

АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

УДК 639.4:338.45 (262.5)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ  
ЧЕРНОМОРСКИХ МИДИЙ К ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИЮ**

© 2020 г. О. Ю. Вялова

ФГБУН Федеральный Исследовательский Центр

«Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, 299011

e-mail: vyalova07@gmail.com

Поступила в редакцию 17.10.2019 г.

Выращивание мидий в Черном море осуществляется в толще воды, в подвесной марикультуре. Такой способ культивирования имеет преимущества (постоянный рост и питание мидий, отсутствие резких изменений внешних факторов) и недостатки (например, слабые мускулы-замыкатели створок). При транспортировке и хранении черноморских мидий наблюдается потеря внутримантийной жидкости, которая приводит к быстрой гибели моллюсков. Разработан новый способ подготовки товарных черноморских мидий, которая сочетает очистку живых моллюсков и «тренировку» их мускула-замыкателя. Основной принцип «тренировки» заключается в имитации приливно-отливных явлений с 2-часовой периодичностью в течение 1 сут. Выживаемость «тренированных» мидий составила более 85% в течение 7 сут. Предложенный способ может быть рекомендован для применения на промышленных фермах Черноморского региона.

**Ключевые слова:** марикультура, мидии, Черное море, очистка, «тренировка» моллюсков.

ВВЕДЕНИЕ

Выращивание моллюсков является наиболее экологичным видом аквакультуры, по сравнению с рыбозаводством. Производство конхиокультуры зависит только от естественной продуктивности морского фитопланктона. Здесь не используются дополнительные корма, витамины и антибиотики. Эффективность марикультуры достигается за счет рационального управления морскими фермами и дальнейшей переработки полученной морепродукции. Одним из объектов культивирования в Черном море является средиземноморская мидия *Mytilus galloprovincialis*. Эти моллюски отличаются своей питательной ценностью и вкусом, являются источниками энергии и белка, богаты витаминами (А и D) и необходимыми минералами (йод, селен, кальций), содержат мало жиров и являются поставщиком омега-3 жирных кислот (EFSA NDA Panel, 2014).

Мидии чрезвычайно популярны в причерноморских странах, таких как Россия, Болгария, Турция, где отмечается растущий спрос на свежие моллюски высокого качества и вкуса. На рынок поступают моллюски как фермерские, так и собранные из диких мест обитания. Главное условие — их пищевая безопасность для потребителей, которая зависит от экологической чистоты района выращивания или сбора, соблюдения технологических и санитарных норм при первичной обработке живых моллюсков, их транспортировке и хранении.

Наряду с растущими темпами производства марикультуры у берегов Крыма и Краснодарского края, возникает необходимость организации переработки и реализации больших объемов живых мидий. Первичная обработка свежельвовленных моллюсков заключается в их сортировке, очистке раковин от внешнего обраста-

ния, выдерживание (в течение 1–2 сут.) в обеззараженной фильтрованной морской воде, согласно требованиям СанПиН 2.3.4.050–96. Подготовленные таким образом мидии отправляются на хранение в холодильные камеры или же напрямую к потребителям с соблюдением температурного режима в пределах 5–7°C. Живые охлажденные мидии в раковине являются скоропортящимся продуктом, со сроком реализации до 2–3 сут. Расширение рынков сбыта требует быстрой доставки живых моллюсков на дальние расстояния, которая осуществляется специализированным автотранспортом, оборудованного системами охлаждения, и/или авиаперевозками. Логистика живых морепродуктов выявила серьезную проблему сохранения качества и выживаемости товарных мидий. Так, в результате 2-суточной транспортировки живых черноморских мидий отмечалось массовое обезвоживание моллюсков, что приводило к потере их качества и гибели. Наблюдения показали, что моллюски теряли внутримантийную жидкость через приоткрытые створки. Для выяснения причин этого необходимо было детально проанализировать основные этапы производства черноморских мидий — от технологии выращивания моллюсков до подготовки их к транспортировке, изучить международный опыт и разработать новую технологию предпродажной подготовки свежельвовленных моллюсков для длительной транспортировки и хранения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе исследования был сделан анализ работы мидийных ферм Крымского полуострова, изучен международный опыт выращивания, предпродажной подготовки и транспортировки живых двустворчатых моллюсков в различных странах мира. Для проведения экспериментов и отработки технологий была создана система бассейнов (объемом 6 м<sup>3</sup> каждый) с проточной филь-

трованной морской водой, так называемое «мини-море». Скорость протока равнялась 2 м<sup>3</sup> в ч, что обеспечивало смену 1/3 объема воды в бассейне с моллюсками за 1 ч. Согласно требованиям СанПиН 2.3.4.050–96 на перфорированном «ложном дне», расположенном на высоте 10–15 см от дна бассейна, размещались пластиковые ящики с мидиями.

Суть экспериментальных работ заключалась в «тренировке» мускула-закрывателя мидий для устойчивого долгосрочного удерживания створок раковины в закрытом состоянии. «Тренировка» проводилась с помощью искусственных краткосрочных приливов и отливов — периодическом осушении и погружении мидий в морскую воду.

Для эксперимента были отобраны 4000 экз. товарной мидии (размерами >7 см). В контрольном бассейне № 1 моллюски (2000 шт.) содержались в проточной морской воде, в экспериментальном бассейне № 2 (2000 шт.) — в условиях искусственных приливов-отливов по предложенной схеме. Длительность эксперимента составила 1 сут. Первые 2–3 ч мидии находились в бассейнах без воды (с учетом времени, затраченного на сортировку и внешнюю очистку моллюсков), далее «мини-море» наполняли проточной фильтрованной морской водой. Через 2–3 ч подачу морской воды прекращали, бассейны осушали на следующие 2–3 ч, далее цикл повторялся. Температура воды соответствовала температуре в море на момент проведения экспериментов. В течение всего времени моллюски не перемещались, не подвергались механическому воздействию, находились в состоянии покоя.

По окончании экспериментов все моллюски укладывались в маркированные термоящики и хранились в холодильной камере при температуре 5°C. Через 1, 3, 5 и 7 сут. мидии осматривали, фиксировали количество умерших и приоткрытых моллюсков. Экспериментальные исследования проводились в 5-ти повторностях.

**Таблица.** Результаты состояния мидий до и после применения искусственных приливов-отливов (2 ч — 2 ч) в установке «мини-море»

Состояние моллюсков	Доля открытых и погибших мидий в процессе хранения, %			
	1 сутки	3 сутки	5 сутки	7 сутки
Без подготовки	10	50	100	—
После подготовки	0	0	12	15

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенные эксперименты показали, что 4-х часовая цикличность (2 ч — без воды и 2 ч — с водой) на протяжении 1 сут является достаточной для выработки у мидий устойчивого рефлекса плотного закрытия створок при осушении. Так, на 1—3 сут. выживаемость «тренированных» моллюсков составила 100% при хранении в холодильной камере на открытом воздухе, в то время как доля открытых и погибших особей у контрольных мидий достигала 50% (табл.). Все неподготовленные моллюски погибали на 5 сут. хранения, тогда как более 85% «тренированных» оставались живыми и плотно закрытыми и на 7 сут. Кроме этого, осмотр внутреннего содержимого раковины показал хорошую наполненность внутримантийной жидкостью, мгновенную реакцию ресничек внешнего края на прикосновение, что является одним из признаков жизнеспособности моллюсков. Таким образом, за 1 сут. применения предложенной схемы подготовки («тренировки») у двустворчатых моллюсков вырабатывается естественный поведенческий рефлекс плотного закрывания раковины и длительного удержания мускулом-замыкателем створок закрытыми на открытом воздухе.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Производство товарной мидии в Черном море состоит из нескольких этапов: сбор спата (личинки) этих моллюсков в море с помощью коллекторов, выращива-

ние до товарных размеров и сбор урожая. Морские фермеры должны соблюдать весь технологический процесс выращивания гидробионтов в море и реализовывать морепродукцию, соответствующую требованиям экологической и санитарной безопасности (СанПиН 2.3.4.050—96). Черноморские фермы применяют технологию подвесной марикультуры, при которой носители с мидиями и сами моллюски не касаются морского дна (Вялова, 2010; Холодов и др., 2017). Это гарантирует не попадание песка и твердой взвеси внутрь раковины. Также было показано, что содержание мяса у сублиторальных моллюсков выше, по сравнению с экземплярами из зоны отливов (Nicastro et al., 2010; Varrento et al., 2013 a). При выращивании двустворчатых моллюсков-фильтраторов в, так называемой, «глубокой воде», обеспечивается их постоянное питание и рост. В приливно-отливной зоне мидии регулярно подвергаются резким изменениям внешних факторов (например, высыхание, прямой солнечный свет, высокая летняя или крайне низкая зимняя температура, распреснение в виде осадков и т.д.). Прикрепленный образ жизни не позволяет данным организмам передвигаться и избегать негативных явлений. В то же время, некоторые авторы указывают на то, что литоральные *Mytilus galloprovincialis* и *Mytilus edulis* лучше подготовлены к выживанию на открытом воздухе, чем мидии, обитающие в толще воды (Ögmundarson et al., 2011; Tagliarolo et al., 2012; Mizuta et al., 2019). Главной адаптивной поведенческой

реакцией таких двустворчатых моллюсков является способность удерживать створки раковины плотно закрытыми на протяжении длительного нахождения на открытом воздухе. Это позволяет сохранять внутреннюю жидкость для поддержания жизнеспособности организма.

Опыт работы морских мидийных ферм в приливно-отливных зонах, в частности на побережье Франции, Голландии, Норвегии, показал, что моллюски, выращенные в таких условиях, обладают сильным мускулом-замыкателем, длительно удерживают створки плотно закрытыми и переносят многосуточные транспортировки и хранение, оставаясь в отличной кондиции (Danioux et al., 2000; Холодов и др., 2017; Wijnsman et al., 2018). Это связано с тем, что моллюски ежедневно осушаются на 6–8 ч. в периоды отлива, затем снова покрываются приливной морской водой. Очевидно, что моллюски литорали (приливно-отливной зоны) обладают «тренированными» мускулами-замыкателями и способны плотно смыкать створки на длительное время.

Итак, технология подвешной конхиокультуры имеет преимущества (постоянный рост и питание мидий, отсутствие резких изменений внешних факторов) и недостатки (например, слабые мускулы-замыкатели моллюсков). Очевидно, что обезвоживание черноморских мидий при транспортировке вызвано именно неспособностью моллюсков удерживать плотно закрытые створки на протяжении нескольких суток. Это не позволяет осуществлять их длительное хранение и перевозку, теряется урожай живых морепродуктов и значительно сужается география их доставки.

Морские фермеры некоторых стран практикуют разные способы «обучения» («тренировки») мидий «глубокой воды» к содержанию их на воздухе. Общий технологический подход заключается или во временном размещении моллюсков в зоне естественных приливов, или же в искусственном имитировании таких условий. Так, в Ирландии некоторые компании

«тренируют» выращенную мидию путем размещения мешков с товарной мидией (по 50 кг) в зонах приливов на 1–2 сут. Таким образом, моллюски подвергаются влиянию нескольких полноценных естественных приливов-отливов. Данный способ является трудоемким, но достаточно эффективным. «Обученные» моллюски удерживали створки плотно закрытыми на протяжении нескольких суток вне воды (Varrento et al., 2013a; Varrento et al., 2013b). В летнее время такая «тренировка» не так эффективна из-за негативного влияния солнечного света и высокой дневной температуры воздуха. Другая упомянутая проблема связана с хищничеством птиц, которые нападали на мешки с мидиями. Также фермеры не рекомендуют оставлять моллюсков более чем на 2 сут., иначе они начинают погибать из-за тяжести собственного веса в мешках (Varrento et al., 2013a; Varrento et al., 2013b). Периодическое принудительное осушение товарных мидий с помощью подъемных устройств практикуют фермеры Италии и Испании.

Предложенный способ подготовки с использованием проточных бассейнов с фильтрованной морской водой позволяет решить еще одну важную задачу — обязательная очистка моллюсков перед реализацией, согласно техническим требованиям СанПиН 2.3.4.050–96. В очистных центрах должно происходить выдерживание мидий в подготовленной и обеззараженной морской воде. Санитарными правилами предписано промывать сильной струей воды дно бассейна для удаления загрязнений и выделений моллюсков каждые 12 ч очистки. Рассмотренная в данной статье технология предполагает очистку бассейнов и дна каждые 2 ч. Применение дополнительных средств обеззараживания морской воды с помощью облучения ультрафиолетовыми лучами позволит не только подготовить моллюсков к длительному хранению на открытом воздухе, но и обеззаразить их. При этом моллюски не испытывают стресс и не получают механические повреждения

раковин, что позволяет сохранить их товарное качество и вид.

Таким образом, разработанная технология подготовки черноморских мидий к хранению и транспортировке является эффективной и может быть рекомендована для применения на промышленных фермах Черного моря.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН «ИМБИ» по теме № 0828–2018–0003.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вялова О. Ю. Использование некоторых технических приемов для оптимизации процесса выращивания тихоокеанской устрицы в Черном море // Рыбн. хоз-во Украины. 2010. № 5. С. 5–9.

Санитарные правила и нормы 2.3.4.050–96. 2.3.4. «Предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности (технологические процессы, сырье). Производство и реализация рыбной продукции. Санитарные правила и нормы» (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 11.03.1996 № 6).

Холодов В. И., Пиркова А. В., Ладыгина Л. В. Выращивание мидий и устриц в Черном море. Воронеж: ООО «ИЗДАТ-ПРИНТ». 2017. 508 с.

Barrento S., Lupatsch I., Keay I., Shields S. Protocol on Best Practice Guide on Holding and Conditioning Mussels // Technical Report supported by Project № 243452, FP7 – SME Mussels Alive. 2013 a. 59 p.

Barrento S., Lupatsch I., Keay I., Shields S. Protocol on Best Practice Handling and Transportation of Live Mussels

// Technical Report supported by Project № 243452, FP7 – SME Mussels Alive. 2013 b. 59 p.

Danioux Ch., Bompais X., Loste C., Paquotte Ph. Offshore mollusc production in the Mediterranean basin // Mediterranean offshore mariculture. Zaragoza: Ciheam, 2000. p. 115–140.

EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies), 2014. Scientific Opinion on health benefits of seafood (fish and shellfish) consumption in relation to health risks associated with exposure to methylmercury // EFSA Journal. 2014. V. 12, N. 7. P. 3761–3780.

Mizuta D. D., Dixon M. S., Manney E. J., Fregeau M. et al. Offshore mussel aquaculture: strategies for farming in the changing environment of the Northeast U. S. shelf EEZ // Bull. of Japan Fish. Res. Education Agency. 2019. V. 49. P. 111–119.

Nicastro K. R., Zardi G. I., McQuaid Ch. D., Stephens L. et al. The role of gaping behaviour in habitat partitioning between co-existing intertidal mussels // BMC Ecology. 2010. V. 10, N. 7. P. 1–11.

Ögmundarson Ó., Holmyard J., Þórðarson G., Sigurðsson F., et al. Offshore aquaculture farming // Report from the initial feasibility study and market requirements for the innovations from the project. Skýrsla Mátis, 29–11 Október 2011. 26 p.

Tagliarolo M., Clavier J., Chauvaud L., Koken M. et al. Metabolism in blue mussel: intertidal and subtidal beds compared // Aquatic biology. 2012. V. 17. P. 167–180.

Wijsman J. W. M., Troost K., Fang J., Roncarati A. Global Production of Marine Bivalves. Trends and Challenges // Goods and Services of Marine Bivalves, Springer, Cham. 2018. P. 7–26.

**SOME TECHNOLOGICAL FEATURES OF THE PRODUCTION  
OF BIVALVES IN THE BLACK SEA**

© 2020 г. О. Ю. Vyalova

*FSBSS Federal Research Center «A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS»,  
Sevastopol, 299011*

Mussel cultivation in the Black Sea is carried out in the water column, in suspended mariculture. This method of cultivation of mollusks has advantages (constant growth and nutrition of mussels, no sharp changes in external factors) and disadvantages (for example, weak muscle-closure valves). During transportation and storage of the Black Sea mussels, there is a loss of intra-shell liquid, which results to the rapid death of mollusks. A new method for the preparation of commercial mussels has been developed, which combines the purification of live bivalves and the «training» of their muscle-closure. The basic principle of «training» is to simulate tidal phenomena with a 2 hours frequency for 1 day. The survival rate of «trained» mussels was more than 85% for 7 days. The proposed method can be recommended for use on industrial farms in the Black Sea region.

*Key words:* mariculture, mussels, Black Sea, cleaning, «training» of mollusks