организации крупномасштабного культивирования устриц в озере Донузлав // *Труды ЮгНИРО*. 2008. Т. 46. С. 48–54. [Zolotnitskii A. P., Orlenko A. N., Kryuchkov V. G., Sytnik N. A. On organisation of large scale culture of oysters in the Donuzlav Lake. *Trudy YugNIRO*, 2008, vol. 46, pp. 48–54. (in Russ.)]
6. Орленко А. Н. Гигантская устрица *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiliformes, Crassostreidae) как объект акклиматизации и основные этапы ее трансплантации в Черное море // *Зоологический журнал*. 1994. Т. 73, вып. 1. С. 51–54. [Orlenko A. N. The acclimatization of giant oyster *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiliformes, Crassostreidae) and the principal stages of its introduction in the Black Sea. *Zoologicheskii zhurnal*, 1994, vol. 73, iss. 1, pp. 51–54. (in Russ.)]
7. Крючков В. Г. Опыт выращивания устриц у восточного побережья Черного моря // *Труды ЮгНИРО*. 2010. Т. 48. С. 29–35. [Kryuchkov V. G. Experience of oyster growing near the Black Sea eastern coast. *Trudy YugNIRO*, 2010, vol. 48, pp. 29–35. (in Russ.)]

8. Batista F. M., Leitao A., Fonseca V. G., Ben-Hamadou R., Ruano F., Herniques M. A., Guedes-Pinto H., Boudry P. Individual relationship between aneuploidy of gill cells and growth rate in the cupped oysters *Crassostrea angulata*, *C. gigas* and their reciprocal hybrids. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2007, vol. 352, iss. 1, pp. 226–233. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2007.07.009>
9. Cruz A. F. C., Pena J. C., Lopez Y. S. Growth and sexual maturity of a *Crassostrea columbiensis* (Mollusca: Bivalvia) population. *Revista de Biología Tropical*, 1997, vol. 45, pp. 335–339.
10. Dame R. F. Comparison of various allometric relationships in intertidal and subtidal American oysters. *Fishery Bulletin*, 1972, vol. 70, no. 4, pp. 1121–1126.
11. Dégrement L., Bédier E., Soletchnik P., Ropert M., Huvet A., Moal J., Samain J. F., Boudry P. Relative importance of family, site and field placement timing on survival, growth and yield of hatchery-produced Pacific oyster spat (*Crassostrea gigas*). *Aquaculture*, 2005, vol. 249, iss. 1–4, pp. 213–229. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.03.046>
12. Diederich S., Nehls G., van Beusekom J. E. E., Reise K. Introduced Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in the northern Wadden Sea: Invasion accelerated by warm summers? *Helgoland Marine Research*, 2005, vol. 59, iss. 2, pp. 97–106. <https://doi.org/10.1007/s10152-004-0195-1>
13. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Cultured Aquatic Species Information Program. Crassostrea gigas (Thunberg, 1793)* [Electronic resource] / Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries and Aquaculture Department. Roma: FAO, 2015. URL: [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Crassostrea\\_gigas/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Crassostrea_gigas/en) [accessed 23.03.2018].
14. 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 (Growth of the oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1795) cultured in estuary La Piedra, Sinaloa, Mexico). *Avances en Investigacion Agropecuaria*, 2012, vol. 16, no. 2, pp. 91–104.
15. Grizzle R. E., Greene J. K., Coen L. D. Seston removal by natural and constructed intertidal Eastern oyster (*Crassostrea virginica*) reefs: A comparison with previous laboratory studies, and the value of in situ methods. *Estuaries and Coasts*, 2008, vol. 31, iss. 6, pp. 1208–1220. <https://doi.org/10.1007/s12237-008-9098-8>
16. Guo X., Allen S. K. Viable tetraploid Pacific oyster (*Crassostrea gigas* Thunberg) produced by inhibiting polar body I in eggs of triploids. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 1994, vol. 3, no. 1, pp. 42–50.
17. Harding J. M. Comparison of growth rates between diploid DEBY eastern oysters (*Crassostrea virginica*, Gmelin 1791), triploid eastern oysters, and triploid Suminoe oysters (*C. ariakensis*, Fugita 1913). *Journal of Shellfish Research*, 2007, vol. 26, iss. 4, pp. 961–972. [https://doi.org/10.2983/0730-8000\(2007\)26\[961:COGRBD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2983/0730-8000(2007)26[961:COGRBD]2.0.CO;2)
18. Maguire G. B., Boocock B., Kent G. N., Gardner N. C. Studies on triploids in Australia: IV. Sensory evaluation of triploid and diploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg), in Tasmania. In: J. A. Nell & G. B. Maguire (Eds). *Evaluation of triploid Sydney rock oysters (Saccostrea commercialis) and Pacific oysters (Crassostrea gigas) on commercial leases in New South Wales and Tasmania*. Final Report to FRDC, September, 1994, NSW Fisheries, Port Stephens Research Centre, Taylors Beach, NSW and University of Tasmania, Launceston, 1994, 37 p.
19. Mann R., Southworth M., Harding J. M., Wesson J. A. Population studies of the native eastern oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791) in the James River, Virginia, USA. *Journal of Shellfish Research*, 2009, vol. 28, iss. 2, pp. 193–220. <https://doi.org/10.2983/035.028.0203>
20. Nagi H. M., Shenai-Tirokar P. S., Jagtap T. G. Dimensional relationships in *Crassostrea madrasensis* (Preston) and *C. gryphoides* (Schlottheim) in Mangrove ecosystem. *Indian Journal of Geo-Marine Science*, 2011, vol. 40, no. 4, pp. 559–566.
21. Nair N. U., Nair N. B. Height-length relation of shells in the Indian blackwater oyster *Crassostrea madrasensis* (Preston) of the Cochi Harbour. *Fishery Technology*, 1986, vol. 23, no. 1, pp. 27–31.
22. Nair N. U., Nair N. B. Relation between weight and linear measurements of shell in *C. madrasensis* (Preston). *Fishery Technology*, 1986, vol. 23, no. 2, pp. 120–124.
23. Nell J. A. Farming triploid oysters. *Aquaculture*, 2002, vol. 210, iss. 1–4, pp. 69–88. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00861-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00861-4)
24. Nurul Amin S. M., Zafar M., Halim A. Age, growth, mortality and population structure of the eastern oyster, *Crassostrea madrasensis*, in the Mahashkali

- Channel (southeastern coast of Bangladesh). *Journal of Applied Ichthyology*, 2008, vol. 24, iss. 1, pp. 18–25. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2007.01007.x>
25. Octavina C., Yulianda F., Krisanti M., Muchlisin Z. A. Length-weight relationship of Ostreidae in the Kuala Gigieng estuary, Aceh Besar District, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 2015, vol. 8, no. 5, pp. 817–823.
26. Pieterse A., Pitcher G., Naidoo P., Jackson S. Growth and condition of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* at three environmentally distinct South African oyster farms. *Journal of Shellfish Research*, 2012, vol. 31, iss. 4, pp. 1061–1076. <https://doi.org/10.2983/035.031.0418>
27. Powell E. N., Mann R., Ashton-Alcox K. A., Kim Y., Bushek D. The allometry of oysters: spatial and temporal variation in the length-biomass relationships for *Crassostrea virginica*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2016, vol. 96, iss. 5, pp. 1127–1144. <https://doi.org/10.1017/S0025315415000703>
28. Soletchnik P., Huvet A., Le Moine O., Razet D., Geairon P. H., Faury N., Gouletquer P. H., Boudry P. A comparative field study of growth, survival and reproduction of *Crassostrea gigas*, *C. angulata* and their hybrids. *Aquatic Living Resources*, 2002, vol. 15, iss. 4, pp. 243–250. [https://doi.org/10.1016/S0990-7440\(02\)01175-0](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(02)01175-0)
29. 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. <http://dx.doi.org/10.3856/vol45-issue2-fulltext-21>
30. Wadsworth P. C. *Comparing triploid and diploid growth and mortality in farmed oysters, Crassostrea virginica, in the northern Gulf of Mexico*: A thesis submitted to the Graduate Faculty of Auburn University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science. Auburn, Alabama, 2018, 78 p.
31. Wang Z., Guo X., Allen S. K., Wang R. Heterozygosity and body size in triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg), produced from meiosis II inhibition and tetraploids. *Aquaculture*, 2002, vol. 204, iss. 3–4, pp. 337–348. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00845-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00845-6)
32. Yoo S. K., Yoo M. S. Biological studies on oyster culture (II) morphological characteristics of the oyster, *Crassostrea gigas*. *Bulletin of the Korean Fisheries Society*, 1973, vol. 6, pp. 65–74.

## GROWTH AND TERMS OF OBTAINING MARKETABLE TRIPLOID OYSTERS IN DONUZLAV LIMAN (BLACK SEA, CRIMEA)

O. Yu. Vyalova

Kovalevsky Institute of Marine Biological Research RAS, Sevastopol, Russian Federation

E-mail: [vyalova07@gmail.com](mailto:vyalova07@gmail.com)

The rate of linear and weight growth of triploid spat of oyster *Crassostrea gigas* in Donuzlav Liman (Black Sea, Crimea) was investigated. A quantitative relationship between the mass ( $W$ , g) of the whole oyster and the height of the shell ( $H$ , mm) is given (it is described by the equation  $W = 7 \cdot 10^{-5} \cdot H^{3.1}$ ,  $R^2 = 0.78$ ), as well as a quantitative relationship between the mass ( $W$ , g) of the whole oyster and the length of the shell ( $L$ , mm) ( $W = 3 \cdot 10^{-4} \cdot L^{3.12}$ ,  $R^2 = 0.65$ ). The maximum rates of linear growth of triploid oysters T20 were registered in April (1.15 mm per day), of weight growth – in June (0.50 g per day) and August (0.61 g per day). It was shown that 27 % of triploid oysters T20 can reach commercial size after 6 months. It is recommended to use Pacific oysters of T20 size as a planting material on the shellfish farms in the Black Sea region.

**Keywords:** Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, growth, mariculture, Donuzlav, Black Sea