

Научная статья
 УДК 639.411.1 : 594.121
 doi:10.35694/YARCX.2023.61.1.004

СОДЕРЖАНИЕ ТИХООКЕАНСКИХ УСТРИЦ И ИХ ЛИНЕЙНО-МАССОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

А. В. Жигин¹, Н. К. Юдин², С. А. Кленьшин³, Д. К. Кожяева⁴

^{1,2}Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева,
Москва, Россия

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Москва, Россия

³ООО Аквариумный бизнес, Москва, Россия

⁴Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова,
Нальчик, Россия

Автор, ответственный за переписку: Алексей Васильевич Жигин, azhigin@gmail.com,
ORCID 0000-0001-5283-4099

Реферат. Рассмотрены вопросы содержания живых товарных тихоокеанских устриц (*Crassostrea gigas*) в условиях установки с замкнутым водоиспользованием (УЗВ). Описано устройство УЗВ, представлены гидрохимический и температурный режимы. Определены биологические показатели и выход мяса у двух форм тихоокеанской устрицы (императорской и хасанской). Показано, что система водоподготовки, применявшаяся в составе используемой циркуляционной установки, обеспечивала необходимые условия водной среды для содержания моллюсков. Установлено, что хасанская форма гигантской устрицы характеризовалась меньшей (на 29%) длиной, но большей (на 17,6%) высотой тела, по сравнению с императорской формой, а выход мяса у хасанской формы устриц был выше на 2,4%, по сравнению с императорской формой гигантской устрицы, и составлял 12% против 9,6% соответственно. Получены данные, что при средней продолжительности перевозки 30 часов средняя выживаемость варьирует в течение года: с июня по октябрь (особенно в летние месяцы) наблюдается резкое увеличение гибели моллюсков – от 12 до 23% по сравнению с другими месяцами года, когда величина их гибели находится в диапазоне 4–7%.

Ключевые слова: тихоокеанская устрица, *Crassostrea gigas*, установка с замкнутым водоиспользованием, морфометрические показатели, содержание и перевозка моллюсков

KEEPING OF PACIFIC OYSTERS AND THEIR LINEAR-MASS CHARACTERISTICS

A. V. Zhigin¹, N. K. Yudin², S. A. Klenshin³, D. K. Kozhaeva⁴

^{1,2}Russian Timiryazev State Agrarian University, Moscow, Russia

¹Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography Moscow, Russia

³Aquarium Business LLC, Moscow, Russia

⁴Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V. M. Kokov, Nalchik, Russia

Author responsible for correspondence: Aleksey V. Zhigin, azhigin@gmail.com,
ORCID 0000-0001-5283-4099

Abstract. The issues of keeping live marketable Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) under the conditions of a closed water supply installation (CWSI) were considered. The arrangement of CWSI was described, hydrochemical and temperature regimes were presented. Biological indicators and meat yield were determined in two forms of the Pacific oyster (Imperatorskaya and Khasanskaya). It has been shown that the water treatment system used as part of the used circulation installation provided the necessary conditions of the aquatic environment for keeping shellfish. It was established that the Khasanskaya form of the giant oyster was characterized by a shorter (29%) length, but a greater (17.6%) body height compared to the

Imperatorskaya form, and the meat yield of the Khasanskaya form of oysters was 2.4% higher compared to the Imperatorskaya form of a giant oyster and amounted to 12% versus 9.6%, respectively. Data have been obtained that with an average duration of transportation of 30 hours, the average survival rate varies throughout the year: from June to October (especially in the summer months) there is a sharp increase in the death of shellfish from 12 to 23% compared to other months of the year, when their death rate is in range of 4–7%.

Keywords: *pacific oyster, Crassostrea gigas, closed water supply installation, morphometric indicators, maintenance and transportation of shellfish*

Введение. Моллюски, являясь одними из важнейших промысловых видов беспозвоночных, всё шире присутствуют на отечественном потребительском рынке живых морепродуктов. Залогом успеха реализации живых гидробионтов в отдалённых от промысла и выращивания регионах является возможность их круглогодичного содержания на специальных базах передержки, ритмичной поставки потребителям при минимальных потерях в процессе транспортировок. Этим обусловлена необходимость создания специализированных комплексов с возможностью длительного контролируемого содержания гидробионтов для приёма оптовых поставок живой продукции в месте назначения, с последующей реализацией непосредственно потребителям, гарантируя высокий уровень качества продукции. В связи с этим решение перечисленных выше задач по отработке технологии их содержания в живом виде является актуальной научно-практической задачей. Несомненно, залогом успеха любого подобного проекта является обеспечение оптимальных условий содержания, минимизация смертности, оценка и прогнозирование жизнеспособности особей с учётом физиологических особенностей вида [1].

Одной из востребованных групп моллюсков являются тихоокеанские, или гигантские устрицы (*Crassostrea gigas*). Мясо устриц по вкусовым свойствам является деликатесной продукцией. К их съедобной части относятся мускул-замыкатель и мантия. Масса мантии составляет 1,3–3,5%, мускула-замыкателя – 2,8–4,8%, внутренностей – около 6,2% от общей массы особи.

Особенность химического состава мяса устриц – высокое содержание воды и гликогена при низком количестве липидов. Аминокислотный состав белков указывает на их полноценность, но, в отличие от белков рыб, характеризуется пониженным содержанием аргинина, гистидина, лизина и триптофана. Устрицы относятся к антианемичным продуктам питания, поскольку отличаются от других беспозвоночных значительным содержанием меди (1,2–15 мг/100 г) и цинка (2,5–34,5 мг/100 г). В мясе устриц присутствуют витамины (мг/100 г): аскорбиновая кислота 15–22, инозит 10–33, тиамин 60–140, биотин 17–44, пантотеновая кислота 0,1–0,8, рибофлавин 0,01–0,3, цианокобаламин – 0,001 и каротиноиды (%) – 0,001 [2].

Раковина устриц имеет симметричную форму, при этом одна створка глубокая, и в ней расположено тело моллюска. Другая створка более плоская и играет роль крышки. Длина тихоокеанской устрицы может достигать 35 см при массе 110–570 г. Раковина составляет до 70% массы всего моллюска, а выход мяса от 8 до 19%. Ещё от 11 до 36% массы особи приходится на межстворчатую жидкость. Соотношение между раковиной и мясными частями устриц зависит от размера моллюска, а также сезона добычи [2].

Наибольшее количество тихоокеанской устрицы в пределах Российской Федерации встречается, добывается и выращивается в дальневосточных регионах. Отдельно следует отметить высокую плотность поселений устриц *C. gigas* на устричных банках залива Петра Великого (Японское море), где гигантская устрица повсеместно встречается от эстуариев рек до островов в центральной части залива. В открытых зонах залива Петра Великого моллюски не образуют больших скоплений и сосредоточены в мелководных бухтах и лагунах [3].

Однако естественные запасы устриц не могут обеспечить потребности современного мирового рынка, так как их вылов в мире весьма ограничен и составляет всего 133984,4 тонн, из которых только около 40 тыс. тонн – это гигантские тихоокеанские устрицы. С этим и связано динамичное развитие их выращивания в условиях марикультуры, объём которого более 600 тыс. тонн в год, что превышает добычу в разные годы в 14–29 раз [4; 5; 6]. Устойчивый рост объёмов выращивания этого вида устриц происходит и в нашей стране, в особенности на Дальнем Востоке (табл. 1).

Известно, что этот вид моллюсков выступает в качестве морфологически полиморфного. При этом представления о его внутривидовой классификации ещё не являются полноценно сформированными. Например, есть работы, авторы которых полагают, что на территории залива Петра Великого одновременно имеет место существование опреснённых, морских, бухтовых устриц. Данные устричные формы, как считают авторы, имеют распространение в разных частях залива. Что касается отличий между ними, то они заключаются главным образом в том, что разнятся морфологические особенности раковин и их геометрические размеры [7; 8; 9; 10]. С этим и связаны проведён-

Таблица 1 – Динамика марикультуры гигантской тихоокеанской устрицы, тонн*

Год	В мире		В России	
	Вылов	Выращивание	Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн	Азово-Черноморский рыбохозяйственный бассейн
2015	–	–	36	0
2016	20325,0	586727,0	216	0
2017	23421,0	659255,8	531	0
2018	47792,0	651481,6	2114	0
2019	42076,6	653339,4	2301	996
2020	25933,1	610292,6	3271	831

Примечание: * – данные по материалам источников 4–6.

ные нами исследования основных биологических показателей двух форм гигантской устрицы (императорской и хасанской).

Биотехника устричного выращивания основывается на том, что длительность цикла культивирования составляет 1,5–2 года, включая получение спата, выращивание осевшей на искусственный субстрат молоди, а также сбор товарных особей. Минимальный товарный размер тихоокеанских устриц колеблется от 8 до 25 см (в среднем 12–15 см), а масса – от 50 до 300 г (100–200 г в среднем). Выход мяса от одной товарной устрицы составляет от 10 до 22%, в среднем 15–18%, что соответствует массе мяса от 8 до 50 г, в среднем – 20–30 г соответственно [11; 12; 13].

Оптимальная температура хранения живых устриц без воды – 2–8°C в течение не более 10–12 суток. При температуре воздуха около 12°C их обычно хранят в течение 5 суток. Длительное хранение снижает качество мяса, уменьшая его мас-

су. В связи с этим задача длительной передержки живых моллюсков может быть решена только в условиях циркуляционных установок с охлаждением оборотной искусственной морской воды.

Цель проведённых исследований – дать характеристику биологических особенностей гигантской устрицы (*Crassostrea gigas*) и условий её содержания при передержке в установке с замкнутым водоиспользованием (УЗВ). Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Провести мониторинг гидрохимических показателей водной среды в используемой УЗВ.

2. Определить морфо-метрические показатели и выход мяса хасанской и императорской форм устриц.

3. Определить выживаемость устриц при перевозке в зависимости от времени года.

Материалы и методы исследований. Исследования выполнены в марте – апреле 2022 года в ООО «Аквариумный бизнес» (г. Москва), которое специализируется на передержке морских гидробионтов (моллюски, иглокожие) в УЗВ для дальнейшей мелкооптовой продажи в живом виде потребителям. Годовой оборот продукции – около 15 тонн. Второе направление деятельности предприятия – изготовление различных УЗВ для содержания живых гидробионтов в целях их реализации, а также их последующее технологическое обслуживание.

Объектами исследования были тихоокеанские устрицы (*Crassostrea gigas*) (рис. 1) двух форм: хасанской и императорской, содержащиеся в условиях оригинальной установки с замкнутым водоиспользованием (УЗВ).

Моллюски доставляются авиатранспортом с Дальнего Востока без воды в специальных термоконтейнерах со льдом. Общее время в пути – около 30 часов. После высадки их в бассейны для передержки осуществляются сортировка и учёт с отбором погибших особей.

При изучении морфо-биологических показателей устриц для измерений использовался штан-



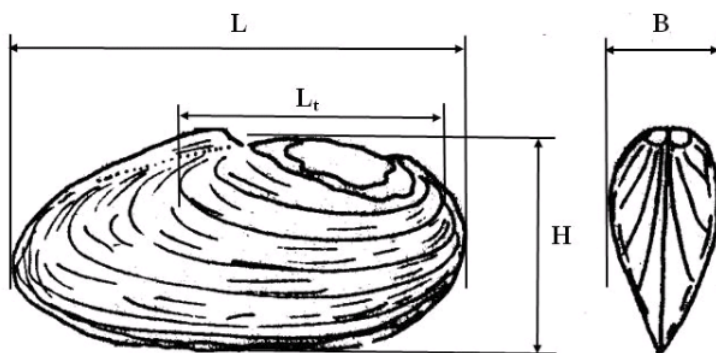
Рисунок 1 – Гигантская устрица (*Crassostrea gigas*) [14]

генциркуль, для определения массы – электронные весы. У двустворчатых моллюсков измеряли: 1) длину раковины, 2) высоту раковины, 3) выпуклость (толщину) раковины (рис. 2) и вычисляли индексы отношений высоты раковины к её длине (H/L) и выпуклости раковины к её длине (B/L) [15].

Для измерения параметров оборотной воды использовался набор соответствующих гидрохи-

мических тестов фирмы Salifert. Регулярно определяли содержание аммонийного азота, нитритов, нитратов, величины pH и щёлочности. Солёность морской оборотной воды измеряли рефрактометром.

Статистическую обработку данных проводили общепринятыми методами [16], посредством компьютерной программы Microsoft Excel 2007.



L – длина раковины; H – высота раковины; B – выпуклость; Lt – длина годового кольца возраста [15].

Рисунок 2 – Схема стандартных промеров раковины двустворчатых моллюсков (по А. А. Зотину)

Для осуществления предпродажного содержания устриц применяется оригинальная установка с замкнутым водоиспользованием, специально разработанная для этих целей специалистами предприятия, заполняемая искусственной морской водой.

Приготовление искусственной морской воды осуществляют путём предварительной подготовки водопроводной воды через её фильтрацию на механическом фильтре, с последующей обработкой в двух угольных фильтрах и на установке обратного осмоса. В полученной воде с помощью помпы растворяют специально закупаемую морскую соль «Marine Life seafood salt», которая предназначена для ферм, ресторанов, магазинов, занимающихся разведением и продажей живых морепродуктов. После растворения этой соли параметры получаемой морской воды (при плотности 1,022–1,025 г/мл и температуре 25°C) соответствуют следующим показателям: pH 8,1–8,3 ед.; КН 7–9 ед.; кальций (Ca^{2+}) 350–390 мг/л; магний (Mg^{2+}) 1100–1200 мг/л; калий (K^+) 350–370 мг/л; нитраты, фосфаты, силикаты – 0 мг/л [17]. В процессе приготовления морской воды уровень солёности измеряется рефрактометром и доводится до 28–30‰. По мере необходимости приготовленная таким образом вода подаётся в бассейны УЗВ с помощью помпы и шланга.

В бассейнах установки в несколько ярусов размещают специальные ящики-контейнеры, куда и высаживают доставленных особей (рис. 3, рис. 4).

Основные технические характеристики УЗВ представлены в таблице 2, а принципиальная тех-

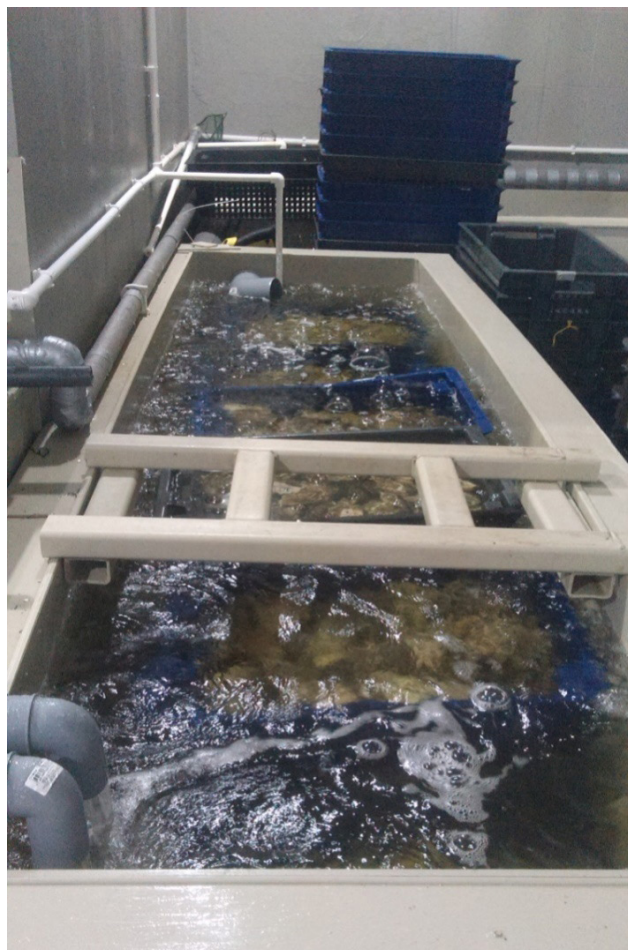


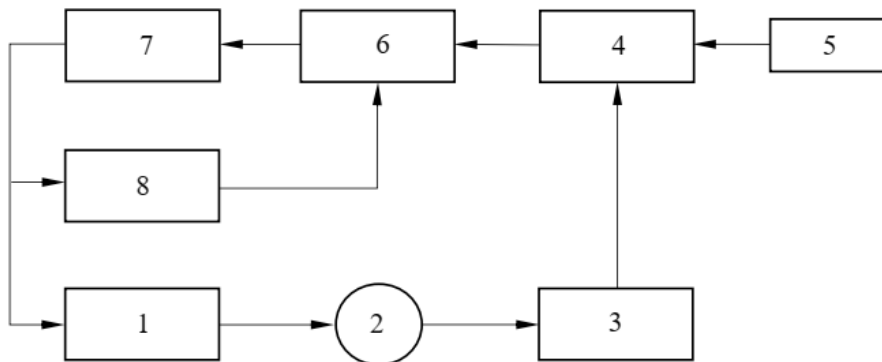
Рисунок 3 – Бассейн с гидробионтами



Рисунок 4 – Ящики с устрицами в бассейне

нологическая схема – на рисунке 5, которая работает следующим образом. Вода из бассейнов 1 с гидробионтами поступает с помощью циркуляционного насоса 2 в механический фильтр 3 для очистки от взвешенных веществ, затем во флотатор 4, где происходит изъятие загрязняющих ор-

ганических веществ в виде пенообразования. При этом пенообразование осуществляется за счёт подачи озона от озонатора 5, который одновременно способствует окислению части загрязнений и обеззараживанию оборотной воды. Образующаяся во флотаторе пена отводится в канализацию.



1 – бассейн; 2 – циркуляционный насос; 3 – механический фильтр; 4 – флотатор; 5 – озонатор; 6 – затопленный биофильтр; 7 – водоохладитель; 8 – орошаемый биофильтр.

Рисунок 5 – Схема УЗВ, используемой на предприятии

Далее оборотная вода поступает в погружной биофильтр 6 для очистки от растворённых органических и минеральных азотных соединений. После биологического фильтра вода охлаждается до требуемой температуры и вновь возвращается в бассейны с гидробионтами. При этом небольшая доля потока направляется на орошаемый биофильтр 8 для дополнительной очистки воды с последующим возвращением в общий поток через погружной биофильтр.

Полная смена воды в бассейнах осуществляется 4,4 раза в час, или каждые 14 минут. Соотношение объёма бассейнов к объёму системы очистки оборотной воды составляет 2,2 : 1,0, что говорит

о высоком техническом уровне исполнения данной системы, имея в виду высокую плотность биомассы гидробионтов в бассейнах, которая достигает 146,2 кг/м³.

Результаты исследований. Абиотические факторы среды оказывают существенное влияние на жизнедеятельность устриц, и в первую очередь температура воды. Данный показатель в процессе исследований автоматически поддерживался около 6°С. Систематический контроль качества циркулирующей воды по изучаемым показателям показал его соответствие существующим требованиям на всём протяжении проводимых исследований (табл. 3).

Отсутствие кормления и относительно низкая температура воды приводят к снижению физиологической активности устриц, способствуя минимизации загрязнения оборотной воды, на что указы-

вает минимальное содержание в ней аммонийного азота. В целом результаты исследований показывают, что система водоподготовки, применявшаяся в составе используемой циркуляционной

Таблица 2 – Основные технические характеристики УЗВ

Показатель	Значение
Общий объём воды в системе, м ³	10,0
Максимальная единовременная биомасса, т кг/м ³ бассейна	1,0 146,2
Объём бассейна, м ³	2,28
Количество бассейнов, шт.	3
Общий объём бассейнов, м ³	6,84
Объём биофильтра, м ³	0,47
Объём флотатора, м ³	2,69
Расход циркулирующей воды, м ³ /ч	До 30
Расход подпиточной воды, л/неделю	600
Энергопотребление УЗВ, кВт/ч	4,47

установки, обеспечивала необходимые условия водной среды для содержания моллюсков, несмотря на высокий уровень солёности и низкую температуру оборотной воды (что затрудняет процесс биологической очистки) при минимальном расходе подпиточной воды 85–86 л/сут., или 0,9% от общего объёма системы.

Результаты морфо-биологических исследований 10 особей тихоокеанских устриц императорской и хасанской форм, отобранных случайным образом, показали, что наибольшей изменчивости у них подвержены такие показатели, как масса и

выход мяса (табл. 4 и 5), которые, безусловно, связаны между собой. При этом у императорской формы устриц отмечена минимальная изменчивость общей массы особей, тогда как у хасанской формы минимальной изменчивости оказалась подвержена длина тела.

Масса межстворчатой жидкости императорской формы устрицы колебалась в пределах от 23 до 46 г, что соответственно составляло 16,6–38,0% от массы особей, а в среднем этот показатель равен 36,9±0,75 г, или 28,6% от общей массы моллюсков. Аналогичный показатель у хасанской

Таблица 3 – Гидрохимические параметры в УЗВ

Показатель	Среднее значение /диапазон
Температура воды, °С	6,0/5,8–6,3
Растворённый кислород, мг/л	11,1/9,9–12,2
Аммоний, (NH ₄ ⁺), мгN/л	Следы
Нитриты (NO ₂ ⁻), мгN/л	0,15/0,18–0,90
Нитраты (NO ₃ ⁻) мгN/л	118,0/90,0–125,0
Активная реакция среды (рН), ед.	7,9/7,7–8,0
Щёлочность, °Н	5,0/4,9–5,2
Солёность, ‰	29,0/28–31

формы был достоверно ниже ($p \leq 0,01$) и колебался в пределах 18–37 г (в среднем 27±0,70 г), что соответствует 12,8–25,3% (20,3% в среднем) (табл. 6).

Результаты морфологических исследований показали, что особи императорской формы устриц при большей длине имели меньшую высоту тела, по сравнению с хасанской формой, разность была

достоверна при $p \leq 0,05$ (табл. 6). Это подтверждает приведённые выше данные разных авторов о том, что формы устриц различаются в основном морфологическими особенностями раковин и их геометрическими размерами.

Сопоставление на протяжении года результатов перевозки гигантских устриц при транспортировке из Владивостока в Москву (среднее время

Таблица 4 – Морфологические показатели императорских устриц

Номер особи и показатель	Масса раковины, г	Масса мяса, г	Длина (L), см	Высота (H), см	Выпуклость (B), см	Выход мяса, %	Масса общая, г	Индекс тела	
								H/L	B/L
1	83	9	14,80	6,8	2,25	6,87	131	0,46	0,15
2	64	11	13,10	6,05	3,11	9,09	121	0,46	0,24
3	78	9	16,60	4,95	2,15	7,44	121	0,30	0,13
4	80	11	14,10	4,90	2,88	8,09	136	0,35	0,20
5	93	14	14,35	5,90	2,61	10,07	139	0,42	0,18
6	79	11	13,91	5,90	2,95	8,27	133	0,42	0,21
7	85	14	11,05	4,81	2,70	10,29	136	0,44	0,24
8	101	15	13,60	5,95	2,60	10,79	139	0,44	0,19
9	66	12	14,51	5,10	2,50	10,53	114	0,35	0,17
10	68	18	9,85	6,31	2,70	14,75	122	0,64	0,27
Средняя (M)	79,70	12,40	13,50	5,68	2,65	9,62	129,20	0,43	0,20
Стандартное отклонение (Q)	11,76	2,84	2,01	0,68	0,30	2,26	8,94	0,09	0,04
Ошибка средней (m)	3,72	0,90	0,64	0,22	0,10	0,72	2,83	0,03	0,01
Cv, %	14,76	22,90	14,89	11,97	11,32	23,49	6,93	20,93	20,00

Таблица 5 – Морфологические показатели хасанских устриц

Номер особи и показатель	Масса раковины, г	Масса мяса, г	Длина (L), см	Высота (H), см	Выпуклость (B) см	Выход мяса, %	Масса общая, г	Индекс тела	
								H/L	B/L
1	95	18	10,00	7,69	2,80	13,64	132	0,77	0,28
2	109	20	10,85	8,90	3,25	13,51	148	0,82	0,30
3	93	19	10,40	7,50	3,20	13,57	140	0,72	0,31
4	96	15	10,09	6,80	4,10	10,27	146	0,67	0,41
5	102	13	10,07	6,05	2,80	8,78	148	0,60	0,28
6	67	14	9,70	6,45	2,25	12,07	116	0,67	0,23
7	99	20	12,05	5,21	3,45	14,60	137	0,43	0,29
8	67	12	10,60	5,25	2,31	11,65	103	0,50	0,22
9	84	18	9,80	6,60	3,20	14,52	124	0,67	0,33
10	98	11	11,05	6,38	2,90	7,53	146	0,58	0,26
Средняя (M)	91	15,25	10,46	6,68	3,03	12,01	134	0,64	0,29
Стандартное отклонение (Q)	14,16	3,40	0,71	1,13	0,55	2,45	15,33	0,12	0,05
Ошибка средней (m)	4,48	1,08	0,23	0,36	0,17	0,78	4,85	0,04	0,02
Cv, %	15,56	22,30	6,79	16,92	18,15	20,40	11,44	18,75	17,24

в пути 30 часов) показало, что средняя выживаемость моллюсков варьирует в течение года (рис. 6).

В летние месяцы наблюдается резкое увеличение гибели моллюсков. Возможно, это связано с ухудшением физиологического состояния особей

после нереста, который проходит в заливе Петра Великого с июня по август [18], а также с более высокими естественными температурами при перевозке особей.

Таким образом, и сроки предпродажной выдержки зависят от сезона года. В летний период

Таблица 6 – Сравнительные результаты морфологических исследований устриц

Показатель	Императорская форма (M±m)	Хасанская форма (M±m)
Общая масса, г	129,20±2,83	134±4,85
Масса раковины, г	79,70±3,72	91,0±4,48
Масса мяса, г	12,40±0,90	15,25±1,08
Масса межстворчатой жидкости, г	36,9±0,75**	27,0±0,70
Длина (L), см	13,5±0,64*	10,46±0,23
Высота (H), см	5,68±0,22*	6,68±0,36
Выпуклость (B), см	2,65±0,10	3,03±0,17
Выход мяса, %	9,62±0,72	12,01±0,78

Разность достоверна при: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$.

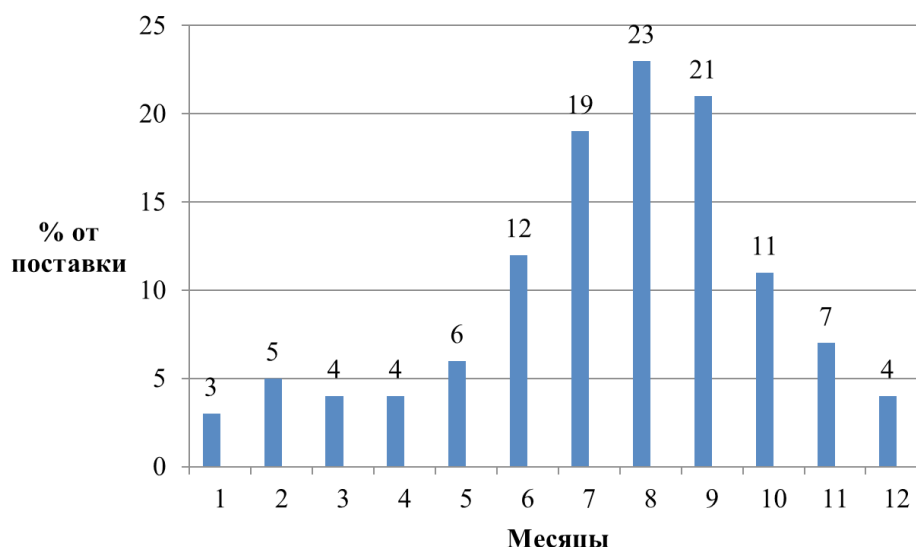


Рисунок 6 – Величина гибели устриц по месяцам года в поступавших партиях

моллюски редко живут дольше 2–3 недель (соответственно, такая партия должна быть полностью реализована в течение этого срока). Выловленные в зимний период устрицы могут сохранять жизнеспособность и товарный вид более полугода.

Выводы. Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Мониторинг качества циркулирующей воды по изучаемым гидрохимическим параметрам показал его соответствие существующим требованиям на всем протяжении проводимых исследований. Система водоподготовки, применявшаяся в составе используемой циркуляционной установки, обеспечивала необходимые условия водной среды для содержания моллюсков.

2. Хасанская форма гигантской устрицы характеризуется меньшей (на 29%) длиной, но большей (на 17,6%) высотой тела по сравнению с императорской формой (разность достоверна при $p < 0,05$).

3. Выход мяса у хасанской формы устриц выше на 2,4%, по сравнению с императорской формой

гигантской устрицы, и составляет 12,0% против 9,6% соответственно при меньшем в 1,4 раза содержании межстворчатой жидкости.

4. При средней продолжительности перевозки 30 часов средняя выживаемость варьирует в течение года: с июня по октябрь (особенно в летние месяцы) наблюдается резкое увеличение гибели моллюсков – от 12 до 23% по сравнению с другими месяцами года, когда величина их гибели находится в диапазоне 4–7%.

Рекомендации производству. Для повышения эффективности деятельности по передержке гигантских устриц при их закупках рекомендуется:

- отдавать предпочтение хасанской форме, по сравнению с императорской, как содержащей больший выход мяса;

- учитывать различие по доле гибели устриц при перевозке в зависимости от месяца года: с июня по октябрь – до 23%, с ноября по май – до 7%.

Список источников

1. Загорский И. А. Физиологические основы жизнедеятельности камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в условиях транспортировки : дис. ... канд. биол. наук : специальность 03.02.10 – Гидробиология / Всерос. науч.-исслед. ин-т рыбного хозяйства и океанографии. М., 2013. 114 с.
2. Двустворчатые моллюски. URL: <https://gl-lib.ru/fish/bespozvonochnye-i-rasteniia/dvustvorchatye-mollyuski> (дата обращения: 20.01.2023).
3. Раков В. А. Биология и культивирование устриц // Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. М. : Агропромиздат, 1987. С. 72–84.
4. Мировое производство аквакультуры в 2016–2020 гг. М. : ВНИРО, 2022. 252 с. ISBN 978-5-85382-514-7.
5. Мировые уловы рыбы и нерыбных объектов промысла в 2016–2020 гг. М. : ВНИРО, 2022. 167 с. ISBN 978-5-85382-515-4.
6. Статистические сведения по рыбной промышленности России. М. : ВНИРО, 2022. 86 с.
7. Hirase S. On the classification of Japanese oysters // Jap. J. Zool. 1930. V. 3, № 1. P. 1–65.
8. Menzel R. W. Portuguese and Japanese oysters are the same species // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 1974. V. 31, № 4. P. 453–456.
9. Никифоров С. М. К систематике устриц южного Приморья // Биология моря. 1979. Т. 5, № 1. С. 25–33. ISSN 0134-3475.
10. Раков В. А. Эколого-морфологические особенности тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* Thunberg из Природных и культивируемых популяций // Моллюски. Основные результаты их изучения : тезисы докл. Л., 1979. № 6. С. 101–103.
11. Раков В. А. Биологические основы культивирования тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg) в заливе Петра Великого : автореф. дис. ... канд. биол. наук : специальность 03.00.18 – Гидробиология. Владивосток, 1984. 24 с.
12. Инструкция по технологии культивирования тихоокеанской устрицы / сост. А. В. Кучерявенко, А. П. Жук ; Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр. Владивосток : ТИНРО-Центр, 2011. 27 с.
13. Викторовская Г. И., Баранов А. Ю., Калинина М. В. [и др.] История развития устрицеводства и перспективы культивирования тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* в прибрежной зоне Приморского края (в Дальневосточном регионе) // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление : сб. мат. Всерос. науч. конф. с междунар. уч., посвящ. 85-летию Камчатского науч.-исслед. инстит. рыбного хозяйства и океанографии (3–6 октября 2017 г., Петропавловск-Камчатский). 2017. С. 381–388. ISBN 978-5-902210-51-1.
14. Гигантская тихоокеанская устрица. URL: http://lifeonvashon.com/species_details.php?query=crassostrea_gigas (дата обращения: 20.01.2023).
15. Измерения (конхотририя) раковины моллюсков. URL: https://studopedia.ru/26_87765_izmereniya-konhometriya-rakovini-mollyuskov.html (дата обращения: 18.01.2023).
16. Лакин Г. Ф. Биометрия. 3-е изд. М. : Высшая школа, 1980. 291 с.
17. Морская аквариумная соль Marine Life. URL: <https://salt.marine-life.ru/> (дата обращения: 11.01.2023).
18. Касьянов В. Л., Медведева Л. А., Яковлев С. Н. [и др.] Размножение иглокожих и двустворчатых моллюсков. М. : Наука, 1980. 205 с.

References

1. Zagorskij I. A. Fiziologicheskie osnovy zhiznedejatel'nosti kamchatskogo kraba *Paralithodes camtschaticus* v uslovijah transportirovki : dis. ... kand. biol. nauk : special'nost' 03.02.10 – Gidrobiologija / Vseros. nauch.-issled. in-t rybnogo hozjajstva i okeanografii. M., 2013. 114 s.
2. Dvustvorchatye molljuski. URL: <https://gl-lib.ru/fish/bespozvonochnye-i-rasteniia/dvustvorchatye-mollyuski> (data obrashhenija: 20.01.2023).
3. Rakov V. A. Biologija i kul'tivirovanie ustric // V kn.: Kul'tivirovanie tihookeanskih bespozvonochnyh i vodoroslej. M. : Agropromizdat, 1987. S. 72–84.
4. Mirovoe proizvodstvo akvakul'tury v 2016–2020 gg. M. : VNIRO, 2022. 252 s. ISBN 978-5-85382-514-7.
5. Mirovye ulovy ryby i nerybnyh ob#ektov promysla v 2016–2020 gg. M. : VNIRO, 2022. 167 s. ISBN 978-5-85382-515-4.
6. Statisticheskie svedeniya po rybnoj promyshlennosti Rossii. M. : VNIRO, 2022. 86 s.
7. Hirase S. On the classification of Japanese oysters // Jap. J. Zool. 1930. V. 3, № 1. P. 1–65.
8. Menzel R. W. Portuguese and Japanese oysters are the same species // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 1974. V. 31, № 4. P. 453–456.
9. Nikiforov S. M. K sistematike ustric juzhnogo Primor'ja // Biologija morja. 1979. T. 5, № 1. S. 25–33. ISSN 0134-3475.

10. Rakov V. A. Jekologo-morfologicheskie osobennosti tihookeanskoj ustricy *Crassostrea gigas* Thunberg iz Prirodnih i kul'tiviruemyh populjacij // Molljuski. Osnovnye rezul'taty ih izuchenija : tezisy dokl. L., 1979. № 6. S. 101–103.

11. Rakov V. A. Biologicheskie osnovy kul'tivirovanija tihookeanskoj ustricy *Crassostrea gigas* (Thunberg) v zalive Petra Velikogo : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk : special'nost' 03.00.18 – Gidrobiologija. Vladivostok, 1984. 24 s.

12. Instrukcija po tehnologii kul'tivirovanija tihookeanskoj ustricy / sost. A. V. Kucheryavenko, A. P. Zhuk ; Tihookeanskij nauchno-issledovatel'skij rybohozjajstvennyj centr. Vladivostok : TINRO-Centr, 2011. 27 s.

13. Viktorovskaya G. I., Baranov A. Yu., Kalinina M. V. [i dr.] Istorija razvitija ustricevodstva i perspektivy kul'tivirovanija tihookeanskoj ustricy *Crassostrea gigas* v pribrezhnoj zone Primorskogo kraja (v Dal'nevostochnom regione) // Vodnye biologicheskie resursy Rossii: sostojanie, monitoring, upravlenie : sb. mat. Vseross. nauch. konf. s mezhdunar. uch., posvjashh. 85-letiju Kamchatskogo nauch.-issled. instit. rybnogo hozjajstva i okeanografii (3–6 oktjabrja 2017 g., Petropavlovsk-Kamchatskij). 2017. S. 381–388. ISBN 978-5-902210-51-1.

14. Gigantskaja tihookeonskaja ustrica. URL: http://lifeonvashon.com/species_details.php?query=crassostrea_gigas (data obrashhenija: 20.01.2023).

15. Izmerenija (konhometrija) rakoviny molljuskov. URL: https://studopedia.ru/26_87765_izmereniya-konhometriya-rakovini-mollyuskov.html (data obrashhenija: 18.01.2023).

16. Lakin G. F. Biometrija. 3-e izd. M. : Vysshaja shkola, 1980. 291 s.

17. Morskaja akvariumnaja sol' Marine Life. URL: <https://salt.marine-life.ru/> (data obrashhenija: 11.01.2023).

18. Kas'yanov V. L., Medvedeva L. A., Yakovlev S. N. [i dr.] Razmnozhenie iglokozhih i dvustvorchatyh molljuskov. M. : Nauka, 1980. 205 s.

Сведения об авторах

Алексей Васильевич Жигин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры аквакультуры и пчеловодства, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»; главный научный сотрудник отдела аквакультуры беспозвоночных, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; spin-код: 8580-7697.

Николай Константинович Юдин – аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», dartanian777@yandex.ru.

Сергей Александрович Кленьшин – директор, Общество с ограниченной ответственностью «Аквариумный бизнес», s.klenshin@gmail.com.

Джультетта Каральбиевна Кожаева – доктор биологических наук, профессор кафедры зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», AuthorID: 785821.

Information about the authors

Aleksey V. Zhigin – Doctor of Agricultural Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Aquaculture and Beekeeping, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Timiryazev State Agrarian University"; Chief Researcher of the Department of Invertebrate Aquaculture, Russian Federal "Research Institute of Fisheries and Oceanography", spin-code: 8580-7697.

Nikolay K. Yudin – Postgraduate Student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Timiryazev State Agrarian University", dartanian777@yandex.ru.

Sergey A. Klenshin – Director, Limited Liability Company "Aquarium Business", s.klenshin@gmail.com.

Dzhulyetta K. Kozhaeva – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Zootechny and Veterinary and Sanitary Expertise, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agricultural University named after V. M. Kokov", AuthorID: 785821.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.