

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО
РЫБОЛОВСТВУ**



**Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КЕРЧЕНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**



Морские технологии: проблемы и решения – 2022



© ФГБОУ ВО «Керченский государственный
морской технологический университет», 2022

ISBN 978-5-6048080-3-0

Керчь, 2022

УДК [001:378](063)

ББК 72+74.58

М 80

В сборник включены избранные статьи участников научно-практической конференции преподавателей, аспирантов и сотрудников ФГБОУ ВО «КГМТУ» в период с 25 - 29 апреля 2022г.

Рассматриваются вопросы практической подготовки обучающихся с акцентированием внимания на развитие рыбохозяйственного комплекса в региональном аспекте, эффективности эксплуатации морского транспорта, техники и технологии пищевой промышленности; исследований в области экологии и охраны окружающей среды, энергетики и социологии.

Материал предназначен для студентов, аспирантов и ученых в области технических, естественных, гуманитарно-экономических наук; педагогов среднего и высшего профессионального образования.

Тексты статей представлены в авторской редакции.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Масюткин Е. П., председатель редакционной коллегии, профессор, ректор ФГБОУ ВО «КГМТУ».

Губанов Е.П., д-р биол. наук, профессор, Доровской В.А., д-р техн. наук, профессор, Попова Т.Н., д-р пед. наук, профессор, Логунова Н.А., доктор экон. наук, доцент, Фалько А.Л., д-р техн. наук, доцент, Гадеев А.В., д-р филос. наук, доцент, Демчук О.В., д-р экон. наук, доцент, Ивановский Н. В., канд. техн. наук, доцент, Клименко Н.П., канд.техн.наук, доцент, Горбенко А.Н., канд.техн.наук, доцент, Битютская О. Е., канд. техн. наук, доцент, Кулиш А. В., канд. биол. наук, Серёгин С. С., канд. экон. наук, доцент, Скоробогатова В. В., канд. экон. наук, доцент, Черный С. Г., канд. техн. наук, доцент, Сметанина О. Н., канд. пед. наук, доцент, Яшонков А.А., канд. техн. наук, доцент, Сытник Н.А. канд. биол. наук, доцент

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Масюткин Е. П., председатель организационного комитета, профессор, ректор, Логунова Н. А., зам. председателя, д-р экон. наук, доцент, проректор по научной работе, Степанов Д. В. канд. техн. наук, доцент, проректор по организационно-воспитательной работе и молодежной политике, Ивановский Н. В., канд. техн. наук, доцент, декан морского факультета, зав. кафедрой судовождения и промыслового рыболовства, Яковлев О. В., канд. техн. наук, доцент, декан технологического факультета, Серёгин С. С., канд. экон. наук, доцент, начальник отдела обеспечения научно - исследовательской деятельности, Ениватов В.В., канд. техн. наук, доцент кафедры судовых энергетических установок, Черный С. Г., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой электрооборудования судов и автоматизации производства, Попова Т. Н., д-р пед. наук, профессор, зав. кафедрой математики, физики и информатики, Гадеев А. В., д-р филос. наук, доцент, профессор кафедры экономики и гуманитарных дисциплин, Сметанина О. Н., канд. пед. наук, доцент, зав. кафедрой иностранных языков, Битютская О. Е., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой технологии продуктов питания, Букша С.Б., канд. пед. наук, доцент, зав. Кафедрой физического воспитания и спорта, Скоробогатова В. В., канд. экон. наук, доцент, зав. кафедрой экономики и гуманитарных дисциплин, Сытник Н.А., канд. биол. наук, доцент, зав. кафедрой экологии моря, Кулиш А. В., канд. биол. наук, зав. кафедрой водных биоресурсов и марикультуры, Калмыкова Г.И., директор Судомеханического техникума, Корнеева Е.В., канд. ист. наук, доцент, зав. кафедрой гуманитарных и социально-экономических наук филиала ФГБОУ ВО «КГМТУ» в г. Феодосия, Зинабадинова С. С., председатель Совета молодых ученых, канд. биол. наук, доцент., Безсолецина Н.Е., делопроизводитель отдела обеспечения научно-исследовательской деятельности.

Редакция текста на английском языке выполнена преподавателями кафедры иностранных языков ФГБОУ ВО «КГМТУ».

Рекомендовано к публикации научно-техническим советом ФГБОУ ВО «КГМТУ»

(протокол № 4 от 17.05.2022 г.)

Морские технологии: проблемы и решения – 2022 : сборник статей участников научно-практической конференции (г. Керчь, 25-29 апреля 2022 г.) / редакционная коллегия: Е. П. Масюткин [и др.]. – Керчь : КГМТУ, 2022. – 506 с. – ISBN 978-5-6048080-3-0. – URL: http://www.kgmtu.ru/documents/nauka/sbornikmorskie_tekhnologii_2022.pdf. – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования:

Требования к программному обеспечению:

Linux, OpenOffice.org Writer.

Минимальные требования к аппаратному обеспечению:

Центральный процессор: любой Intel или AMD,

1 ГГц;

Оперативная память: 512 Мб;

Видеокарта: NVIDIA, ATI, Intel© i8xx и i9xx, SIS,

Matrox, VIA

© ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2022

©Коллектив авторов, 2022

Дата размещения на сайте 17.05.2022 г.

Объем издания 14,9 МБ

**Козлова Г.В., старший преподаватель кафедры водных биоресурсов и
марикультуры**

**ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический
университет»**

Ленькова Д.Н.

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЛИНЕЙНОГО И ВЕСОВОГО РОСТА В ПЕРИОД
ЛИЧИНОЧНОГО РАЗВИТИЯ ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ
(*CRASSOSTREA GIGAS*, THUNBERG) В ЧЁРНОМ МОРЕ**

Аннотация. Исследованы закономерности линейного и весового роста в период личиночного развития. Показано, что в это время рост осуществляется с постоянной скоростью и описывается экспоненциальной функцией. Изучено оседания личинок и сбор спата на коллекторы. Показано, что в это время происходит изменение скорости роста, и он описывается сначала уравнением параболы, а затем сигмоидальной кривой. Показано, что в зависимости от экологических условий рост в высоту происходит с разной скоростью роста. Наиболее она высока в озере Донузлав, наиболее низкий темп роста в Керченском проливе.

Ключевые слова: тихоокеанская устрица, биология, температурная индукция нереста, получение спата, выращивание молоди.

Введение. В последнее десятилетие рост мирового вылова гидробионтов практически прекратился и стабилизировался на уровне 90-95 млн тонн [1].

Брюхоногие и двустворчатые моллюски обладают преимуществами при искусственном воспроизводстве. К их преимуществам, как объектов конхиокультуры, относятся: устойчивость к паразитарной инфекции, высокая экологическая пластичность, устойчивость к плотности посадки при выращивании, а также достаточно быстрые темпы набора биомассы [3].

Цель исследования – на основе литературных данных провести анализ биотехнологии культивирования тихоокеанской (японской или гигантской) устрицы (*Crassostrea gigas*, Thunberg) в Чёрном море, охарактеризовать линейный и весовой рост тихоокеанской устрицы до достижения промыслового размера в различных районах Чёрного моря.

Материалы и методы исследований

После того, как производителей черноморских устриц стимулировали, у них определяли такой показатель, как плодовитость. Для определения плодовитости использовали две общепринятые методики. Первый метод – это метод температурной стимуляции нереста устриц, второй метод – использование гормональных воздействий.

Водные биоресурсы и аквакультура

Метод гормональных воздействий впервые был применен для черноморской устрицы [5]. Особи изымались в возрасте до периода перехода к естественному нересту. Устриц размером 60-200 мм и массой 4,3-36,7 г (со створкой) подготавливали для нереста в термостатирующей установке при температуре 4 ± 1 °С. Подготовка шла в течение 5-30 суток. Ежедневно осуществляли питание одноклеточными водорослями: *Pavlova (Monochrysis) luthery*, *Isochrysis galbana*, *Phaedactylum tricornutum*.

Моллюсков после кормления размещали в аквариуме. Температура воды в аквариуме регулировалась. Вначале температуру повышали от 4 до 20-22 °С, а затем снижали до 16-18 °С. При таком методе температурной стимуляции, черноморская устрица начинает нерест через 30 мин.

Если проводить данную методику стимуляции, устрицы начинали вымет через 15-50 мин. При анализе плодовитости, выявлено, что через двадцать минут после проведения стимуляции примерно половина популяции устриц находится в нерестовом состоянии.

Использовали два варианта стимуляции нереста с помощью температуры: 1) плавное повышение температуры воды (0,5-1 °С в день) до 21 °С, а затем резкое, в течение 2-3 часов увеличение ее до 28 °С; 2) плавное повышение до 17-19 °С, а затем резкий скачок до 24 °С. Первыми нерестились самцы – спермация осуществлялась в течение 1,0-1,5 мин в виде своеобразного “облака”, у самок нерест происходил спустя 30 мин., яйца выводились в виде “струй” в течение 2-3 сек с частотой между овуляцией 0,5-3 мин [6].

Кроме температуры, индуцирования нереста устриц проводили с помощью добавления в воду суспензии семенников, а также инъекцией в мускул-замыкатель производителям нейротрансмиттера – серотонин-креатинсульфата и γ -аминомасляной кислоты (ГАМК).

Первыми, как правило, начинали нереститься, самцы, которые, выделяя половые продукты, стимулировали нерест у самок. При температуре выше 22 °С процессы нереста у устриц нарушались. При снижении температуры воды до 18-20 °С процесс нереста у особей обоих полов вновь нормализовался. После того, как самки начинали нереститься, их пересаживали в отдельный сосуд и выдерживали до полного окончания нереста.

Проводили оценку хода нереста устриц. С этой целью устриц вскрывали и проводили визуальный осмотр гонады под микроскопом. При проведении оценки проводили выбраковку особей, в гонадах которых наблюдались зрелые половые клетки. Зрелые яйца у отнерестившихся особей собирали на мембранные фильтры и определяли плодовитость [7].

Полностью, пробой яиц заполняли мерный цилиндр объемом 0,5 л. При помощи перфорированной пластины, свободно перемещаемой вверх и вниз, добивались равномерного распределения яйцеклеток по всему объему цилиндра. После этого отбирали пробу суспензии яиц с помощью пипетки. Объем пробы - 1 мл. Пробу яиц вносили в цилиндр такого же объема. Цилиндр заполняли чистой водой. Воду в цилиндре длительно перемешивали и отбирали десять проб объемом 1 мл каждая и подсчитывали в них количество яиц.

Водные биоресурсы и аквакультура

Суммарное для проб число яиц умножали на 25000. Остальные порции яиц взвешивали для определения средней массы одного яйца. Затем проводили морфометрический анализ: измеряли длину моллюска, определяли массу целого моллюска, массу створок, мягких тканей, гепатопанкреаса и остаточной гонады.

Статистическую обработку полевых и экспериментальных показателей проводили по общепринятым методам, изложенным в руководствах Г.Ф. Лакина. Для проведения сравнения полученных данных, определяли среднюю арифметическую ($\bar{X}$), дисперсию (σ^2), среднее квадратичное (стандартное) отклонение (σ) и ошибку средней (m). Достоверность различий между средними определяли с помощью критериев Стьюдента (t) при 5 % уровнях значимости ($P < 0,05$). Для аппроксимации связи между различными переменными использовали уравнения линейной регрессии ($y = a + b \cdot x$), степенной ($y = a \cdot x^b$), экспоненциальной ($y = a \cdot e^{b \cdot x}$) функциями. Математическая обработка полученных данных осуществлялась с помощью компьютерных статистических программ Microcal Origin 8.5 и электронных таблиц Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Основой для сравнения темпа роста тихоокеанской устрицы были данные, полученные в Керченском проливе. Но, поскольку в условиях значительно пониженной солености вод Керченского пролива (≈ 14 ‰), получаемые после стимуляции нереста яйца были меньшего размера и худшего качества, кондиционирование производителей и получение зрелых яиц проводили при солености 22-25 ‰.

Личинок и спат устриц, полученных в условиях экспериментальной базы ЮгНИРО, выращивали в течение 11 месяцев в Керченском проливе, после чего часть особей (300 экз.) была перевезена в озеро Донузлав. Рост устриц у побережья Северного Кавказа проводился на особях, полученных там же – на экспериментальной базе ВНИРО (мыс Б. Утриш). Анализ полевых данных показал, что характер роста тихоокеанской устрицы в исследуемых районах моря имел ряд общих черт, но в то же время и существенно различался.

Прежде чем перейти к анализу различий ростовых процессов в исследованных районах Черного моря, представляется целесообразным проанализировать общие закономерности линейного роста, характерные для этого вида независимо от местообитания. При описании кривых линейного роста использовали степенную функцию вида:

$$H_t = H_0 t^k, \quad (1)$$

где H_0 и H_t – высота устриц (мм), соответственно, в начальный период времени и за время t (месяц);

k – аллометрический показатель, характеризующий изменение угла наклона каждой кривой (тренд кривой).

Как видно на рисунке 1, во всех исследованных акваториях моря рост

Водные биоресурсы и аквакультура

тихоокеанской устрицы наиболее интенсивно протекает в весенне-летние (апрель-июнь) и летне-осенние (август-октябрь) месяцы. Замедление и полная остановка роста были характерны для поздней осени и зимы (ноябрь-февраль), а также ранней весны (март и часть апреля).

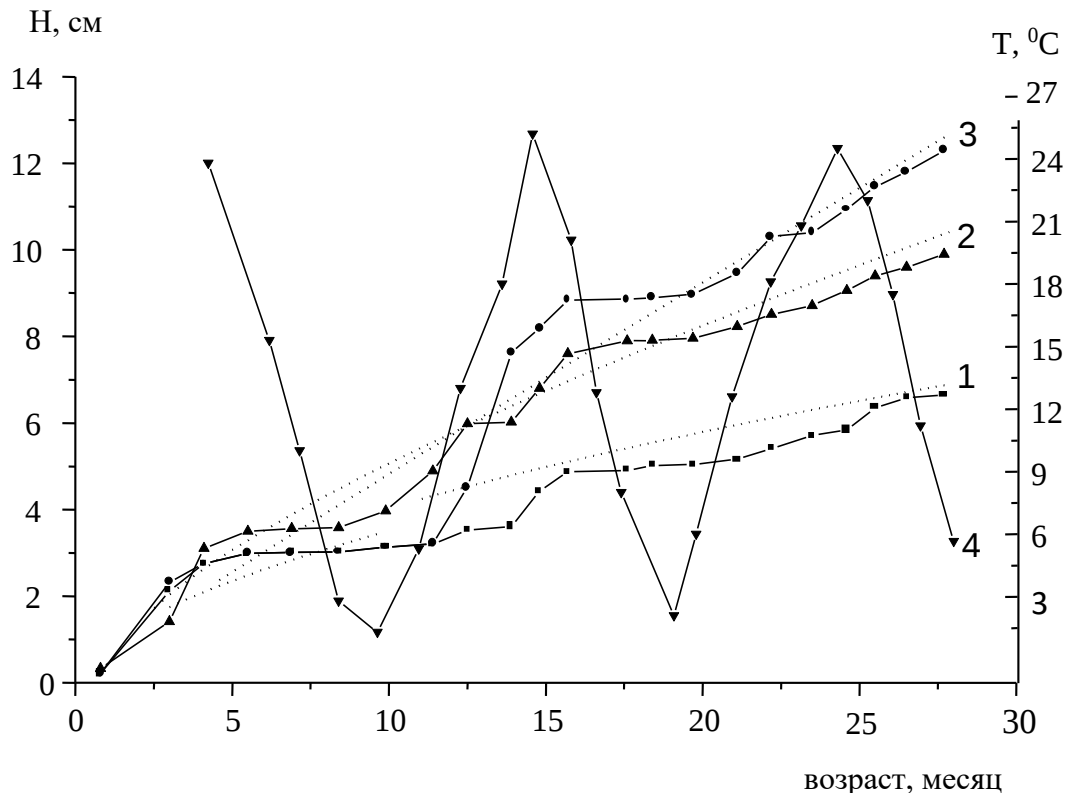


Рисунок 1 – Линейный рост тихоокеанской устрицы в различных районах Черного моря: 1 – Керченский пролив, 2 – м. Большой Утриш, 3 – оз. Донузлав, 4 – температура воды (штриховые линии – теоретические кривые)

Сопоставление сроков задержки и полного прекращения роста моллюсков с сезонными изменениями температуры воды свидетельствует о том, что критическая температура воды (биологический ноль), при которой происходит остановка ростовых процессов, близка к 9-11 °C, что подтверждает ранее полученные данные В.А. Ракова и Д.Б. Квейла.

Небольшая задержка линейного роста устриц летом (в июне-июле), по-видимому, обусловлена интенсификацией генеративных процессов, которые в это время происходят у моллюсков, что было ранее неоднократно отмечено в литературе [8]. Общей закономерностью являлось также и то, что максимальная величина удельной скорости роста (q_h) приходилась на ранние стадии онтогенеза и по мере роста она постепенно снижалась (таблица 1).

Водные биоресурсы и аквакультура

Таблица 1 – Параметры уравнений, связывающих высоту (H , мм) с возрастом (t , мес.) у тихоокеанской устрицы в различных районах Черного моря

Районы	Показатели				
	H_0	S_h	k	S_α	r
Керченский пролив	7,84	0,114	0,653	0,043	0.960
мыс Б. Утриш	9,36	0,149	0,724	0,057	0,942
озеро Донузлав	6,22	0,131	0,977	0,049	0,969

Наряду со сходными чертами в характере линейного роста устриц в разных биотопах наблюдались и существенные различия. Сравнение кривых роста, а также степенных коэффициентов уравнений связи высоты (H , мм) с возрастом (t , мес.) устриц Керченского пролива и побережья Северного Кавказа показало, что наиболее низкий темп роста имели особи Керченского пролива.

Сопоставление кривых роста показало, что уже в течение первых 2-х месяцев после оседания на субстрат скорость роста особей, выращиваемых у мыса Б. Утриш, была в 1,75 раза больше, чем в проливе. У взрослых особей в возрасте 2 года и у трехлеток средние значения высоты раковины у м. Б. Утриш также были примерно в 1,5 раза выше, чем в Керченском проливе. На это указывают заметно меньшие величины степенного коэффициента k в уравнении, связывающем высоту створки с временем выращивания.

Указанные районы заметно отличаются друг от друга рядом океанологических параметров – годовым ходом температуры воды, соленостью, трофическими условиями и др. Так, в Керченском проливе температура воды зимой может снижаться до 0-1,5 °С, тогда как у побережья Северного Кавказа она обычно не опускается ниже 6,5 °С. Однако, как видно на рисунке 1, нижняя граница температуры роста близка к 11°С, переход через которую осуществляется в близкие для обоих районов сроки, и поэтому она не может обуславливать столь значительные различия в скорости роста.

Как уже было отмечено выше, одним из факторов, влияющим на рост гидробионтов, является скорость водообмена, где проводится выращивание гидробионтов. В районах Керченского пролива и у побережья Северного Кавказа скорости течения сходны между собой и составляют в среднем 0,2-0,5 м/сек [9]. Водообмен также не может являться основанием для столь значительных различий в скорости роста.

Что касается кормовой базы устриц в данных акваториях, то по данным ЮгНИРО в проливе она в среднем заметно выше, чем у восточного побережья

Кавказа. К кормовой базе устриц относится фитопланктон. Из этого можно сделать вывод, что основным фактором, лимитирующим рост устриц в проливе, является пониженная соленость его вод, в среднем составляющая около 14 ‰. При северных ветрах вода, поступившая из Азовского моря, снижает соленость вод пролива до 12-13 ‰, что существенно ниже солености вод у мыса Б. Утриш и восточного побережья Кавказа.

Вероятно, соленость менее 17-18 ‰ выходит за пределы толерантности для этого вида устриц и оказывает негативное влияние на процессы жизнедеятельности (питание, фильтрацию), интегральным показателем которой и является скорость роста устриц. Существенным подтверждением данного предположения являются результаты выращивания устриц в оз. Донузлав.

Как было отмечено выше, партия моллюсков в количестве 300 экз. через 11 месяцев после выращивания в Керченском проливе (экспериментальная база ЮгНИРО в п. Заветное) была перевезена на оз. Донузлав. Затем проводили ее выращивание в этом районе в течение 1,5 лет, тогда как оставшиеся устрицы продолжали выращиваться в проливе. После трансплантации устриц в оз. Донузлав, абсолютная и удельная скорость роста моллюсков резко возросли, что, вероятно, было обусловлено снятием тормозящего рост влияния пониженной солености воды. По сути, здесь наблюдался типичный пример компенсационного роста, т.е. реализация потенциальных ростовых потенциалов вида, обусловленных генетической программой вида в более благоприятных условиях нового.

Об определяющем влиянии солености на рост устриц указывает также и то, что термический режим Керченского пролива и оз. Донузлав весьма сходны, а интенсивность водообмена в оз. Донузлав даже ниже, чем в проливе. В то же время соленость оз. Донузлав была близка к открытым побережьям Крыма и Кавказа – 17-18 ‰, тогда как скорость роста в последнем заметно выше, чем в проливе.

Анализ состояния кормовой базы моллюсков указанных районов показал, что биомасса фитопланктона и ВОВ оз. Донузлав, в среднем, составляет, соответственно, 1417 мг/м³ и 5,5 мг/л, что в 2 раза выше, чем у побережья Северного Кавказа [10]. Поэтому столь значительное увеличение линейных размеров (и массы) устриц в оз. Донузлав объясняется лучшими для устриц трофическими условиями этого региона, чем побережья мыса Б. Утриш, при достаточно близкой солёности воды.

Выводы. Таким образом, приведенные материалы свидетельствуют, что основными факторами, лимитирующими рост тихоокеанской устрицы, интродуцированной в Черное море, являются соленость воды и уровень развития кормовой базы. Эти показатели ограничивают районы культивирования, но в то же время позволяет более точно ориентироваться на имеющиеся в Черном море акватории и прогнозировать результаты работ по марикультуре этого вида.

Проведен анализ результатов культивирования тихоокеанской устрицы

(*Crassostrea gigas*, Thunberg) в Чёрном море. Анализируя проведенные данные, можно сделать следующие выводы.

Изучено оседание личинок на коллекторы происходит изменение скорости роста, и он описывается уравнением степенной функции, имеющий вид: $H_t = H_0 \cdot t^k$, где H_0 и H_t – соответственно, начальная и конечная высота устрицы (мм), k – аллометрический показатель, характеризующий изменение направление высоты моллюска в процессе роста.

Показано, что рост высоты устриц происходит с разной скоростью и зависит от экологических условий акваторий. Скорость роста наиболее высока в оз. Донузлав, где наблюдаются высокие трофические условия и благоприятный солёностный режим, тогда как наиболее низкий темп роста обнаружен в Керченском проливе.

Получение спата и выращивание тихоокеанской устрицы возможно в различных районах Чёрного моря, где солёность воды не ниже 17-18 ‰.

Список использованной литературы

1. Золотницкий А. П. О влиянии солености на интенсивность дыхания гигантской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg), интродуцированной в Черное море // Тез. докл. III съезда совет, океанологов. 1987. Ч. II. С. 23-30.
2. Золотницкий А. П. Методы индуцирования созревания и нереста гигантской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg) в современных условиях Черного моря // Тез. докл. межд. конф. «Аквакультура центральной и восточной Европы: настоящее и будущее. 2010. С. 101 – 105.
3. Cuo X. *Crassostrea gigas*, Thunberg // Evolution. 1998. Vol. 52. №2. P. 394-402.
4. Вижевский В.И. Биологические основы промышленного культивирования мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) в различных районах Черного моря: дис.... канд. биол. наук: 03.00.17 / Виктор Игоревич Вижевский. Керчь, 1990. 174 с.
5. Золотницкий А. П. Современные методы управления процессами размножения и ранними этапами онтогенеза в марикультуре моллюсков // Рыбное хозяйство Украины. 2006. № 3-4. С. 23-27.
6. Bayne B.L. Feeding behaviour and metabolic efficiency contribute to growth heterosis in Pacific oysters [*Crassostrea gigas* (Thunberg)] J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 1985, Vol. 233, №1. P. 115-130
7. Орленко, А.Н. Гигантская устрица *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiliformes, Grassostridae) как объект акклиматизации и основные этапы ее трансплантации в Черное море // Зоологический журнал. 1994. Вып. 1. С. 51-54.
8. His E. Combined effects of temperature and salinity on fed and starved larvae of the mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* and the Japanese oyster *Crassostrea gigas* // Marine Biology. 1989. Vol. 100, No 4, P. 455–463.
9. Золотницкий, А.П. Биологические основы культивирования двустворчатых моллюсков (Bivalvia, Mytiliformes) в различных районах

Водные биоресурсы и аквакультура

Чёрного моря: автореф. дисс. докт. биол. наук: 03.00.17/ Александр Петрович Золотницкий. Киев, 2004. 39 с.

10. Walne, P.R. Culture of Bivalve molluscs 5 yea's experience at Conwey west ByfleaFish News (Books), 1974,173 p.