

**ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ТРИПЛОИДНОЙ  
ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ *CRASSOSTREA GIGAS*  
В ЧЕРНОМ МОРЕ (ЮЖНЫЙ БЕРЕГ КРЫМА)**

Рассмотрены ростовые процессы у диплоидных и триплоидных особей тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas*, выращиваемой в Черном море. Абсолютная скорость роста раковины молоди диплоидов в летние месяцы достигала 0,39 мм/сутки, массы тела – до 17,3 мг/сутки, триплоидов – до 0,51 мм/сутки и 27,2 мг/сутки, соответственно. Существующие различия в скоростях роста у моллюсков разной плоидности четко выражены лишь в первые месяцы жизни, затем они практически нивелируются. Соотношение высоты раковины и сырой массы *C. gigas* описывается аллометрическим уравнением с коэффициент регрессии равным 2,180 у триплоидных и 2,389 – у диплоидных устриц.

**Ключевые слова:** тихоокеанская устрица, *Crassostrea gigas*, триплоиды, марикультура, рост, Черное море

Современная марикультура широко использует триплоидные формы различных видов моллюсков и рыб в качестве объектов культивирования. Триплоидные организмы обладают рядом преимуществ по сравнению с диплоидными формами. Полиплоиды характеризуются высокими скоростями линейного роста, накопления массы и степенью выживаемости, устойчивостью к различным заболеваниям и негативным внешним факторам [10, 14, 15, 16]. Что касается триплоидных моллюсков, то для них свойственно накапливать дополнительные запасы гликогена, что заметно улучшает их пищевую ценность и вкусовые качества [11, 14, 16]. Все это делает полиплоидные организмы привлекательными объектами для коммерческого выращивания. Среди двустворчатых моллюсков в промышленных масштабах выращивают триплоидов таких устриц, как тихоокеанская *Crassostrea gigas*, восточная *C. virginica*, сиднейская скальная *Saccostrea glomerata* (или *S. commercialis*), европейская плоская *Ostrea edulis* [16, 17], а также других моллюсков – морское ушко *Haliotis laevigata* [16] и *H. rubra* [13], клэм *Tapes dorssatus* [12], гребешок *Argopecten irradians* [19].

Тихоокеанская устрица *Crassostrea gigas* – самый распространенный вид морской конхиокультуры. В Черное море его впервые интродуцировали в конце XX века [5, 6, 8]. Последующие исследования показали перспективность данного вида в условиях черноморской аквакультуры [3]. В 2007 – 2008 гг. были завезены и акклиматизированы несколько партий тихоокеанских устриц, выращенных в специализированных питомниках Франции. Посадочный материал состоял из молоди обычных и триплоидных устриц.

Целью данного исследования являлось оценить преимущества выращивания триплоидных особей *C. gigas* по сравнению с диплоидными (обычными) формами в условиях черноморской марикультуры.

**Материал и методы.** Объектом исследования служили диплоидные и триплоидные особи тихоокеанской устрицы *C. gigas*, завезенные в 2007 – 2008 гг. из специализированных питомников Франции для дальнейшего выращивания в Черном море на мидийно-устричной ферме, расположенной в прибрежной зоне Южного берега Крыма. Возраст моллюсков равнялся 2 – 3 мес., линейные размеры колебались от 5 до 7 мм. Соленость морской воды в питомнике составляла 32 ‰, в Черном море – 17,2 – 18,3 ‰. Температура воды в питомнике равнялась 20<sup>0</sup>С, в море на момент высадки молоди: в августе 2007 г. – 26<sup>0</sup>С, в июне 2008 г. – 25,1<sup>0</sup>С.

Устрицы перевозились в термоконтейнерах в охлажденном виде (+ 2 – 8<sup>0</sup>С), после доставки на берег выдерживались в открытых контейнерах в течение 2 ч для

акклиматизации. Затем моллюсков помещали в сетные рукава длиной 30 – 40 см с плотностью посадки 10 – 12 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Все носители с моллюсками размещались на базовых хребтинах фермы на глубине 2,5 – 3 м от поверхности воды. По мере роста устрицы сортировались: крупные (более 40 мм) – непосредственно в устричные садки (из расчета 300 экз/м<sup>2</sup>), моллюски средних размеров (20 – 40 мм) – в сетные мешки, мелкие (менее 20 мм) экземпляры – в пластиковые мелкоячеистые садки. Устрицы с высотой раковины менее 40 мм рассаживались таким образом, чтобы моллюски располагались не более чем в 2 слоя, согласно рекомендациям французских фермеров. Таким образом, плотность и способы рассадки устриц менялись на протяжении всего периода наблюдений. В качестве тестовой группы нами выбраны устрицы средней группы, которые составляли до 50 – 60 % общей численности. В течение 2007 – 2009 гг. осуществлялся контроль ростовых процессов диплоидов и триплоидов, измерялись высота раковины (мм), масса моллюска с раковиной (г), рассчитывалась абсолютная скорость роста, соотношение высоты раковины и массы моллюска.

**Результаты.** По оценкам, проведенным через месяц после посадки, оказалось, что понижение солености (32 → 17,2 ‰) не отразилось на выживаемости моллюсков, которая составила 100%. Молодь устрицы хорошо адаптировалась к новым условиям среды обитания, и через месяц был отмечен значительный рост (табл. 1).

**Таблица 1. Размерно-весовые характеристики молоди *Crassostrea gigas* (m ±SD)**  
**Table 1. Size-weight parameters of young of Pacific oysters *Crassostrea gigas* (m ±SD)**

	Август 2007		Сентябрь 2007	
	Высота, мм	Масса, г	Высота, мм	Масса, г
Диплоиды	6,5±0,14	0,228±0,056	22,12±5,79	0,87±0,56
Триплоиды	6,51±0,13	0,308±0,023	21±7,5	0,99±0,86
	Июнь 2008		Июль 2008	
Диплоиды	6,4±0,09	0,208±0,02	24,53±8,81	1,039±0,9
Триплоиды	6,5±0,07	0,206±0,05	30,89±5,88	1,52±0,73

Начальные размеры полиплоидных и обычных устриц достоверно не отличались, однако по мере роста разница значений линейно-весовых показателей становится четко выраженной. Так, масса диплоидных моллюсков в течение первого месяца увеличилась в среднем в 2,8 – 3,8 раза, триплоидных – в 4,4 - 4,7 раза. Абсолютная скорость роста раковины диплоидов в летние месяцы достигала 0,39 мм/сутки, массы тела – до 17,3 мг/сутки, триплоидов – до 0,51 мм/сутки и 27,2 мг/сутки, соответственно.

Нами отмечена высокая вариабельность индивидуального роста, как у обычных особей, так и у полиплоидных форм. Самые крупные моллюски встречались с внешней стороны сетных рукавов, где был хороший доступ свежей морской воды и свободное пространство для роста. Вариабельность линейных размеров всех исследуемых устриц составляла 45%, а массы моллюсков достигала 85%. Наиболее широкий вариационный ряд был представлен у триплоидных устриц – от 8 до 40 мм по высоте и от 0,12 до 4,2 г по массе. Согласно нашим результатам, доля крупных моллюсков составляла от 10 до 30 % от общей численности. Уже через 2 мес. после высадки молоди были зафиксированы максимальные размеры полиплоидов в пределах 50 – 65 мм, через 4 мес. – 80 – 87 мм, а к апрелю 2008 г. у отдельных особей высота раковины составляла 110 – 115 мм.

При выращивании в устричных садках с плотностью посадки 350 – 450 экз/м<sup>2</sup> полиплоиды достигали товарных размеров уже через 16 – 18 мес. (рис.1, 2). Динамика и скорость линейного роста исследуемых нами устриц (района Голубого залива) хорошо согласуются с результатами, полученными для тихоокеанской устрицы, выращиваемой в районе мыса Большой Утриш и в озере Донузлав [3]. Так, высота триплоидных устриц (спат августа 2007 г.) составляла 90,05 ± 7,22 мм.

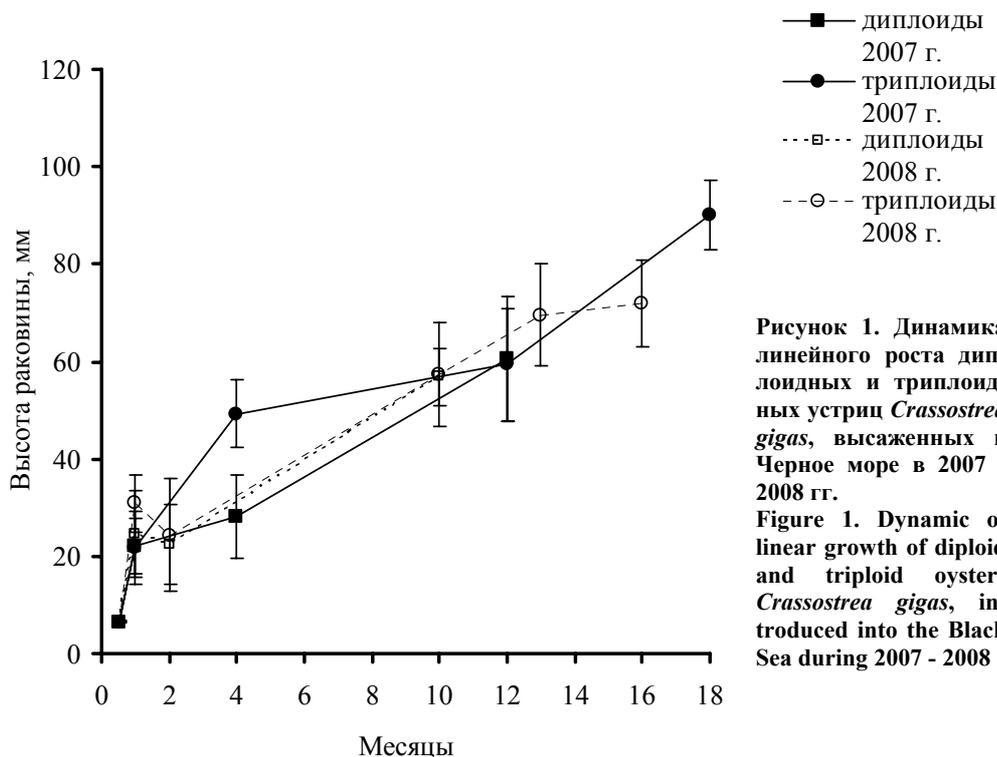


Рисунок 1. Динамика линейного роста диплоидных и триплоидных устриц *Crassostrea gigas*, высаженных в Черное море в 2007 - 2008 гг.

Figure 1. Dynamic of linear growth of diploid and triploid oysters *Crassostrea gigas*, introduced into the Black Sea during 2007 - 2008

Однако масса этих моллюсков была крайне низкой –  $39,24 \pm 7,25$  г (рис. 2). Следует отметить, что наиболее популярным европейским стандартом *C. gigas* являются моллюски с массой от 60 до 100 г, классифицируемый №3. В торговой сети можно встретить и более мелких устриц с номерами 4 и 5.

Согласно нашим данным, в течение первых лет жизни рост моллюсков разной плоидности описывается линейными уравнениями (рис.1, 2). Мы понимаем, что отсутствие ежемесячных измерений «сглаживает» существующие среднемесячные различия в темпах роста, установленные другими авторами [2, 3]. Однако целью данной работы было исследовать и сравнить темпы роста диплоидных и триплоидных устриц при выращивании в подвесной культуре в Черном море, оценить перспективность использования полиплоидных форм.

Изучение соотношения высоты (H) и массы (W) моллюсков с раковиной проводили на сеголетках и годовиках *C. gigas* (рис. 3). Полученные взаимосвязи были представлены следующими аллометрическими уравнениями:

$$W = 8 \cdot 10^{-4} \cdot H^{2,389} \text{ (при } r^2 = 0,94) \text{ – для диплоидов} \quad (1)$$

$$W = 9 \cdot 10^{-4} \cdot H^{2,180} \text{ (при } r^2 = 0,95) \text{ – для триплоидов} \quad (2)$$

В уравнениях такого рода наибольший интерес представляет величина степенного коэффициента. А.П. Золотницким с соавторами приводятся следующие аллометрические уравнения соотношения высоты раковины и общей сырой массы диплоидных *C. gigas*, выращиваемой у мыса Большой Утриш:  $W = 1,07 \cdot 10^{-3} \cdot H^{2,427 \pm 0,067}$  (при  $r^2 = 0,89$ ) и в озере Донузлав:  $W = 7,3 \cdot 10^{-4} \cdot H^{2,52}$  (при  $r^2 = 0,86$ ) [3, 4]. Очевидно, что для данного вида характерны высокие коэффициенты регрессии, по сравнению с другими двустворчатыми моллюсками Черного моря [1]. Это означает, что рост раковины в высоту значительно опережает рост массы моллюска. В то же время доля самой раковины в общей сырой массе постепенно возрастает, что связано с возрастным утолщением раковины [2, 3].

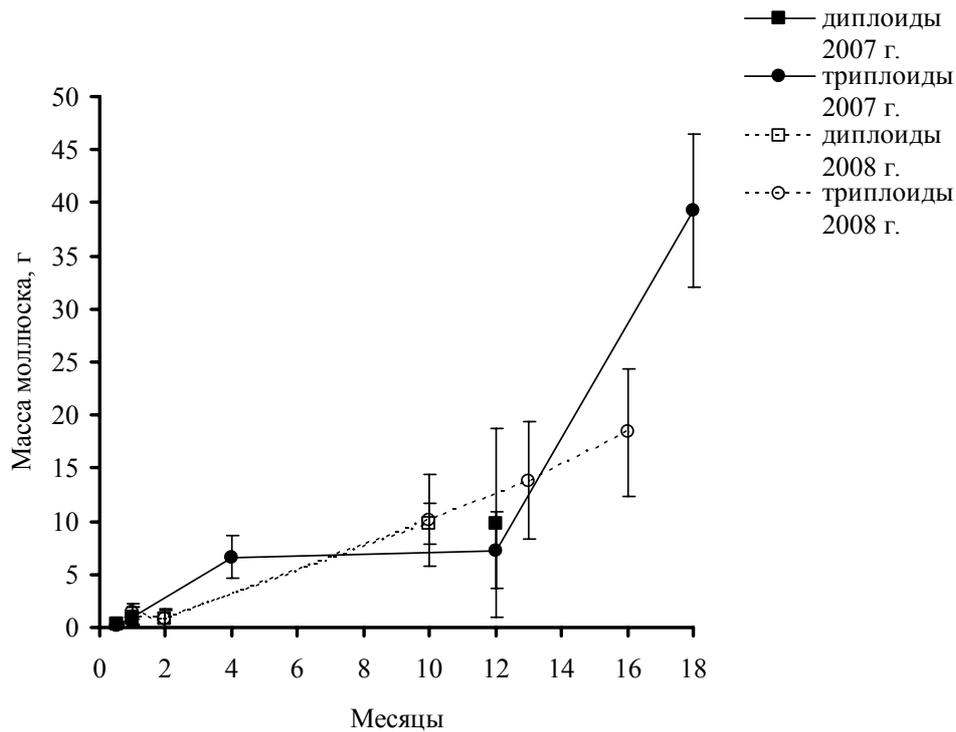


Рисунок 2. Динамика весового роста диплоидных и триплоидных устриц *C.gigas*, высаженных в Черное море в 2007 - 2008 гг.  
 Figure 2. Dynamic of weight growth of diploid and triploid oysters *C.gigas*, introduced into the Black Sea during 2007 - 2008

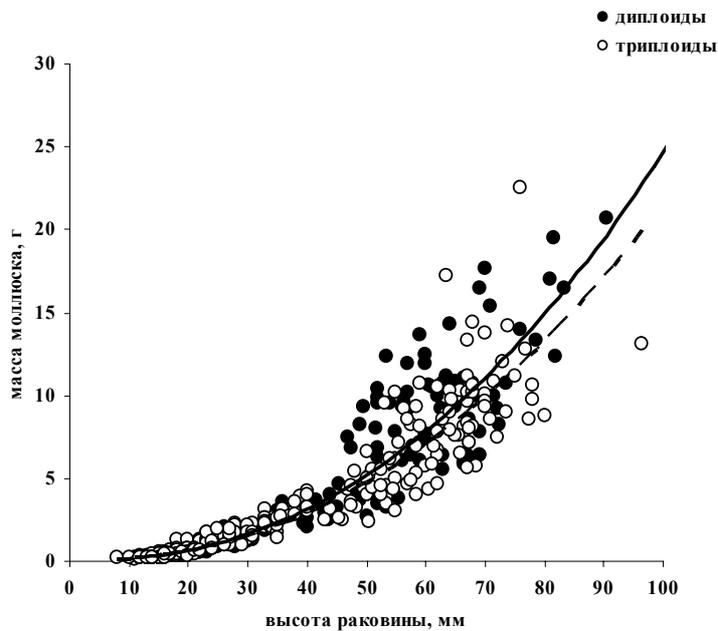


Рисунок 3. Соотношение высоты раковины и массы у диплоидных и триплоидных устриц *C.gigas*  
 Figure 3. Relationship between shell height and weight of diploid and triploid oysters *C.gigas*

Сравнительный анализ уравнения (1) и литературных данных показал, что для диплоидных устриц характерна четко выраженная положительная аллометрия и значения ее показателя варьируют в пределах 2,389 – 2,52. Коэффициент регрессии триплоидных *C. gigas* заметно ниже - 2,180 (уравнение 2).

Таким образом, интенсивность ростовых процессов диплоидных и триплоидных устриц *C. gigas* практически совпала. Однако диплоидные моллюски одной и той же размерной группы обладали меньшей массой по сравнению с триплоидами.

**Обсуждение.** Изучение ростовых процессов *Crassostrea gigas* в Черном море проводились, начиная с 1980 – 1990-х гг., в районе мыса Большой Утриш, Керченского пролива, Карадагского природного заповедника и озера Донузлав [2, 3, 5 – 8]. Было выяснено, что главным лимитирующим фактором для успешной выживаемости и интенсивного роста данного вида в Черном море является соленость. Значения ниже 17 ‰ оказывают негативное влияние на жизнедеятельность и скорость роста устриц [3].

Анализ собственных и литературных данных показал, что максимальные значения скоростей роста наблюдается у сеголетков моллюсков, с возрастом величина прироста снижается [2]. Известно, что в условиях Черного моря гигантская устрица интенсивно растет на протяжении первых двух лет, а затем ее рост приостанавливается [6]. Вместе с тем, нами показано, что различия в скоростях роста у моллюсков разной плоидности четко выражены лишь в первые месяцы жизни, затем они практически нивелируются.

Район расположения морской фермы отличается ускоренным ходом гидрологических процессов с интенсивным перемешиванием вод. По данным Севастопольской Гидрометеорологической Обсерватории, среднегодовая температура в данной акватории равняется 15,25°C, а летняя среднемесячная – 21,9°C, с максимумом в 27,5°C. С весны по осень отмечаются периодические понижения и повышения температуры, связанные с апвеллингами и сгонно-нагонными явлениями. Максимальные скорости роста тихоокеанской устрицы отмечены при температуре около 24°C. Температура, близкая к 10°C, является критической для данного вида, в таких условиях происходит остановка ростовых процессов [3, 8]. В лабораторных условиях *C. gigas* может продолжать рост и в более низком температурном диапазоне [18]. Верхний температурный максимум, при котором угнетаются ростовые процессы, равен 29 – 30°C [9, 18]. Таким образом, рост *C. gigas* в прибрежной зоне южного берега Крыма в целом может происходить на протяжении всего года.

Известно, что полиплоидные формы моллюсков обладают большей скоростью линейного роста и накопления биомассы [9, 14]. Ростовые преимущества триплоидности могут составлять до 81 %. Однако это наблюдается в районах теплых низких широт (31 – 34° с. ш.) [16]. Сравнительные исследования полиплоидных и обычных устриц из районов более высоких широт (42 – 43° ю. ш.) показали, что отличия в темпах роста составляют не более 7 %. Морская ферма, выбранная в качестве полигона наших исследований, располагается в прибрежной зоне Южного берега Крыма, что соответствует 44° с. ш. По нашему мнению, основными причинами снижения темпов роста триплоидных моллюсков в данных широтах являются климатические и гидрологические особенности акваторий. В условиях четко выраженной сезонной динамики гидрологических и гидрохимических характеристик, а также содержания кормового фитопланктона потенциальные ростовые возможности полиплоидных моллюсков не проявляются в полной мере, достоверных различий в темпах роста триплоидных и диплоидных *C. gigas* нами не установлено. В таких условиях триплоиды обладают рядом других преимуществ: отсутствие или ограничение гаметогенеза и других процессов, связанных с размножением, устойчивость к различного рода заболеваниям и негативным внешним факторам.

Таким образом, рассмотренные нами особенности ростовых процессов у разных форм тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* свидетельствуют о том, что в условиях

Черного моря моллюски достаточно быстро достигают товарных размеров и являются перспективными для выращивания в данном регионе. Очевидно, что для успешного функционирования морской фермы важен каждый этап выращивания. Различия скоростей роста между моллюсками разной плоидности становятся более четкими лишь в условиях достаточной обеспеченности пищей и низкой плотности посадки.

**Выводы.** 1. Триплоидные и диплоидные особи тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* достигают товарных размеров в условиях Черного моря за 16 – 18 мес. и являются перспективными для выращивания в данном регионе. 2. Абсолютная скорость роста раковины у спата диплоидов в летние месяцы достигала 0,39 мм/сутки, массы тела – до 17,3 мг/сутки, триплоидов – до 0,51 мм/сутки и 27,2 мг/сутки, соответственно. 3. Различия в скоростях роста у моллюсков разной плоидности четко выражены лишь в первые месяцы жизни, затем они практически нивелируются. 4. Соотношение высоты раковины и сырой массы моллюска описывается аллометрическим уравнением. Коэффициент регрессии у триплоидных *C. gigas* заметно ниже (2,180), по сравнению с диплоидами (2,389 – 2,520).

1. Заика В.Е. Аллометрия раковины двустворчатых моллюсков // Морск.экол.журн – 2004. – 3, № 1. – С. 47 - 50.
2. 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 - 79.
3. Золотницкий А.П., Орленко А.Н. Экологические закономерности роста тихоокеанской устрицы в различных районах Черного моря // Рыбное хоз-во Украины. - 1999. - 2. – С. 37 - 39.
4. Золотницкий А.П., Орленко А.Н., Жаворонкова А.М. Особенности аллометрического роста тихоокеанской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg), интродуцированной в Черное море // Рыбное хоз-во Украины. – 2009. – 6. – С.43-46.
5. Орленко А.Н. Гигантская устрица *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiliformes, Crassostreidae) как объект акклиматизации и основные этапы ее трансплантации в Черное море // Зоол. журнал. – 1994. – 73, Вып. 1. – С.51 - 54.
6. Орленко А.Н. Значимість і місце гігантської устриці (*Crassostrea gigas*, Thunberg) в конхіокультурі Чорного моря / «Современное состояние рыбного хозяйства: проблемы и пути решения». Матер. междунар. науч.-пед. конф., Херсон, 2008. – С.98 - 100.
7. Силкин Ю.А., Силкина Е.Н., Давидович Н.А. Интродукция устрицы *Crassostrea gigas* в районе Карадага / Сб.науч.трудов, посвященный 85-летию Карадагской науч.станции. - Симферополь, 2001. - С.273-280.
8. Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Выращивание мидий и устриц в Черном море /Под ред. В.Н.Еремеева; НАН Украины, ИнБЮМ. – Севастополь, 2010. – 425 с.
9. Flores-Vergara C., Cordero-Esquivel B., Ceron-Ortiz A.N. Combined effects of temperature and diet on growth and biochemical composition of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) spat // Aquaculture Research. – 2004. – 35. – P. 1131 - 1140.
10. Garnaire B., Soletchnik P., Madec P. Diploid and triploid oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg), reared at two heights above sediment in Marennes-Oleron, France: difference in mortality, sexual maturation and hemocyte parameters // Aquaculture. – 2006. – 254, No. 1 - 4. – P. 606 - 616.
11. Gerard A., Naciri Y., Peignon J.-M., Ledu C. Image analysis: a new method for estimating triploidy in commercial bivalves // Aquacult. Fish. Management. – 1994. – 25. – P. 697 - 708.
12. Guo X. Use and exchange of genetic resources in molluscan aquaculture // Aquaculture. – 2009. - 1. – P. 251 – 259.
13. Liu W., Heasman M., Simpson R. Growth and feeding in juvenile triploid and diploid blacklip abalone, *Haliotis rubra* (Leach, 1814), at two temperatures // Aquaculture Nutrition. – 2006. – 12, 6. – P. 410 - 417.
14. Mallia J.V., Muthiah P., Thomas P.C. Growth of triploid oyster, *Crassostrea madrasensis* (Preston) // Aquaculture Res. - 2006. – 37. – P. 718 - 724.
15. Mathlessen G.C., Davis J.P. Observation on growth rate and resistance to MSX (*Haplosporidium nelsoni*) among diploids and triploid eastern oysters (*Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791)) // J.Shell.Res. – 1992. – 11. – P. 449 - 454.
16. Nell J.A. Farming triploid oysters // Aquaculture. – 2002. – 210. – P. 69 - 88.

17. Nell J.A., Cox E., Smith I.R., Maguire G.B. Studies on triploid oysters in Australia. I. The farming potential of triploid Sydney rock oysters *Saccostrea commercialis* (Iredale and Roughley) // Aquaculture. – 1994. – **126**. – P. 243 - 255.
18. Shpigel M., Barber B.J., Mann R. Effects of elevated temperature on growth, gametogenesis, physiology, and biochemical composition in diploid and triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* Thunberg // J.Exp.Mar.Biol.Ecol. – 1992. – **161**. – P. 15 - 25.
19. Tabarini C.L. Induced triploidy in the bay scallop, *Argopecten irradians*, and its effects on growth and gametogenesis // Aquaculture. – 1984. – **42**, No. 2. – P. 151 - 160.

Институт биологии южных морей НАН Украины,  
г. Севастополь

Получено 12.12.2009

О. Ю. В Я Л О В А

**ПЕРШІ РЕЗУЛЬТАТИ ВИРОЩУВАННЯ ТРИПЛОЇДНОЇ ТИХООКЕАНСЬКОЇ УСТРИЦІ  
*CRASSOSTREA GIGAS* В ЧОРНОМУ МОРІ (ПІВДЕННИЙ БЕРЕГ КРИМУ)**

**Резюме**

Розглянуті ростові процеси у диплоїдних та триплоїдних особин тихоокеанської устриці *Crassostrea gigas*, що вирощуються в Чорному морі. Абсолютна швидкість росту раковини молоді диплоїдов в літні місяці досягала 0,39 мм/дів, маси тіла – до 17,3 мг/дів, триплоїдов – до 0,51 мм/дів і 27,2 мг/дів, відповідно. Існуючі відмінності в швидкостях росту у молюсків різної плоїдності чітко виражені лише в перші місяці життя, потім вони практично нівелюються. Співвідношення висоти раковини і сирової маси *C.gigas* описується аллометричним рівнянням з коефіцієнт регресії 2,180 у триплоїдних та 2,389 – у диплоїдних устриць -.

**Ключові слова:** тихоокеанська устриця, *Crassostrea gigas*, триплоїди, марікультура, зростання, Чорне море

О. Ю. В Я Л О В А

**THE FIRST RESULTS OF CULTIVATION OF TRIPLOID PACIFIC OYSTERS  
*CRASSOSTREA GIGAS* IN THE BLACK SEA (SOUTHERN COAST OF CRIMEA)**

**Summary**

Growth processes of diploids and triploids of Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, cultivated in the Black Sea, are examined. Absolute growth rates of shell of young diploids were 0,39 mm/days, weights of molluscs - to 17,3 mg/days, triploids – to 0,51 mm/days and 27,2 mg/days, accordingly, in summer months. Present differences in growth rates of molluscs with different ploidy are clearly defined during the first life months only, and then they are practically levelled. Relationship between height of shell and weight of molluscs is described by an allometric equation, regressive coefficients of triploids *C.gigas* are 2,180, diploid oysters - 2,389.

**Key words:** Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, triploidy, mariculture, growth, Black Sea