

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
“АЗОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА”
(ФГБНУ «АЗНИИРХ»)**



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АКВАКУЛЬТУРЫ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ

28.09–02.10.2015 Г.

**Ростов-на-Дону
2015**

Problems of farmed fish stocking and water area habitat outfitting for pasturable fish aquaculture goals are considered. Necessity of adaptation measures for released hatchery reared fish is shown. Advanced experience of controlled feeding migration over the monitored water areas is described.

УДК 639.41:594-112.13(262.5)

ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА ДИПЛОИДНЫХ И ТРИПЛОИДНЫХ УСТРИЦ *CRASSOSTREA GIGAS*, КАК ОБЪЕКТОВ МАРИКУЛЬТУРЫ

О.Ю. Вялова¹, А.Я. Столбов²

¹Институт морских биологических исследований РАН, г. Севастополь, Россия;

²Институт природно-технических систем РАН, г. Севастополь, Россия

Исследовали интенсивность дыхания диплоидных и триплоидных тихоокеанских устриц *Crassostrea gigas* в условиях нормы и дефицита кислорода в морской воде. Энергетический обмен у обычных устриц выше в 1,8 раза по сравнению с полиплоидными формами. Установлены критические уровни насыщения O₂ при максимальной летней температуре (24-26 °C), что составило 40-45 % насыщения для диплоидов и 55 % для триплоидов.

Тихоокеанские устрицы *Crassostrea gigas* являются самым популярным объектом культивирования среди моллюсков. Ежегодный растущий спрос на ценные морепродукты заставляет специалистов фундаментальной науки и прикладной марикультуры искать и внедрять новые технологии, новые объекты для культивирования. В 90-е годы появилась устрица *C. gigas* нового типа, называемая «триплоид». В период размножения гонады диплоидных (обычных) устриц становятся «текучими», что портит их вкус и снижает коммерческую ценность моллюсков. В то время как триплоиды не производят гамет (не размножаются), поэтому их можно потреблять в течение всего года. Новых устриц стали называть «устрицы четырех сезонов». Помимо своей стерильности триплоиды обладают еще рядом преимуществ – быстрый рост, устойчивость к заболеваниям, высокая степень выживаемости и хорошие вкусовые качества [11]. Эти моллюски не тратят энергию на процессы, связанные с развитием генеративных тканей, весь обмен направлен на интенсивный соматический рост. Для них свойственно накапливать дополнительные запасы гликогена, что заметно улучшает их пищевую ценность и вкусовые качества [9]. Выращивание триплоидных и диплоидных устриц *Crassostrea virginica* в Чесопикском заливе (the Chesapeake Bay) показало, что скорости роста и размеры триплоидов значительно выше обычных моллюсков, а смертность на 34% ниже [7]. Все это делает полиплоидные организмы привлекательными в качестве объектов конхиокультуры. В настоящее время триплоиды составляют 30% от всех устриц, продаваемых во Франции и других странах ЕС. Среди двустворчатых моллюсков в промышленных масштабах выращивают также триплоидов таких устриц, как сиднейская скальная *Saccostrea glomerata* (или *S. commercialis*), европейская плоская *Ostrea edulis*, и других моллюсков - морское ушко *Haliotis laevis* и *H. rubra*, кламсы *Tapes dorsatus*, гребешок *Argopecten irradians*.

В Черное море тихоокеанская (японская) устрица *C. gigas* была впервые интродуцирована в конце XX века. Последующие исследования показали перспективность данного вида устрицы в качестве объекта черноморской марикультуры [1, 2, 4].

Шельфовые зоны Черного моря характеризуются резкими сезонными сменами температурного и газового режимов. Высокие летние температуры и недостаток кислорода могут оказывать негативное влияние на интенсивность ростовых и физиологических процессов устриц, выращиваемых на прибрежных морских фермах. Известно, что при гипоксии у моллюсков наблюдается снижение интенсивности обменных процессов, что позволяет им выжить в неблагоприятных условиях [6].

В ходе нашего исследования были поставлены следующие задачи: сравнить уровни энергетического обмена диплоидных и триплоидных устриц *C. gigas*, определить критические уровни насыщения кислорода для двух типов моллюсков. Экспериментальные работы проводили в лабораториях ИМБИ РАН (прежде ИнБЮМ НАНУ) в летний сезон при температуре 24-26 °C. Объектом служили сеголетки устрицы (с массой 4,2-8,10 г) разной плоидности, полученные в питомнике France Turbot (Франция).

Содержание кислорода в эксперименте снижалось аутогенно, постепенно создавая его дефицит, при этом достигалось минимальное насыщение кислорода равное 25%. Критический уровень O₂ фиксировался при стабилизации дыхательного метаболизма организма на минимальном уровне [6]. В этот

момент двустворчатые моллюски плотно закрывают створки и переходят на анаэробное дыхание.

Морские моллюски могут периодически испытывать недостаток кислорода в приливно-отливной зоне, во время гипоксических «заморных» явлений, повышенной взмученности морской воды, иногда из-за обильного цветения водорослей. Тем не менее, большинство морских моллюсков обладают толерантностью к таким негативным явлениям, основанной на механизме прокачки воды/вентиляции через жабры, при этом кислородная емкость жабр увеличивается и улучшается распределение кислорода по тканям, помогая поддерживать скорость потребления кислорода [12]. Этот механизм функционирует до пороговых концентраций O_2 в воде, ниже которых моллюски уже не могут поддерживать аэробный обмен и переходят на анаэробный.

Полученные результаты показали, что в норме скорость потребления кислорода диплоидами устриц была в 1,8 раза выше, чем у триплоидов (рис. 1). Интенсивность дыхания моллюсков зависит от их физиологического состояния и абиотических факторов внешней среды. Результатами работ, проведенных на полиплоидах сиднейской скаловой устрице *Saccostrea commercialis*, также было установлено, что энергетические траты на дыхание, питание и экскрецию были значительно выше у диплоидных моллюсков, по сравнению с триплоидными [8]. Эти различия в расходах энергии являются одним из ключевых факторов ростовых преимуществ полиплоидных организмов.

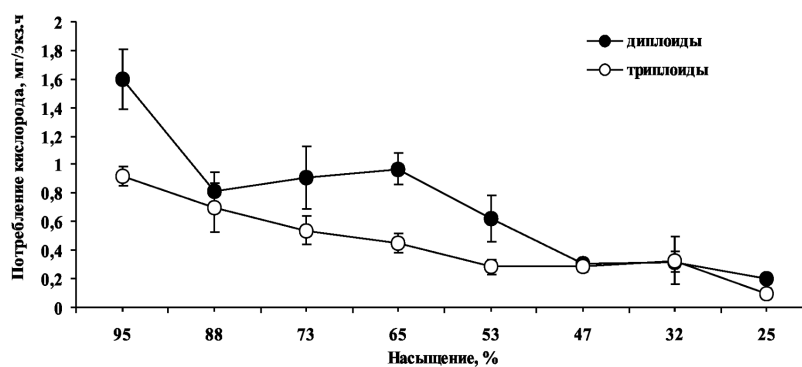


Рисунок 1. Потребление кислорода диплоидными и триплоидными устрицами *Crassostrea gigas* при различном насыщении кислородом морской воды

Эксперименты с разновозрастными и разноразмерными особями *C.gigas* в Черном море показали, что максимальная интенсивность дыхания моллюсков отмечалась весной (в преднерестовый период) при температуре 18,5-20 °С. Значения потребления кислорода в течение года варьировали в пределах 0,03-1,247 мл O_2 ·экз⁻¹·час⁻¹ для особей с раковиной 38-160 мм и массой 9,6-294,5 г [3]. Другие авторы указывают диапазон значений интенсивности потребления O_2 для устриц с высотой раковины $120,4 \pm 12,6$ мм при 24 °С в пределах 0,164 – 0,354 мг $O_2 \cdot г^{-1} \cdot ч^{-1}$ [5].

В условиях аутогенного снижения O_2 в воде интенсивность дыхания диплоидов *C.gigas* оставалось на оптимальном уровне вплоть до 40-45% насыщения кислорода (рис.1). Полиплоидные моллюски оказались более чувствительными к низкому содержанию кислорода и при уровне насыщения в 55% переходили в стадию анаэробноза. В работах других авторов для более крупных экземпляров устрицы данного вида (возрастом 4-5 лет, с высотой раковины $120,4 \pm 12,6$ и длиной $67,8 \pm 7,1$ мм) был установлен критический уровень кислорода, при котором наблюдается резкое сокращение интенсивности дыхания, равный 58% насыщения O_2 в морской воде [5]. Различные негативные факторы могут изменять реакцию организма на лимитирование по кислороду. Так, наличие раковинного поражения губки *Pionea vastifica* резко снижало устойчивость моллюска-хозяина к дефициту кислорода, критический уровень начинался уже при 72% насыщения кислорода [5].

Наши данные подтверждаются другими авторами [10]. Критические уровни растворенного в воде O_2 для *C.gigas*, полученные в опытах при температуре 15°С, 20°С и 25°С, составили $3,02 \pm 0,15$ (36,2% насыщения), $3,43 \pm 0,20$ (42,9% насыщения) и $3,28 \pm 0,24$ мг $O_2 \cdot л^{-1}$ (48,2% насыщения), соответственно. Причем при 20°С критический уровень был выше, чем при 15°С.

Дальнейшее изучение энергетического метаболизма диплоидных и триплоидных особей двустворчатого моллюска *Mercenaria mercenaria* выявило, что пloidность не оказывала существенного влияния на скорость потребления кислорода в условиях оптимальной температуры и солености для данного вида [13]. Однако при ухудшении условий существования триплоиды замедляли скорость обменных процессов.

Наши и литературные данные позволяют нам сделать вывод, что особенности энергетического метаболизма триплоидных организмов дают им ряд физиолого-биохимических преимуществ перед диплоидами, позволяют быть более чувствительными к меняющимся условиям среды и, в результате, успешно выживать в неблагоприятных условиях.

Список литературы

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.
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. Интенсивность дыхания и фильтрации японской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg), акклиматизируемой в Черном море // Труды южного науч.-исслед.инст-та мор.рыб.хоз-ва и океанографии. – 1998. - Т. 44.
4. 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.
5. Лебедевская М. В., Столбов А.Я. Интенсивность потребления кислорода гигантской устрицей (*Crassostrea gigas*) при поражении сверлящей губкой *Pionea vastifica* // Морський екологічний журнал. - 2013. - № 3, Т. XII. - С.49-51.
6. Столбов А.Я., Вялова О.Ю. Респираторный метаболизм черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis* в условиях дефицита кислорода (экспериментальные исследования) // Экология моря.- 2001.- Вып.56.- С.59-62.
7. D'Ygrement L., <http://www.bioone.org/doi/abs/10.2983/035.031.0103> - aff1 Garcia C., <http://www.bioone.org/doi/abs/10.2983/035.031.0103> - aff1 Frank-Lawale <http://www.bioone.org/doi/abs/10.2983/035.031.0103> - aff1 A., Standish K., Allen Jr. Triploid oysters in the Chesapeake Bay: comparison of diploid and triploid *Crassostrea virginica* // <http://www.bioone.org/doi/abs/10.2983/035.031.0103> - aff1 Journal of Shellfish Research. - 2012. - 31(1). – P. 21-31.
8. Kesarcodi-Watson, A., Lucas, J.S., and Klumpp, D. Comparative feeding and physiological energetics of diploid and triploid Sydney rock oysters, *Saccostrea commercialis*. II. Influences of food concentration and tissue energy distribution // Aquaculture. – 2001. – 203 (1-2). - P. 195-216.
9. Mallia J.V., Muthiah P., Thomas P.C. Growth of triploid oyster, *Crassostrea madrasensis* (Preston) // Aquaculture Res. - 2006. – 37. – P. 718 - 724.
10. Moullac G., Quidaut I., Souhail P., Pouvreaul S., Moal J., Le Coz J.R., Samain J.F. Metabolic adjustments in the oyster *Crassostrea gigas* according to oxygen level and temperature // Marine Biology Research.- 2007. - Volume 3, Issue 5.- P. 357 – 366.
11. Nell J.A. Farming triploid oysters // Aquaculture. – 2002. – 210. – P. 69 - 88.
12. Tran D, Boudou A, Massabuau JC. Mechanism for maintaining OC under varying oxygenation levels in the freshwater clam *Corbicula fluminea* // Can J Zool. - 2000. – 78. – P. 2027-2203.
13. Weber K. L. Effect of temperature on the metabolic rate of diploid and triploid *Mercenaria mercenaria* / A thesis for the degree of master of science, University of Florida, 2008, 83 p.

FEATURES OF THE ENERGY METABOLISM OF DIPLOID AND TRIPLOID OYSTERS *CRASSOSTREA GIGAS*, AS OBJECTS OF MARICULTURE

Vyalova O.Yu.¹, Stolbov A.Y.²

¹*Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol, Russia;*

²*Institute of Natural and Technical Systems of RAS, Sevastopol, Russia*

The respiration of the diploid and triploid Pacific oysters *Crassostrea gigas* in normal conditions and low oxygen contents in the seawater were studied. Energy metabolism of natural oysters was in 1,8 times higher in comparison with polyploid forms. The critical levels of O₂ saturation were noted on 40-45% of saturation for diploids and 55% for triploids at the maximum summer temperature (24-26 °C).

УДК 639.41(262.5)

ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РОСТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ УСТРИЦ (*CRASSOSTREA GIGAS*) (КАЦИВЕЛИ, КРЫМ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)

О.Ю. Вялова, А.А. Субботин, О.А. Трощенко

*Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского, г. Севастополь,
vyalova07@gmail.com*

В работе представлены экологические факторы, определяющие рост двустворчатых моллюсков в условиях марикультуры. Отмечена важная роль технологических факторов в скорости роста и наборе массы мидий и устриц. Отмечена слабая связь ростовых показателей устриц с биомассой основных групп микроводорослей и общей биомассой фитопланктона.