

Битютская О.Е.

Булли Л.И.

Кле́мы Азовского моря

МОНОГРАФИЯ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

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

Битютская О.Е., Булли Л.И.

КЛЕМЫ АЗОВСКОГО МОРЯ

Монография

**Керчь
2024**

УДК 639.44(262.54)
ББК 047.43+28.691.6+47.285.3

*Рекомендовано к печати Научно-техническим советом
ФГБОУ ВО «КГМТУ»
Протокол № 10 от 20.12.2024 г.*

Рецензенты:

А. П. Золотницкий – д-р биол. наук, профессор,
главный научный сотрудник
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
(«АзНИИРХ»)

Л. В. Донченко – д-р биол. наук, профессор
Директор НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой
продукции, руководитель Департамента по реализации проекта
«Здоровое питание» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

Битютская О. Е., Булли Л.И. Клемы Азовского моря: монография. –
2-е изд. –Керчь: ООО «PrintRoom», 2024. – 121 с.

В монографии изложены результаты исследований по мировому промыслу и аквакультуре двусторчатых закапывающихся моллюсков – клемов. Представлены результаты исследований технохимического состава и пищевой ценности мяса клем Азовского моря: *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906), *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789), *Donax trunculus* (Linnaeus, 1758), *Donacilla cornea* (Poli, 1791), *Mya arenaria* (Linnaeus, 1758). Представлены технологические разработки пищевых продуктов из клем.

Предназначена для обучающихся направления подготовки: 19.04.03 Продукты питания животного происхождения, 35.04.07 Водные биоресурсы и аквакультура.

© Битютская О. Е., Булли Л.И
© « ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2024

ISBN 978-5-6050265-8-7

ВВЕДЕНИЕ

Промысловое использование двустворчатых моллюсков имеет различные аспекты, обусловленные особенностями их строения и образа жизни. Во-первых, мясо моллюсков обладает высокой пищевой ценностью: сбалансированным полноценным составом белков, гликогеном, эссенциальными ПНЖК, богатым составом минеральных элементов, содержит биологически активные вещества; во-вторых, тело моллюска заключено в раковину, состоящую из органического вещества; в-третьих, особенности жизненного цикла позволяют многим видам образовывать мощные скопления за сравнительно короткий промежуток времени, что существенно облегчает их промысел.

Почти весь мировой вылов обусловлен использованием моллюсков в пищу, остальные аспекты имеют пока второстепенное значение. Более известны такие группы видов, как устрицы, гребешки, мидии и клемы. К группе клем относятся разные виды двустворчатых моллюсков, которые частично или полностью зарываются в мягкие грунты.

Традиционными и наиболее востребованными видами двустворчатых моллюсков являются представители рр. *Mytilus* и *Ostrea*, в то время как клемы АЧБ в связи с трудоемкостью добычи и переработки практически недоступны широкому потребителю. Тем не менее, клемы давно занимают значительное место в мировом промысле и аквакультуре двустворчатых моллюсков. Данные по мировому промыслу и аквакультуре закапывающихся моллюсков присутствуют в

ежегодных отчетах ФАО, более половины добываемых двустворчатых моллюсков выращивают на предприятиях аквакультуры [1].

Высокая пищевая ценность и особенности строения двустворчатых моллюсков обуславливают их промысловое значение, а также способность образовывать плотные скопления за сравнительно короткий промежуток времени, что существенно облегчает их промысел и культивирование.

В Азово-Черноморском бассейне (АЧБ) обитает ряд закапывающихся моллюсков: *Anadara kagoshimensis*, *Mya arenaria*, *Chamelea gallina*, *Donax trunculus* и *Donax semistriatus*, моллюски р. *Cerastoderma* и др.

Полномасштабные исследования качества и безопасности мяса клем АЧБ не проводились, работы, связанные с разработкой технологии их культивирования, носили эпизодический характер.

Исследование пищевой ценности и расширение ассортимента пищевых двустворчатых моллюсков Азовского моря может служить одним из этапов в формировании научных основ культивирования клем. Алгоритм проведенного исследования заключался:

- в обзоре информационных источников о ресурсной доступности закапывающихся двустворчатых моллюсков (клем) – объектов мирового промысла и аквакультуры;
- анализе тенденции в развитии аквакультуры закапывающихся моллюсков в РФ;
- исследовании размерно-массового состава, теххимических характеристик и пищевой ценности закапывающихся моллюсков Азовского моря;
- исследовании показателей безопасности клем;
- разработке технологии пищевых продуктов и

технической документации.

Авторы выражают благодарность за помощь в проведении исследований Л. В. Донченко, д-ру техн. наук, профессору, директору НИИ Биотехнологии и сертификации пищевой продукции, руководителю ИЛ «Центр качества пищевой продукции», руководителю Департамента по реализации проекта «Здоровое питание» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина».

ГЛАВА 1. ЗАКАПЫВАЮЩИЕСЯ ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ (КЛЕМЫ) – ОБЪЕКТЫ МИРОВОГО ПРОМЫСЛА И АКВАКУЛЬТУРЫ

Класс *Bivalvia* Linnaeus, 1758 – двустворчатые, или пластинчатожаберные моллюски включает около 20000 видов [2]. Большинство двустворчатых ведут сидячий (прикрепленный) или малоподвижный образ жизни, проводя всю жизнь на одном месте там, где они оседают на стадии личинки. Все свободноживущие двустворчатые (кроме сверлящих форм) являются бентосными организмами, т.е. живут на поверхности дна или зарываются в субстрат: песок, ил, гальку, фрагменты кораллов. Многие из них живут в приливно-отливной (литоральной) зоне, где грунт остаётся влажным даже в отлив. «...Закапываясь в грунт, двустворчатые предохраняют себя от ударов волн, обезвоживания и перегрева во время малой воды, а также от перепадов солёности воды, вызванных дождями. Кроме того, это спасает от многих хищников» [3].

У закапывающихся моллюсков, в отличие от живущих на мелководьях и прикрепляющихся нитями биссуса к субстрату, «...развиваются особые выросты мантии – сифоны, через которые засасывается и выводится вода, необходимая для дыхания и питания моллюска. Моллюски, живущие на поверхности грунта или закапывающиеся в него неглубоко, имеют лишь зачаточные сифоны или вообще лишены их, например, сердцевидки, венусы и др.» (рис. 1.1) [3].

Термин «клемы» (clams, англ.) используют для названия большинства съедобных двустворчатых моллюсков, кроме мидий и устриц. Мясо моллюсков очень нежное с легким сливочным вкусом, напоминает по консистенции мясо мидий, но сочнее.

В Черном море более 200 видов моллюсков [4, 5], из них двустворчатые моллюски являются второй по разнообразию группой. Моллюски населяют всю кислородную зону, от супралиторали (пр. *Donacilla*, *Donax*, *Mytilaster* и др. [6]) до границ сероводородной зоны (*Modiola* и др. [7]), все виды мягких и твердых субстратов, имеющих в море.

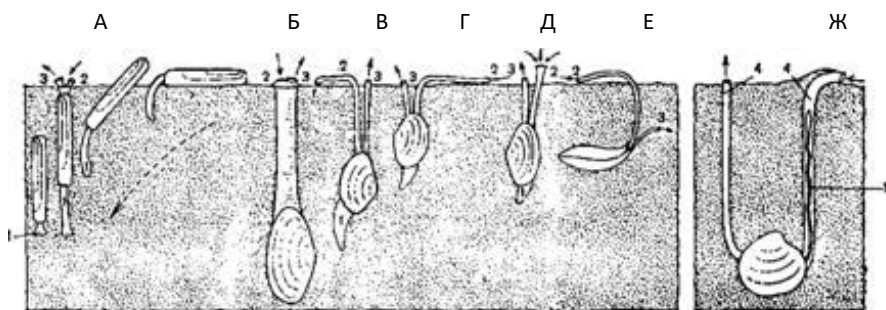


Рисунок 1.1 – Двустворчатые моллюски, глубоко закапывающиеся в грунт (схема): А – морской черенок солен, стадии закапывания; Б – мия; В – скробикулярия; Г – теллина; Д – донакс; Е – макома; Ж – тиазира: 1 – нога; 2 – вводный сифон; 3 – выводной сифон; 4 – трубчатый ход, выставленный слизью (стрелки показывают направление тока воды) [3]

В последние десятилетия в Азово-Черноморском бассейне появился ряд стихийных аутоакклиматизантов, которые смогли создать здесь устойчивые популяции. К ним относятся представители двустворчатых моллюсков – анадара *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906)

(сем. Arcidae Lamarck, 1809) и *Mya arenaria* (Linnaeus, 1758) (сем. Myidae Lamarck, 1809). Эти виды являются перспективными объектами промысла и представляют большой интерес для аквакультуры [8].

Для решения задач по добыче и разведению клем необходимы комплексные эколого-физиологические исследования особенностей размножения и раннего развития отдельных видов моллюсков в определенных условиях обитания. Важно изучить особенности функционирования половых желез у моллюсков в течение годового репродуктивного цикла каждого видов, методы стимулирования созревания производителей, оценки физиологического состояния, толерантности ранних стадий к важнейшим параметрам среды, а также особенности выращивания до товарных размеров.

В разделе проанализированы и обобщены материалы по биологии клем и их разведению.

1.1 Видовое разнообразие, особенности биологии, распространение, промысел и аквакультура закапывающихся моллюсков

К двустворчатым клемам относится большое количество видов съедобных и вкусных моллюсков из разных семейств. Клемы отличаются обычно хорошим темпом роста и высоким качеством мяса. Их культивируют в Западной Европе, Америке, в Юго-Восточной Азии. Для жителей этих регионов моллюски являются традиционным продуктом питания.

В основном их культивируют на грунте, на окультуренных участках, т. н. «парках», засевая их спатом – молодью моллюсков. Используют также и методы подвесных способов культивирования, например,

выращивание в садках и на плотках. Молодь клем собирают на природных банках или культивируют отдельно в питомниках, затем переносят в садки или на участки дна, очищенные от хищников, водорослей и корневищ морских трав.

В США, Великобритании и Франции разводят мерценарию *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758), которая достигает 10–12 см в длину. Обитает она в основном на песчаных грунтах.

Мию *Mya arenaria* (Linnaeus, 1758) – песчаную ракушку, выращивают в США, странах Северной Европы. В странах Юго-Восточной Азии выращивают *Anadara granosa*, *A. subcrenata* и многих других моллюсков: *Atrina japonica*, *Fulvia mutica*, *Meretrix lusoria*, *Sinonovacula constricta* и др. Моллюски, как правило, собирают в местах естественного обитания и пересаживают в более благоприятные места районы культивирования. В Японии выращивают тапеса *Ruditapes philippinarum* (= *Tapes semidecussata*), в Австралии, Новой Зеландии и Венесуэле – перну *Perna perna* с использованием коллекторов и субстратов.

В государствах Западной Европы добывают и выращивают кардиум, или съедобную сердцевидку *Cerastoderma edule* (сем. Cardiidae Lamarck, 1809). Молодь моллюска собирают в естественных условиях и переносят на заранее подготовленные участки дна, где кардиумы растут до промысловых размеров [9, 10].

В Европе ведущим производителем клем является Италия; в этой стране потребление кардиумов самое высокое в Европе и составляет более 50 % от общего вылова. Более того, внутреннее потребление

увеличивается, о чем сообщает International Seafood (Интернешнл Сифуд).

В 2018 г. (по официальным статистическим данным) в Италии было произведено около 85 тыс. тонн клем *Veneridae* (Rafinesque, 1815), а именно *Ruditapes decussates*, *Ruditapes philippinarum*, *Venerupis corrugata* и *Chamelea* (= *Venus*) *gallina*. Объем производства клем в стране растет и пока не удовлетворяет растущий спрос на итальянском рынке.

Италия является единственной европейской страной, которая входит в список ведущих мировых производителей клем, уступая Китаю, США и еще пяти азиатским странам. В Испании потребление клемов почти такое же, как в Италии. Клемы также добываются и потребляются в Португалии и Франции. В этих странах отмечается удивительная способность моллюсков родов *Ruditapes* и *Venerupis* (сем. *Veneridae*) быстро восстанавливать свою численность, несмотря на высокие показатели ежегодной добычи. Восстановление их запасов происходит уже на следующий год.

По данным ФАО в 2018 г. в мире было выращено 4139,2 тыс. тонн *Ruditapes philippinarum*. В последние годы ежегодно на предприятиях аквакультуры мира выращивают более 17500 тыс. тонн моллюсков [11].

При анализе зарубежного опыта культивирования моллюсков выявлено, что при всем разнообразии способов, наиболее распространенным является способ выращивания клем в литоральных зонах, на грунте, в специально подготовленных морских участках – «парках», очищенных от водорослей и защищенных от хищников сетками. Таким же способом в Португалии, Египте,

Испании выращивают моллюсков *Venerupis corrugata* (= *V. senegalensis*, = *V. pullastra*...) (Gmelin, 1791).

Venerupis corrugata – закапывающийся в песок и илистый грунт двустворчатый моллюск (рис. 1.2), фильтрующий воду через сифоны (входной и выводной), улавливая с их помощью органические вещества (детрит) и фитопланктон. Жабры представляют собой две пары пластинок, состоящих из нитей. Моллюски обитают на песчаных пляжах риас (затопленных речных долинах). *V. corrugata* может закапываться в песок, гравий или илистое дно, от отметки отлива до глубин 40 м [1].

Моллюск раздельнополый, хотя встречаются и гермафродиты. Оплодотворение внешнее. Размножение происходит в летний период. Разводят его и в питомниках. Весной моллюсков можно искусственно подготовить к нересту (провести кондиционирование) с помощью подогрева воды и обильного питания [1].

Производственный цикл достаточно прост. Весной фермеры собирают спат в своих собственных парках (на огороженных от хищников участках дна в литоральной зоне) или в естественных популяциях моллюсков. Спат собирают с песком с помощью маленькой лопатки, пропускают через сито, чтобы отделить моллюсков от песка, и высевают на свои «парки» для выращивания плотностью около 800 моллюсков на 1 м² (рис. 1.3).

Посадочный материал также можно приобрести в питомниках, где селекционеры выращивают спат размером не менее 40 мкм в течение 30–40 дней при температуре 20 °С. Для этого половозрелых моллюсков (производителей) кормят одноклеточными водорослями до начала индукции созревания гамет. Созревание гамет можно ускорить температурной стимуляцией,

повышением температуры с 10 до 26 °С, выдерживанием производителей при этой температуре в течение 30 минут, а затем снижением до 15 °С в течение нескольких минут; затем цикл повышения температуры до 26 °С и её повторного понижения повторяется до тех пор, пока гаметы не будут выметаны.

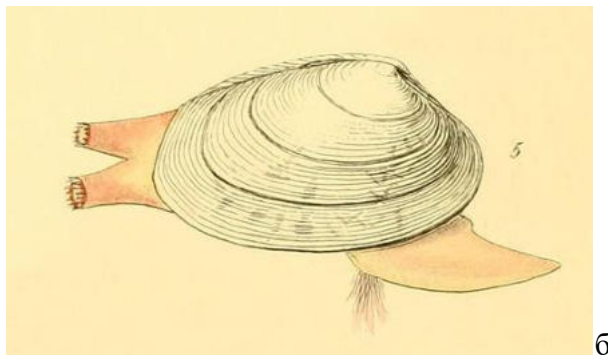


Рисунок 1.2 – *Venus corrugata* (a). Subtidal, in sand, Málaga, Andalucia, S. Spain. 27–28 mm. The animal in Forbes & Hanley: *A history of British Mollusca and their shells* vol. I, London 1853, plate L.(б)

[Источник: http://www.idscaro.net/sci/04_med/class/fam5/species/vener_corrugata1.htm]

Добавление гомогената половой железы самца в емкость с самками также может ускорять процесс вымета

яиц. Оплодотворенные яйца переносят в 10-литровую емкость, где через 48 часов появляются личинки велигеры. Личинок переносят в садки, установленные в проточных бассейнах, и выращивают при плотности 3000 экз./л. Их кормят одноклеточными водорослями каждый день в течение первой недели, а затем каждый второй день до завершения метаморфоза.

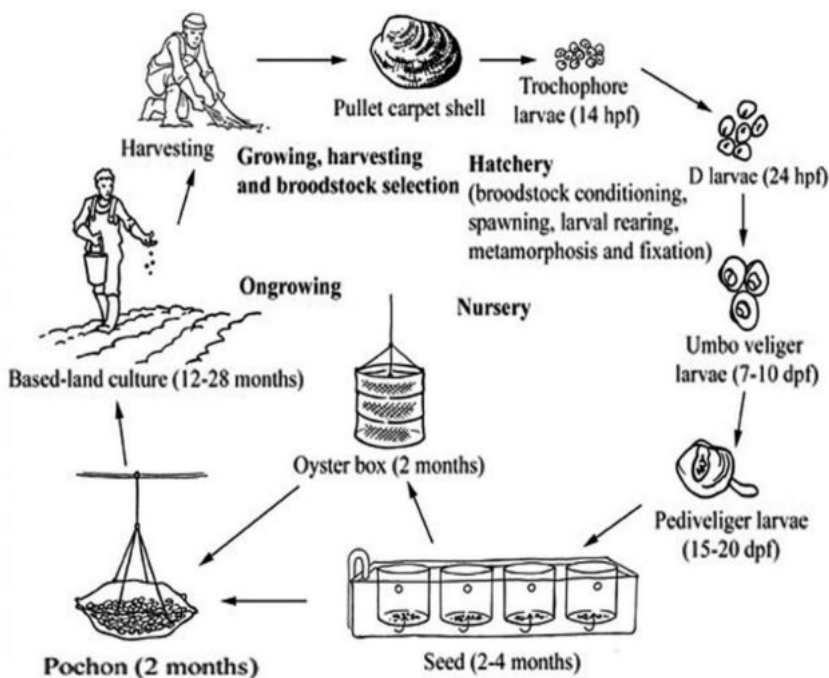


Рисунок 1.3 – Схема культивирования закапывающегося моллюска на примере *Venerupis corrugata* (= *V. pullastra*).
 FAO, 2009 *Venerupis pullastra*. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by A. Figueras, edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. CD-ROM (multilingual) [12]

Моллюсков можно также выращивать в питомниках с контролируемым питанием одноклеточными водорослями или в сетчатых контейнерах. Альтернативой является перекачка экологически чистой воды во внутренние резервуары, где моллюски помещаются в цилиндрические контейнеры диаметром около 50 см и длиной 20 см с дном из жесткой сетки (см. рис. 1.3).

Полученный спат используется для засева парков. Большинство моллюсков погружаются в субстрат в течение часа после посева, закапывание в грунт снижает уровень дефектов развития раковины. Моллюсков можно размещать либо на грунте без какого-либо контроля, кроме периодической очистки, либо в конструкциях, таких как сетки, которые могут свести к минимуму воздействие хищников, но несколько увеличить расходы на содержание.

Основное внимание в США уделяют культивированию моллюска *M. mercenaria*, обитающего в водах с различной соленостью на глубинах до 15 м. Мерценария чаще встречается на песчаных грунтах и грунтах с битыми створками моллюсков, достигая в длину до 10–12 см.

Общая схема представлена на рисунке 1.4 [13].

На морских фермах не только выращивают молодь мерценарии, собранной в естественных условиях, но и проводят многочисленные исследования по искусственному ее разведению. Производственные системы, используемые для культивирования мерценарий, могут быть интенсивными (включающие инкубацию, выращивание и кормление) и экстенсивными (с подкармливанием). Спат (личинки) мерценарий выращиваются на питомниках (в инкубаториях).

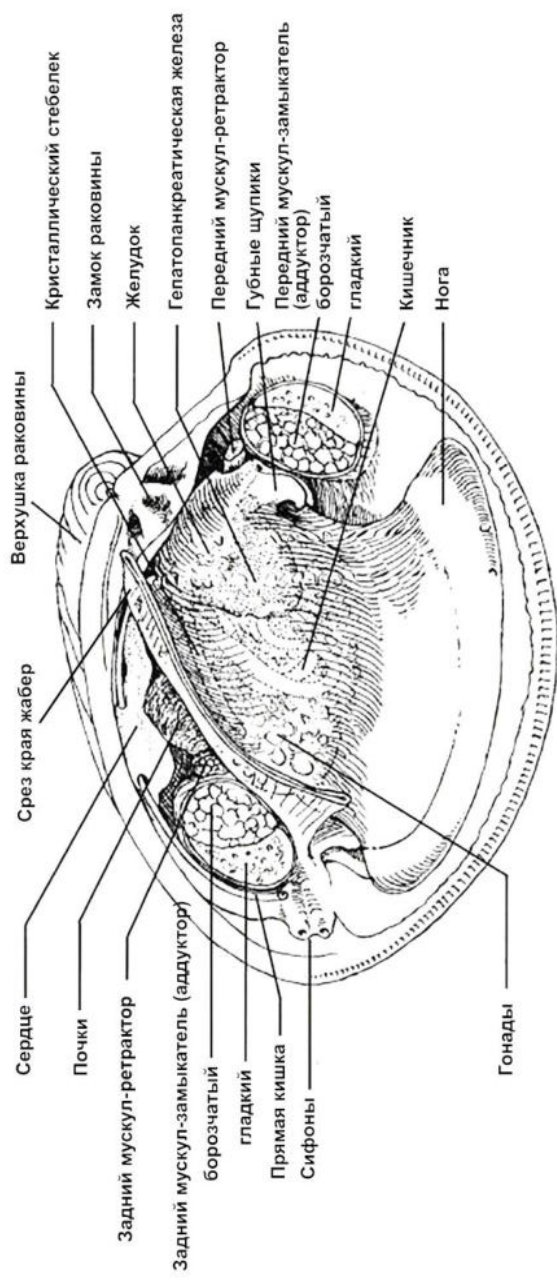


Рисунок 1.4 – Общая анатомия моллюска *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758)
(Illustration by A.J. Lippson, Bozman, MD.)

Производственный цикл начинается с кондиционирования (подготовки) взрослых организмов с хорошо развитыми гонадами (рис. 1.5). Подготовка производителей основана на ряде методов. Для раннего нереста взрослых особей можно кондиционировать в питомнике, повысив температуру воды и добавляя им достаточное количество одноклеточных водорослей в качестве корма. Подготовка занимает от четырех до десяти недель в зависимости от физиологического состояния репродуктивной системы производителей перед кондиционированием. Моллюсков также можно размещать в местах с высокой растительностью, чтобы они были естественным образом подготовлены и нерестились позже, в сезон.

Для получения посадочного материала половозрелых моллюсков размещают в специальных контейнерах с проточной, отфильтрованной водой и песчаным дном. Обычно после кондиционирования взрослых особей массово выводят на нерест, помещая их в ванну с морской водой, температуру которой можно регулировать. Половые продукты у мерценарии созревают при температуре 23–30 °С. Сперматозоиды, микроводоросли, или серотонин можно использовать в качестве стимуляции для высвобождения гамет. Их выброс стимулируется резким изменением температуры или добавлением спермы самцов в сосуды с самками.

Оплодотворенные яйца удерживают сетчатой тканью, а затем их подсчитывают и распределяют по резервуарам для развития. С появлением личинок в воду вносят кормовые одноклеточные водоросли. Личинок содержат отдельно от взрослых моллюсков в стеклянных или пластмассовых аквариумах. Через два дня личинки достигают стадии велигера, их удаляют из аквариума,

рассаживают в разные емкости и кормят одноклеточными водорослями. Этот процесс повторяется в течение 7–14 дней до пересадки в системы оседания. Моллюсков извлекают из резервуаров для личинок и помещают в контейнеры с сетчатым дном, в которые вода с одноклеточными водорослями поступает сверху, или помещают непосредственно в каналы и снабжают небольшим протоком воды (рис. 1.5). Моллюски остаются в системах оседания или с ограниченным протоком в течение одной-двух недель. Затем моллюсков помещают в контейнеры с сетчатым дном, при этом вода течет вверх через спат (апвеллинг).

Молодь, достигшую 1–2 мм, размещают по 100–300 шт. в круглых лотках диаметром 20 см и высотой 5 см. Сверху лотки закрывают сетчатыми крышками и выставляют в море. Крышки препятствуют проникновению хищников в лотки и вымыванию молоди течениями. В таких устройствах моллюски находятся до тех пор, пока не вырастут до 1,0–1,5 см. Затем молодь переносят на песчаные гряды (банки). Сверху моллюсков прикрывают сетчатыми корзинами, и они растут в естественных условиях до промысловых размеров. С одного гектара мерценариевых хозяйств получают до 2,5 млн шт. товарных моллюсков.

Моллюски могут оставаться в апвеллинговых системах до тех пор, пока не достигнут высоты 2–5 мм, а затем распределяются по желобам, сетчатым мешкам на грунте или содержатся в апвеллинговых системах, где вырастают до размеров, пригодных для посева (8–15 мм).

Молодь высевают на парках в мелководных приливных субтропических зонах. Участки покрывают

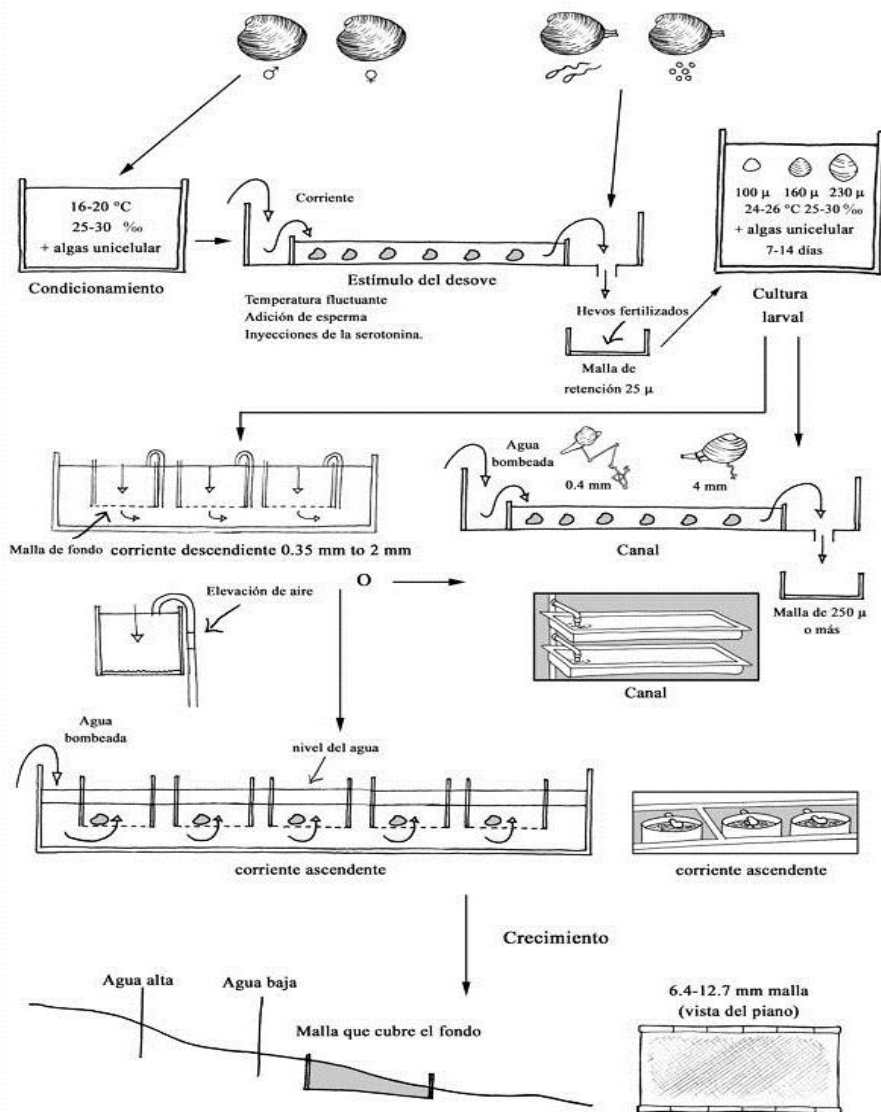


Рисунок 1.5 – Схема культивирования *Mercenaria mercenaria*.
 ФАО, 2009. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by
 Kraeuter, J. N. Edited and compiled by Valerio Crespi and
 Michael New. CD-ROM [13]

пластиковой сеткой (ячея 6,4 или 12,7 мм) для защиты от хищников.

Молодь высевают на парках в мелководных приливных субтропических зонах. Участки покрывают пластиковой сеткой (ячея 6,4 или 12,7 мм) для защиты от хищников. В некоторых местах моллюски помещают в сетчатые мешки, которые укладывают на участках. Уход за участками включает регулярные осмотры (по крайней мере, еженедельно) для проверки сетки на предмет возможных повреждений и удаления прикрепившихся организмов – хищников и обрастаний. Моллюски достигают промысловых размеров через 1–1,5 года в южных водах и через 2–4 года в более северных районах.

Наибольшим спросом пользуются молодые мерценарии, что весьма целесообразно с экономической точки зрения, так как позволяет сократить сроки выращивания, повысить выход продукции с единицы площади в результате увеличения оборота морских ферм.

В РФ в отдельных акваториях Приморского края ведется промысел мерценарии *Mercenaria stimpsoni* (A. Gould, 1861), освоение ресурсов начато в 2010 г. В настоящее время ежегодная установленная квота на вылов в 600 т осваивается в среднем на 54 %. Промыслом охвачен ряд поселений моллюсков в водах северного Приморья, и при развитии прибрежного рыболовства следует ожидать расширения его географии.

Оценённые запасы объекта у берегов Приморского края являются суммой биомасс поселений вида, находящихся на отдельных акваториях [14]. «...Запас исследуемого вида в заливе Петра Великого оценён в 2400 т на площади 1400 га, на акватории от мыса Поворотный до мыса Золотой – 24000 т на площади

8700 га. Таким образом, суммарный запас мерценарии у берегов Приморского края составляет примерно 26000 т на площади 10100 га (цит. по [15]). Моллюски являются промысловыми по достижению размера 55 мм по длине раковины (цит. по [16])» [13].

На Японских островах выращивают *Ruditapes philippinarum* (A. Adams & Reeve, 1850). Для этого подходящие участки дна в прибрежных районах освобождают от хищников и огораживают бамбуковыми решетками или сетками. Молодь высевают на грунт, прикрывая сверху песком или гравием, через 1–2 года моллюски вырастают до промысловых размеров.

В Южной Корее на мелководных участках дна, огражденных сетями, культивируется моллюск *Meretrix lusorina* (Röding, 1798).

В прибрежной зоне северных и дальневосточных морей, у берегов Европы и Америки, а также, в дальневосточных и европейских морях России, в Баренцевом, Белом и Балтийском морях обитает *Mya arenaria* (Linnaeus, 1758) [17, 18]. Мия в основном встречается в верхней зоне приливов в заливах и эстуариях, но также ее находят в зонах низких приливов и мелководий сублиторали, а иногда и в более глубоководных районах. Взрослые особи могут переносить снижение солености до 10 ‰ и температуру от минус 2 до 28 °С и могут выживать в бескислородной среде до 8 дней.

В Черном море вид был впервые обнаружен на побережье Одесского залива в штормовых выбросах в 1966 г. [19]. По-видимому, особи были случайно завезены из Северного моря или атлантического побережья Северной Америки [20]. В конце 60-х гг. *M. arenaria*

попала в Азовское море [21]. За три десятилетия она распространилась практически по всему Азово-Черноморскому бассейну и, предпочитая песчаные грунты, образовала обширные самостоятельные биоценозы на глубинах от 0 до 26 м. На отдельных участках плотность поселения составляла 1300 экз./м², биомасса – 4,2–5 кг/м² [22, 23]. Первые находки *M. arenaria* в Средиземном море датируются 1976 г. [24].

Мия имеет сравнительно тонкостенную раковину, закругленную на переднем и притупленную на заднем конце. Замок на раковине почти отсутствует. Вместо него на створках имеется сильно развитый внутренний лигамент и более слабый наружный [25], изредка на каждой створке имеется по одному зубовидному выросту (рис. 1.6).

Длина раковины может достигать 13–15 см. Окраска раковины варьирует от грязно-белой до желтоватой.



Рисунок 1.6 –Створки закапывающегося моллюска
Mya arenaria (Linnaeus, 1758)

Мантийные лепестки мягкой части тела тесно сращены между собой оставляя пространства лишь для

функционирования ноги. В то же время «...входной и выводной сифоны сильно развиты (лучше, чем у других двустворок) и представляют собой две утолщенные сросшихся между собой трубки, которые даже при максимальном сокращении не убираются в полость раковины (рис. 1.7).

Когда сифон вытягивается, то его длина становится в 4–5 раз больше длины раковины» [26]. Таким образом, у крупных экземпляров мии длина сифонов может достигать 0,4–0,5 м, т.е. на такую максимальную глубину песчаная ракушка может закапываться в грунт. На поверхности дна можно увидеть кончик утолщенного сифона с двумя отверстиями.

Мия является типичным фильтратом, извлекая из воды взвешенные в ней пищевые частицы и кислород путем прогонки воды через сифон. «Расправление сифонов осуществляется не под давлением гемолимфы, как у митилид, а под давлением воды, находящейся в мантийной полости. Поступающая в нее вода засасывается через вводной сифон и за счет работы ресничек эпителия омывает жабры (ктенидии), снабжая их кислородом» [3]. Затем вода, насыщенная продуктами жизнедеятельности моллюска, выводится в окружающую среду через выводной сифон.

M. arenaria питается микроскопическим планктоном (жгутиконосцами, диатомовыми водорослями и бактериями) и органическим детритом, который моллюск отфильтровывает из воды. Крупная взрослая особь может профильтровать более 50 л воды в день.

Мия раздельнопола, хотя изредка наблюдаются случаи гермафродитизма [27]. Соотношение самцов и самок близко 1:1. Исследование ирландских ученых показало некоторое преобладание самцов (в соотношении

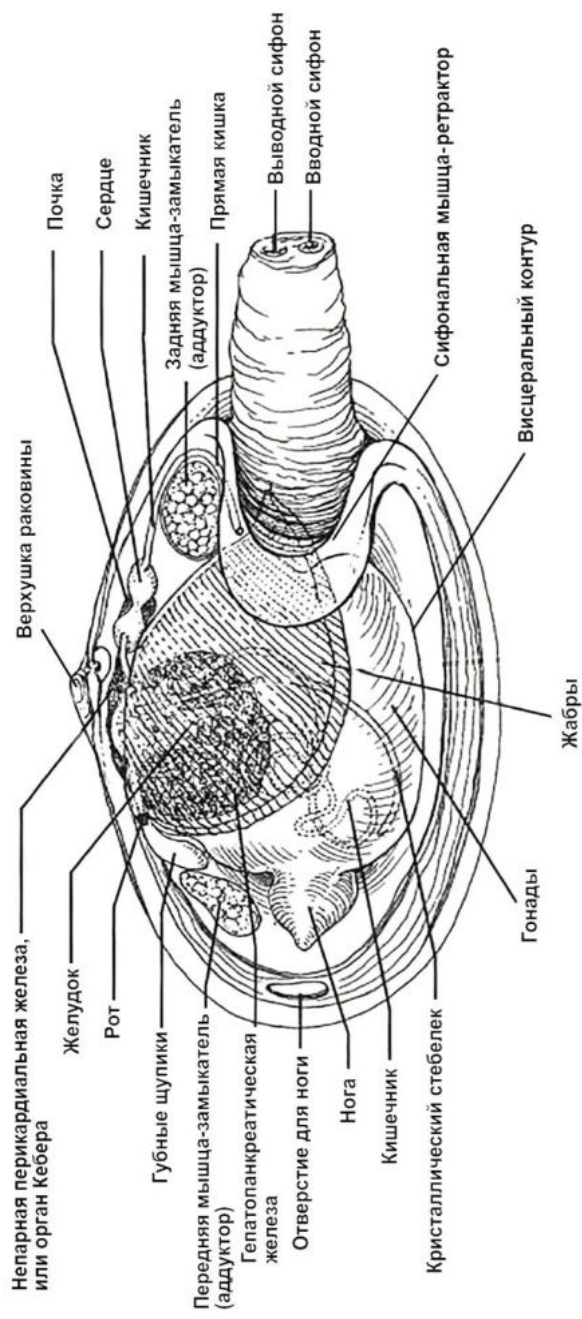


Рисунок 1.7 – Общая анатомия *Mya arenaria* (Linnaeus, 1758)
 (Illustration by A.J. Lippson, Bозman, MD.)

самцов и самок – 1,15:1) в популяции мии из залива Банноу (Ирландия) [28], а в проливе Лонг-Айленде (США) обнаружено небольшое, но заметное смещение этого соотношения в сторону самок [29], что, по-видимому, связано с особенностями условий обитания.

У *M. arenaria* «...парные гонады расположены в спинной части висцерального мешка у ноги и среди дивертикул пищеварительной железы. Ацинусы гонад соединяются в выводном отверстии, открывающимся в мантийную полость. Зрелые яйца и сперма, попадая в мантийную полость, током воды через выводной сифон выносятся наружу в толщу морской воды, где и происходит оплодотворение, эмбриогенез и личиночное развитие» [3].

Половой зрелости *M. arenaria* достигает в 1–4 года при длине 2–5 см. Продолжительность жизни мии в разных географических регионах варьирует от 4 до 28 лет при длине от 27 до 150 мм. Максимальная продолжительность жизни в Белом море составляет до 25 лет [30].

На восточных побережьях Северной Америки *M. arenaria* обычно начинает нерест в мае или июне, и затем нерест может продолжиться в течение двух-трех месяцев. Большая часть европейских популяций мии нерестится один раз в год [31–34], в некоторых районах отмечены два периода нереста, происходящие весной и осенью [26, 28], например, в Ослофьорде (Норвегия), и у южного побережья Англии нерест наблюдался два раза в год [35, 36]. *M. arenaria*, обитающая в Ирландии, нерестится один, иногда два раза в год, весной или летом при температуре 10–15 °С, но после холодных зим может пропускать нерест [28].

Условия окружающей среды, такие как температура воды, доступность пищи и наличие загрязнения, влияют на гаметогенез и нерест *M. arenaria* [37].

Плодовитость самок зависит от размеров [38]. Самка может произвести до миллиона или более планктонных икринок за один нерест [39]. При этом количество икринок, производимых одной самкой, экспоненциально возрастает с увеличением размера самки [40]. Моллюск с раковинной длиной 3 см может произвести только около 1300 икринок за период нереста, тогда как моллюск длиной 5 см – 9300 яиц, а моллюск длиной 10 см – 85100 яиц. Таким образом, более крупные моллюски играют важную роль в поддержании уровня популяции.

В Чесапикском заливе (США) моллюски с «мягкими панцирем» обычно нерестятся дважды в год; один раз в середине-конце осени и один раз поздней весной. Фактическая продолжительность нереста зависит от температуры воды, поскольку моллюски могут выбрасывать яйца только в воде с температурой 10–20 °С, а наиболее эффективно – при температуре 12–15 °С [41]. В некоторых районах оптимальные температуры наблюдаются только в течение нескольких недель в году, и, если продолжительность существования этих условий слишком мала, моллюски могут вообще не нереститься.

Во время нереста как яйцеклетки, так и сперматозоиды выделяются наружу. Было обнаружено, что вероятность успешного внешнего оплодотворения у донных беспозвоночных резко снижается как с разбавлением сперматозоидов, так и с возрастом сперматозоидов. Оба этих фактора усиливаются с увеличением расстояния между нерестящимися взрослыми особями, поэтому более высокая плотность

взрослых особей приводила к более высокому показателю оплодотворяемости яиц. По всей видимости, это означает, что районы с высокой плотностью популяции взрослых особей вносят непропорционально большой вклад в производство личинок [42].

Зрелые яйца мии сферической формы, диаметром 68–73 мкм, в среднем 70,5 мкм [40]. Трохофора образуется через 1–1,5 суток. Личинки на стадии прямого замка (D – личинки) имеют размеры (мкм): L – 86, H – 71 мкм. Велигер превращается в ювенильного моллюска при длине раковины примерно 200–300 мкм, примерно за одну-три недели, в зависимости от температуры [43, 44]. Стадия велигера характеризуется наличием велума – образования, напоминающего покрытые ресничками лопасти. Личинки ведут планктонный образ жизни на протяжении 2–5 недель, редко 6, дрейфуя в планктоне, прежде чем осесть на дно в виде крошечных моллюсков длиной около 0,2 мм (рис. 1.8) Весь личиночный период до стадии оседания заметно варьирует во времени и протекает от 10 до 35 суток.

Оседание происходит перед началом метаморфоза, поселившиеся на дне моллюски проводят 2–5 недель, ползая и плавая, иногда прикрепляясь к камням или другим предметам, прежде чем зарыться в осадок, оседают на дно и перемещаются по дну при помощи ноги, формирующейся перед оседанием. После завершения метаморфоза молодь начинает закапываться в грунт. Первоначальное место закапывания не изменяется на протяжении всей жизни. Молодые моллюски могут всё же поменять его в случае, если их тревожат, могут зарыться обратно, но моллюски постарше, чья ножка намного

меньше по сравнению с размером моллюска, повторно закапаться уже не могут. Взрослые особи из-за своих больших размеров больше не перемещаются и ведут полностью сидячий образ жизни [43].

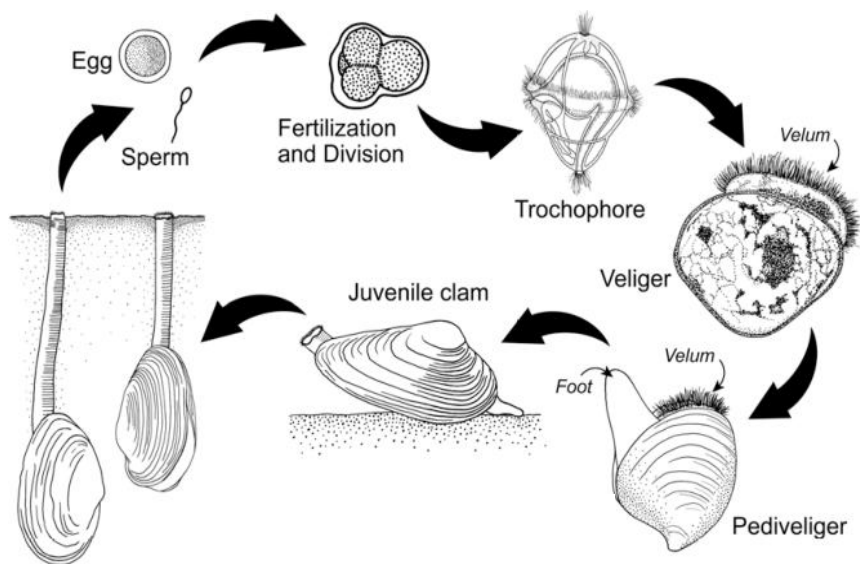


Рисунок 1.8 – Жизненный цикл моллюска *Mya arenaria* [44]

Личинки и молодь этого моллюска являются кормом планктоноядных и бентосных рыб, а высокая скорость размножения, быстрый рост, легкая приспособляемость к новым условиям делают мию удобным объектом для промышленного выращивания [25].

В ряде стран мия является ценным пищевым продуктом, а в США считается деликатесным блюдом и пользуется широким спросом у населения. Стоимость ее на мировом рынке почти такая же, как и устриц и

соответственно значительно выше, чем у мидий (Fish production..., 1998). В связи с этим, в ряде стран мия является важным объектом марикультуры [44]. В частности, этот вид успешно культивируется в донном варианте – на грунте. С этой целью на плотных грунтах раскладываются битый камень и галька слоем 3–8 см, являющиеся своеобразным субстратом для оседания спата мии (Castagna, 1970, цит. по [44]). В то же время мию можно выращивать подвесным способом в толще воды.

Взрослая мия, будучи типичным организмом инфауны, в молодом (ювенильном) возрасте обладает биссусной железой, выделяющей прочный биссус, способна прикрепляться к твердому субстрату [43].

M. arenaria в настоящее время занимает широкий географический ареал в северном полушарии, на восточном и западном побережьях Северной Америки, где она коммерчески важна для рыболовства и аквакультуры [28]. Только в 2008 г. Национальная служба морского рыболовства США сообщила о вылове примерно 1,73 млн кг моллюска на сумму свыше 16 млн евро [45].

Одним из перспективных объектов для разведения является также *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906). Этот вид характерен для побережья морей Юго-Восточной Азии и широко распространен в Индийском и Тихом океанах [46–50]. В Китае, Японии, Малайзии, Таиланде арковые широко используются в качестве объекта марикультуры [46, 48, 49].

В Азово-Черноморском бассейне вид-аутоакклиматизант появился стихийно. В 1969 г. он был обнаружен в Средиземное море, в 1981 г. отмечен на шельфе Болгарии и Румынии [50, 51]. Однако согласно

данным Н. В. Шадрина «...первое обнаружение анадары в Черном море датируется 1968 г., то есть практически одновременно с таковым в Адриатике. По-видимому, вселение вида могло происходить независимо в разные бассейны и различные участки одного бассейна, пригодные для его обитания. Проникновение анадары в Черное море, а также другие районы средиземноморья, вероятно, произошло путем завоза его личинок с балластными водами морских судов» [52].

Створки раковины анадары выпуклые толстостенные, соединенные прямым замком (рис. 1.9, а). На лигаментной площадке раковины анадары имеются шевронные борозды (рис. 1.9, б), которые формируются под воздействием эндогенных, внутренних ритмов моллюска [53]. Их количество связывают с возрастом. Первая шевронная борозда, вероятно, появляется на первом году жизни, вторая наблюдается у особей возрастом старше 2-х лет, третья шевронная борозда закладывается у особей старше 4-х лет [54]. В последнее время в Керченском проливе в выбросах встречаются раковины с 4 шевронными бороздами и более (рис. 1.10), что позволяет предположить о большей продолжительности онтогенеза вида в районе вселения, чем отмечалось ранее – не более 7 лет (+6) [49, 543]. Нижние края створок зазубренные.

У молодых особей раковина неравностворчатая, левая створка больше и частично охватывает правую, у взрослых выравнивается. Макушка створок широкая, слегка смещена к переднему краю толщина стенок до 2,9 мм. Замочный край с непрерывным рядом многочисленных (40–50) однорядных зубов. Нижние края створок зазубренные. Структура состоит из множества радиальных ребер. На долю раковины

приходится от 51 до 65 % массы моллюска, с возрастом эта доля увеличивается. Отношение высоты к длине – 0,69–0,88, ширины к длине – 0,53–0,84. Цвет раковины белый, с кремовым оттенком, темный коричнево-черный перистракум находится около краев.



Рисунок 1.9 – Створки раковины *Anadara kagoshimensis* (Токунaga, 1906)



Рисунок 1.10 – Шевронные борозды раковины анадары (Азовское море, Керченский пролив, 2023 г.)

В западной части Чёрного моря средняя длина и масса моллюсков равны $(39,28 \pm 0,26)$ мм и $(24,84 \pm 0,37)$ г. У побережья Турции в районе г. Гиресун (Giresun) на глубине 15 м обнаружены особи с максимальными размерами более 85 мм [49]. В своем естественном ареале может достигать длины 95–120 мм. В Керченском проливе максимальная длина раковины – 65 мм [55], а в Азовском море при возрасте моллюсков 5–6 лет длина в среднем достигает 50 мм [46].

В отличие от многих других моллюсков у анадары красная кровь, так как содержит гемоглобин (гемолимфу), поэтому моллюска называют «кровавой ракушкой» (рис. 1.11) [56–57].



Рисунок 1.11 – Мясо и красная гемолимфа
A. kagoshimensis (Tokunaga, 1906)

В Чёрном море анадара обитает как на песчаном, так и каменистом грунте, встречается в песке с зарослями морских трав на глубинах до 20 м. Эвритермный и эвригалинный моллюск и, хотя оптимальная соленость

для него около 30 %, легко переносит опреснение до 10 %. Хорошо адаптируется к дефициту кислорода и выживает в условиях гипоксии и аноксии.

К 2014 г. анадара достигла промысловой численности в Азово-Черноморском бассейне и была включена в «Перечень видов водных биоресурсов, в отношении которых осуществляется прибрежное рыболовство» (Приказ Минсельхоза России от 03.04.2013 № 165) (в ред. Приказа Минсельхоза 27.01.2014 № 22), введено Приказом Минсельхоза России от 05.08.2015 № 342).

По данным пресс-службы АзНИИРХ установлен рекомендованный объем добычи двустворчатого моллюска анадары в Азовском море на 2023 г. на уровне 1,5 тыс. тонн. Отмечается, что данный моллюск представляет собой перспективный объект промысла, к которому проявляют интерес рыбодобытчики [58].

В связи с тем, что двустворчатый моллюск *A. kagoshimensis* рассматривается в качестве объекта конхиокультуры Чёрного моря, необходимы исследования по разработке эффективных технологий выращивания вида в новых условиях, которые существенно отличаются от условий в нативном ареале. Прежде всего – это отсутствие обширных литоральных зон и более благоприятных температур для зимовки и размножения, соответствующих тропическим и субтропическим климатическим поясам. Поэтому изучение зарубежного опыта культивирования, как и особенностей биологии вида, обитающего в разных климатических условиях, представляет большой интерес.

В этом плане изучение особенностей адаптационных возможностей родственного вида субтропического вида *Anadara broughtonii* (Schrenck, 1867), обитающего на краю

ареала в заливе Петра Великого (Японское море), позволяет расширить представления о способности моллюсков семейства приспосабливаться к разным условиям среды [59]. Автором показано, что широкий сезонный диапазон температуры (от минус 1,85 до 24,8 °С) и продолжительная зима являются причиной специфических адаптаций анадары, обитающей у северной границы ареала.

В заливе Петра Великого моллюск заселяет наиболее прогреваемые бухты и заливы, где температура воды достигает величин, необходимых для роста и размножения. Спат и молодь анадары в возрасте до 2-х лет прикрепляется биссусом к твердым субстратам, часто оседает на раковины взрослых особей, на макрофитах (были обнаружены на анфельции на глубине 6–7 м в Амурском заливе) [59]. Хорошо оседает также и на искусственные субстраты, лучше всего на коллектор из капроновых веревок, где плотность достигает до 311 экз. сеголеток анадары на отрезке в 50 см.

У этого субтропического вида выявлены адаптации к условиям недостатка тепла в виде сокращения срока гаметогенеза и нереста: массовый нерест анадары начинается в третьей декаде июля при температуре придонного слоя не ниже 17 °С и длится до середины августа. В то же время сроки нереста этого вида в Японии наблюдаются в июне-августе при температуре 20–21 °С (цит. по: Kan-no, Kikuchi, 1962; Noda, 1966) [62]. При охлаждении придонного слоя до 2–4 °С *A. broughtonii* полностью погружается в грунт и в состоянии относительного, возможно анаболического покоя, проводит до 5 месяцев (с ноября по апрель). У японских берегов в более теплых условиях анадара этого вида в

анабиоз не впадает и продолжает оставаться объектом промысла.

Весной в начале апреля при прогревании придонного слоя до температуры выше 3 °С у моллюска возобновляется фильтрационная активность. Начальный период гаметогенеза проходит с середины апреля до повышения температуры до 13–16 °С (обычно третья декада мая).

С началом созревания гонад у анадары изменяется поведение, в течение преднерестового периода моллюск находится в самом поверхностном слое грунта, закапываясь на 1/2–1/3 длины раковины. В течение нерестового периода в местах обитания моллюска температура придонного слоя достигает 17–24 °С, и в это время моллюски не закапываются в грунт, а находятся практически на его поверхности [59].

Подобное поведение в Азовском море наблюдали сотрудники Бердянского отделения АзЮгНИРО и у *M. arenaria* во время летних съемок по исследованию водных биоресурсов (зав. лабораторией В.А. Гетманенко), по их наблюдениям этот период совпадал с заморами в некоторых районах моря [23].

С наступлением посленерстового периода поведение анадары залива Петра Великого снова изменяется, моллюск погружается в верхний слой грунта и оставляет над поверхностью задний край раковины, положение характерное для периода интенсивного питания. Этот период длится до конца осени при изменении температуры от 20 до 3 °С, после чего анадара начинает заглубляться в грунт.

Высокая конкурентоспособность и успех освоения *A. kagoshimensis* Азово-Черноморского бассейна во многом

определяются особенностями адаптации данного вида к экстремальным условиям обитания (недостатку кислорода, дефициту пищи). Изучению этих адаптаций и их материальных носителей в настоящее время посвящена большая часть работ в области экспериментальной физиологии и биохимии вида [60].

Еще одним видом клем, освоившим прибрежные воды АЧБ, является *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) – черноморский венус-петушок, венерка (сем. Veneridae Rafinesque, 1815). Семейство включает более 400 видов, венериды широко распространены в умеренно тепловодных и тропических морях, обитают на мелководьях прибрежной зоны, преимущественно на песчаных грунтах. *Chamelea gallina* встречается у восточных берегов Атлантики, от Норвегии до Британских островов, у берегов Португалии, Марокко, Мадейры и Канарских островов. Встречается в Средиземном, Адриатическом и Черном морях. Отмечена также в юго-западной части Азовского моря [3].

В больших объемах вид употребляется в пищу в странах Европы. В 1995 г., по данным ФАО, был зарегистрирован общий мировой вылов хамелии, составивший 42000 тыс. т. Больше всего хамелии вылавливается в Италии и Турции. В 2007 г. в Турции вылов *Ch. gallina* составил 47215 т. Поскольку в стране нет внутреннего потребления этого вида, большая часть продукции экспортируется в страны ЕС как в замороженном, так и в консервированном виде [61]. Сравнительные объемы изъятия моллюска в 2017-2021 гг. представлены на рис. 1.12. В 2019-2021 гг. суммарный вылов хамелии *Chamelea* составлял около 135,2 тыс. т, лидировали по добычи Италия и Турция; суммарный

вылов анадары *Anadara* – не превышал 60,6 тыс. т (Венесуэла, Южная Корея); вылов мии *Mya* составлял 21,7 тыс. т., донакса *Donax* – около 350 т (Испания).

У *Ch. gallina* раковина массивная, треугольная, с маленькими макушками, сдвинутыми вперед и с закругленным краем, имеющим мелкие зубчики. Ребра частые, неправильные. Окраска белая с тремя широкими бурыми радиальными полосами. Внутренняя поверхность белая, с широким лиловым пятном в задней части (рис. 1.13).

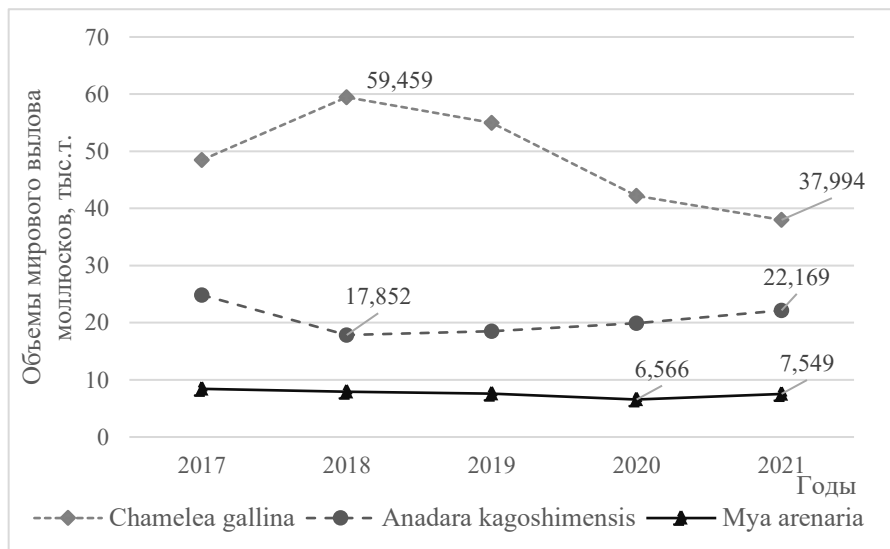


Рисунок 1.12 – Объёмы мирового промысла клем (FAO, 2023)

Ch. gallina – наиболее распространенный и массовый вид в Черном море. Встречается на глубинах от 3 до 125 м, однако глубже 30 м попадаются единичные, чаще всего ювенильные особи. У черноморских берегов Крыма встречается повсеместно от уреза воды до 30 м, реже – до 55 м, чаще на глубине 4–5 м [62].

Ch. gallina в прикерченском районе Чёрного моря образует массовые скопления на глинистых грунтах пелитовой фракции (от глубины 3 м), где его биомасса достигает 1500 г/м². Однако после постройки Тузлинской дамбы из-за изменения характера грунта на песчаное дно доминирующее положение занял вид *Cerastoderma glaucum*



Рисунок 1.13 – *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758)

(до постройки дамбы было характерно сообщество с абсолютным доминированием *Ch. gallina* на пелитах). Между тем южнее косы Тузла донные осадки представлены заиленным ракушечником, где также

отмечено сообщество *Chamelea*, но в меньшем количестве (30–40 г/м²) [63].

В Черном море длина раковины хамелии достигает 43 мм, высота – до 39 мм, ширина – до 24 мм. Максимальный возраст черноморской хамелии составляет 9 лет. Возраст моллюсков определяется по радиальным срезам раковин. Венусы живут лишь в самом поверхностном слое грунта и могут активно передвигаются с помощью сжатой клиновидной ноги [64].

Размножение обычное для двустворчатых моллюсков, в Черном море происходит в июле – августе. Оплодотворение наружное, из яиц развивается планктонная личинка трохофора, которая затем превращается в личинку-велигер. Велигеры питаются фитопланктоном. Спустя определенное время велигеры оседают на дно и постепенно превращаются во взрослых двустворчатых моллюсков. За первый год жизни они достигают высоты раковины 6–10 мм [62].

Широко распространены и обитают в морях и солоноватоводных водоёмах клемы сем. *Cardiidae* Lamark, 1809 (кардииды, или сердцевидки). В семействе около 250 видов. Ракушка треугольная или треугольно-овальная. Лигамент наружный. Замочный край изогнут. Размер до 12 см. Закапываются в поверхностный слой грунта. Фильтраторы [62, 63, 65]. Питаются планктоном и детритом. В отличие от большинства других моллюсков являются гермафродитами и могут быстро размножаться. Сердцевидка зеленая *Cerastoderma glaucum* (Bruguère, 1789) встречается вдоль побережья Европы и Северной Африки, в том числе, в Балтийском, Средиземном, и Чёрном морях, а также в Азовском и Каспийском. Обитает на небольшой глубине, зарываясь в песок и ил.

Может вырастать в длину до 50 мм. Раковина имеет широкие равномерно расправленные ребра, поверхность которых покрыта небольшими поперечными складками (рис. 1.14). Замок хорошо развит, обычно с двумя кардинальными и с передними и задними латеральными зубами в каждой створке. Окраска варьирует от грязно-белого до зеленовато-бурого оттенков, часто имеется широкое бурое пятно [62, 66, 69].



Рисунок 1.14 – *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789)

Нога сердцевидок служит животному органом передвижения и может выставляться на значительное расстояние из раковины, причем загнутый крючкообразно конец ее ощупывает предметы, лежащие на дне; опираясь на них, животное может сделать прыжок на значительное расстояние (до двух футов). При помощи ноги сердцевидки закапываются в песок.

Моллюск относится к эвригалинным видам – выдерживает соленость до 30 ‰ [67]. В донных биоценозах Черного моря встречается на илистых грунтах и ракушечниках с такими видами как *Mytilus*, *Abra*, *Mya*, *Polititapes*, крайне редко образуя собственные локальные ценозы. Длина *C. glaucum* не превышает 35 мм. В черноморских пробах обычно встречаются экземпляры, не достигающие таких длин. Особи размером до 12 мм, по всей видимости, относятся к сеголеткам и годовикам. Скорее всего, продолжительность жизни близка к другим видам двустворок и составляет в среднем до 7 лет и более [67].

Из-за своих коротких сифонов сердцевидка не может закапываться глубоко (максимум на 5–7 см), нередко при этом выставляя над грунтом заднюю половину раковины с сифонами.

Моллюск не требователен к содержанию растворенного в воде кислорода. Выносит сильное опреснение. Он стоек также к высоким температурам и перегревам.

Развитие гамет и подготовка к нересту у сердцевидки проходит с февраля по май. Нерест наблюдается с мая по декабрь. Отмечается два пика размножения (по числу зрелых ооцитов): в мае – июне и в августе – сентябре. Молодь становится половозрелой к следующей весне при

длине раковины 6 мм. В годовом цикле гонад пять стадий зрелости, период покоя приходится на декабрь – январь. Невыметанные гаметы длительное время находятся в гонадах.

Планктонная личинка сердцевидки развивается в течение 3–5 недель, затем оседает на грунт. При оседании длина ее раковины составляет примерно 280 мкм. Было показано, что часто имеет место переоседание молоди сердцевидки (при длине раковины 2,5 мм) путем перемещения с токами воды. Примерно до 3 лет у моллюсков остается способность к образованию биссуса, который обеспечивает закрепление в грунте [67].

Донные сообщества сердцевидки могут достаточно быстро восстанавливаться после длительной гипоксии в придонном слое воды. При частичной или полной гибели донной фауны (при заморах) по мере улучшения кислородных условий происходит ее восстановление, при этом на первом этапе в сообществе доминирует *C. glaucum*.

На северо-западе Европы она нерестится в мае – июле, планктонная личиночная фаза длится 11–30 дней. Живёт, как правило, 2–5 лет. Численность в различные годы не превышает 7–8 экз./м². Сердцевидки съедобны и некоторые виды служат объектом промысла: это, в первую очередь, сердцевидка съедобная *Cerastoderma edule* (Linnaeus, 1758) и сердцевидка Ламарка *Cerastoderma lamarcki* (Reeve, 1845) (= *C. glaucum*). Вследствие относительно крупных размеров и высокой плотности поселения (100–1000 экз./м²) сердцевидка является объектом коммерческого промысла в странах Европы, где этих моллюсков используют в пищу. Моллюска добывают на специальных судах в прибрежных водах Северного

моря, Атлантического океана, прежде всего в Бретани и в прибрежной полосе Средиземного моря. Сердцевидку можно варить, а в средиземноморских странах и по берегам Англии ее едят и в сыром виде [62].

Наиболее известна *C. edule*, длина 5–6 см; распространена у западного и северного берегов Европы, а также в Балтийском, Средиземном, Чёрном, Каспийском и Аральском морях (в два последние проникла в то время, когда они соединялись с Чёрным). Наиболее ценными в пищевом отношении являются нога и мускулы-замыкатели, остальные части тела, в том числе мантия с сифонами, не используются.

В АЧБ обитают два вида закапывающихся клем рода *Donax* (сем. Donacidae Linnaeus, 1758): *Donax trunculus* (Linnaeus, 1758) и *Donax semistriatus* (Poli, 1795). Эти виды являются ценными источниками биологически активных веществ, белка и полиненасыщенных жирных кислот, характеризуются хорошим вкусовым качеством являются перспективными объектами для аквакультуры.

Суммарный вылов моллюсков р. *Donax* по данным FAO (2024) представлен на рисунке 1.15; лидировали по добыче Португалия, Италия, Испания (около 1,0 тыс. т) [61]. *D. trunculus* клиновидный моллюск широко распространен на Средиземноморском и атлантическом побережьях Западной Европы, а также в Средиземном, Эгейском, Красном, Мраморном и Чёрном морях, где является объектом промысла и употребляется в пищу [61]. Это обитатель открытых пляжей, предпочитает жить на глубине 0–2 м в чистом, мелком песке.

D. trunculus любит зону прибоя с напряжённой гидродинамикой и высоким содержанием кислорода. Устойчив к изменениям солёности и температуры.

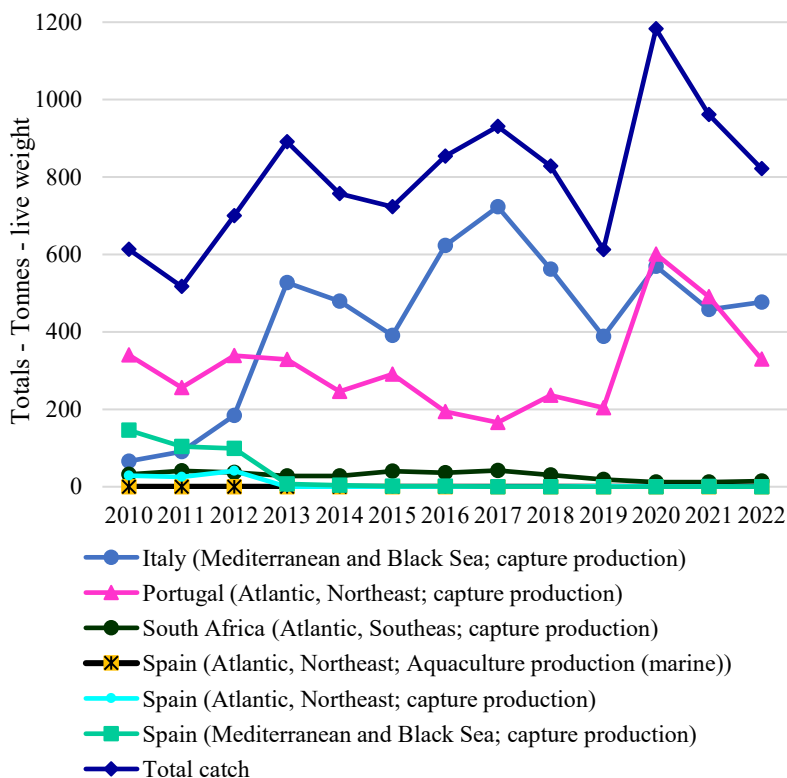


Рисунок 1.15 – Мировой вылов клемов р. *Donax* (FAO, 2024)

D. trunculus называют «морской бабочкой» (створки раковины похожи на крылья бабочки). Моллюск имеет удлинённо-треугольную раковину, слегка неравностворчатую, с закруглённым передним и прямым задним краями (рис. 1.16). Длина раковины до 40 мм, высота – до 24, ширина – до 11 мм [68].

Жизненный цикл донаксов начинается с личинки, которая появляется в конце лета – начале осени. В течение первых 2,5 месяцев жизни *Donax* вырастает до 50 % своей раковины. В течение года вес тела колеблется в

соответствии со стадиями репродуктивного цикла. Так, масса тела может увеличиться с ноября по февраль в процессе подготовки гаметогенеза, а затем остаётся стабильной до июля, когда яйцеклетка созревает. После нереста летом вес начинает снижаться и не меняется до ноября. Продолжительность жизни 4–6 лет [69]. Репродуктивные цикл *D. semistriatus* и *D. trunculus* близки. В Черном море они имеют один пик нереста в год, более 90 % особей вступают в стадию покоя в сентябре-октябре. У *D. semistriatus* отмечалось небольшое преобладание в популяции самцов, тогда как у *D. trunculus* – различия выражены в меньшей степени.



Рисунок 1.16 – *Donax trunculus* (Linnaeus, 1758)

В Чёрном море донаксы встречаются повсеместно на глубине до 10–15 м на илисто-песчанистом грунте. В Керченском проливе донаксы любят зону прибоя с напряжённой гидродинамикой и высоким содержанием кислорода, устойчив к изменениям солёности и температуры [63].

По данным М.В. Набоженко (2011) [63] *D. trunculus*, ранее доминировавший в прибрежной мелководной зоне

Керченского пролива и черноморского предпроливья, в настоящее время сократил свой ареал. Причины связаны с заиливанием грунта и эвтрофикацией моря, строительством водных объектов (например, Тузлинской дамбы), загрязнением портовых зон. Разливы нефтепродуктов в Керченском проливе в 2007 г. имели катастрофические (хотя и кратковременные) последствия для прибрежных сообществ с доминированием двустворчатых моллюсков [63]. Кроме того, заиления дна Керченского предпроливья Черного моря также негативно повлияли на количественные показатели двустворчатых моллюсков [69].

В 2019 гг. в волновых выбросах в районе мыса Малый были обнаружены раковины (парные створки) обоих видов донаксов, причем 22 экз. длиной от 13 до 20 мм относились к виду *D. semistriatus* и всего 5 экз. длиной от 7 до 25 мм к – *D. trunculus*.

В осенний период 2024 г. практически на всех песчаных пляжах крымской части Керченского пролива в выбросах отмечены створки этих видов моллюсков со значительным преобладанием *D. trunculus* (рис. 1.17). Так, в районе села Набережное было собрано более 100 створок. Присутствие в выбросах раковин псаммофильных моллюсков, вероятно, следует рассматривать как доказательство происходящего в Керченском проливе процесса восстановления их популяций на прежних местах обитания, где ранее эти виды были массовыми. Подтверждением этого являются также находки живых экземпляров донаксов и достаточно крупных поселений *D. cornea* – моллюска, который в Керченском проливе длительное время не встречался [70].



Рисунок 1.17 – Внешний вид клем: *Donax semistriatus* (Poli, 1795) (1), *Donax trunculus* (Linnaeus, 1758) (2) (Керченский пролив, октябрь, 2024 г.)

В сборах, проводившихся в октябре 2024 года, преобладал в основном *D. trunculus*, длина раковин моллюска варьировала в пределах 14,0–37,0 мм (среднее $(25,7 \pm 0,4)$ мм), высота – 10,5–23,0 мм (среднее $(15,0 \pm 0,2)$ мм). В основном по длине популяция была представлена размерными группами от 22 до 30 мм, по высоте – 12–18 мм. Между длиной и высотой раковин выявлена тесная корреляционная связь, которая лучше всего описывается степенной зависимостью (рис. 1.18).

Для восстановления численности ценных псаммофильных моллюсков целесообразно использование методов аквакультуры. В связи с проблемой восстановления промысловой численности моллюсков р. *Donax* приоритетным становится изучение особенностей биологии отдельных видов. Так, было установлено, что *D. (Plebidonax) deltoides* (Lamarck, 1818) – обычный двустворчатый моллюск, обитающий на

открытых пляжах по всей юго-восточной Австралии (Dakin 1980), по некоторым данным нерестится в течение всего года [71], что делает вид ценным объектом для аквакультуры. Жизненный цикл моллюска включает короткую личиночную стадию, предположительно продолжающуюся 6–8 недель.

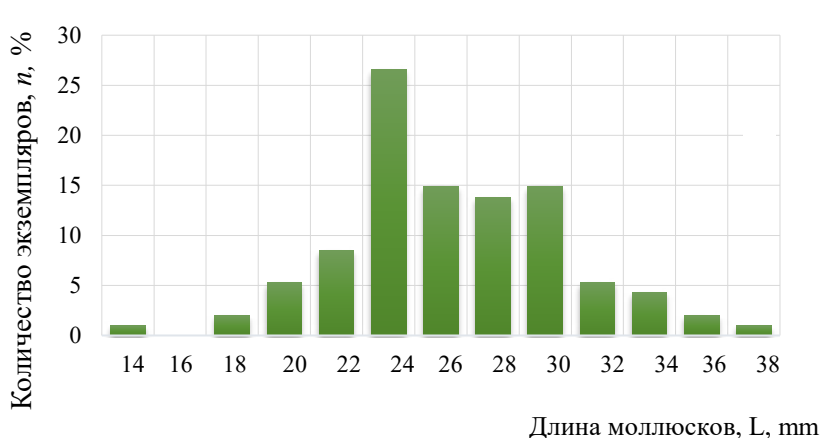


Рисунок 1.18 – Размерный состав *Donax trunculus* Керченского пролива (октябрь, 2024 г.)

Диаметр оплодотворенных яйцеклеток у этого вида составляет в среднем около 75 мкм. При инкубации при 23 °С первое и второе полярные (направительные) тельца становятся заметными через 45–50 мин и 95–100 мин соответственно, в то время как первое дробление происходит на 155 мин после оплодотворения. Эмбрионы достигают стадии трохофоры в течение 24 ч и развиваются до стадии D-велигера длиной ($112 \pm 0,5$) мкм в течение 48 ч. Первые педивелигеры (318 мкм) обнаруживаются через 14 дней, а их оседание начинается у личинок, достигших длины 320 мкм [71].

В работе [72], посвященной культивированию донакса, были апробированы два типа устройств: точная копия стандартного канала для моллюсков (рис. 1.19, а) и модернизированная версия «апвеллера» (рис. 1.19, б). Каналы были изготовлены из стандартных водосточных желобов из ПВХ длиной один метр. Апвеллеры были изготовлен из отрезков ПВХ-трубы длиной 50 см и диаметром 10 см с прикрепленными днищами платформ в один конец. Вода подавалась в днища апвеллерных цилиндров посредством центрально расположенных отрезков ПВХ-трубы длиной 50 см и диаметром 3 см. Скорость потока контролировалась отдельными шаровыми кранами на каждом. Скорость воды регулировалась путем изменения ширины прямоугольных вырезов торцевых заглушек на сливном конце желобов. Результаты показали, что накопление отложений и фекалий *Donax spp.* происходило достаточно быстро и требовало очищения каналов и апвеллеров раз в две недели.

Авторами были проведены параллельные исследования в течение 21 мес. Сравнивали рост и выживаемость моллюсков в представленных системах выращивания по следующим параметрам: метод выращивания, скорость потока воды, плотность моллюсков на единицу площади, а также соотношение сырой и фильтрованной морской воды [72].

Самая высокая выживаемость *Donax spp.* (81 %), содержащихся в канальной системе, была ниже самого минимального уровня выживания моллюсков в апвеллерах (94 %), что свидетельствуют в пользу более эффективного метода выращивания в апвеллерах (рис. 1.20). Кроме того, было установлено, что добавление смеси живых водорослей



а



б

Рисунок 1.19 – Канальная система («raceways») (а) и апвеллер («upweller») (б) для выращивания *Donax spp.* [72]



Рисунок 1.20 – Апвеллинговая система выращивания *Donax* spp.

при 20 °С вызывало более эффективный нерест – до 100000 оплодотворенных яиц. Анализ гонад показал, что в марте и ноябре почти 100 % *Donax spp.* имеют зрелые гонады и обладают способностью к нересту. Таким образом, результаты исследований подтверждают гипотезу о перспективности культивировании *Donax spp.* и получении пищевой продукции в промышленных объемах [72].

Снижение в мире промысловых запасов многих ценных видов гидробионтов, в том числе и закапывающихся моллюсков, в связи с интенсивным промыслом или ухудшением экологических условий, а также рост потребительского спроса на деликатесное мясо моллюсков, биологически активные добавки и соединения делают все более востребованными работы, связанные с их культивированием. Поэтому в ряде стран ведутся работы по переселению и акклиматизации моллюсков, совершенствуются способы их разведения. В результате более половины добываемых двустворчатых моллюсков выращивают на предприятиях аквакультуры. Однако объемы аквакультуры (конхиокультуры) клем в мире не превышают промысловые значения их вылова: анадару выращивают на Fiji и в Guatemala – до 1416 т (2001 г.), в Испании культивируют хамелию и донакс – до 119 и 167 т (2000 г.), соответственно, мию – 417 т (2021 г.) (FAO, 2023). Наиболее успешными и совершенными на сегодняшний день являются способы выращивания таких клем как *Anadara granosa*, *A. subcrenata*, *Mercenaria mercenaria*, *Mya arenaria*, *Ruditapes philippinarum*, *Meretrix lusorina*, *Cerastoderma edule*, *Venerupis corrugata* и др.

На сегодня клемы-аутоакклимантисанты – *M. arenaria* и *A. kagoshimensis* являются состоявшимися элементами азово-черноморской экосистемы,

увеличивают эффективность действия биофильтраторов бентали и считаются перспективными объектами культивирования и промышленного использования.

1.2 Оценка состояния развития аквакультуры закапывающихся моллюсков в РФ

Сердцевидка, хамелия, донаксы, анадара, мия и другие виды клем являются съедобными и многочисленными моллюсками в Азово-Черноморском бассейне, могут рассматриваться как потенциальные объекты для черноморской аквакультуры.

1.2.1 В некоторых районах песчаная ракушка *M. arenaria* образует скопления, где ее биомасса превышает 10 кг/м². Этот вид широко распространен в прибрежных и литоральных зонах, предпочитая мягкие субстраты в бореальных водах, и часто является доминирующим видом в бентических сообществах [73].

Как уже было отмечено выше, мия, попавшая в Черное море в середине 60-х гг., быстро распространилась по всему западному шельфу. Кроме того, значительные запасы ее были обнаружены в конце 70-х гг. в Азовском море, что свидетельствует о преимущественной приуроченности этого вида к опресненным районам, с повышенной динамикой вод [23].

В первые годы после вселения *M. arenaria* в Черное море ее биомасса достигала 16–17 кг/га·м² (фаза взрыва численности). По данным бентосной съемки, проведенной АзЧерНИРО в 1977 г., ее биомасса в северо-западной части составляла 220 тыс. тонн на площади 8 тыс. км². Однако затем под влиянием гипоксии и других местных условий численность биомассы популяции массы мии резко сократилась, и лишь на отдельных

участках она остается достаточно высокой 6–8 кг м² [73].

Размножение *M. arenaria* в Черном море начинается в конце мая, пик массового нереста приходится на июнь – июль, завершение размножения происходит в августе – начале сентября [74].

В Черном море зрелые яйца мии обычно 68–70 мкм, трохофора 68–80 мкм, наиболее крупные D – личинки – 97–104 мкм, по длине замкового края 68–74 мкм [28]. Весь личиночный период до стадии оседания заметно варьирует во времени и протекает от 10 до 35 суток.

Темп роста мии достаточно высок и сопоставим с ростом естественных популяций мидии. По данным А.И. Иванова [15] длина раковины годовиков составляет около 20 мм, 2-годовиков – до 40 мм (20–40 мм), 3-годовиков – около 50–60 мм, 4-годовиков – 76–82 мм.

Высокая скорость размножения, быстрый рост, легкая приспособляемость к новым условиям делают мию удобным объектом для промышленного выращивания [23].

В условиях комплексного рационального использования биоресурсов шельфа, а также, принимая во внимание высокую ценность мяса мии, она может быть перспективным объектом культивирования в Черном море.

Мию культивируют на грунте – на гальке слоем 3–8 см, в качестве субстрата для оседания. Выращивают также подвесным способом – в толще воды на коллекторах [45].

Сотрудником ОдоЮгНИРО Ю.П. Беганем [74] были проведены исследования по получению личинок *M. arenaria* и их выращиванию в Тендровском заливе. Им было показано, что оседание личинок мии начинается в июне и достигает максимума в середине августа –

400 экз./м².

Мия в искусственных условиях успешно подвергается индукции нереста [28, 40], что позволяет осуществлять массовое получение личинок и спата в искусственных условиях.

Проведенные сотрудниками ЮгНИРО эксперименты по получению личинок мии в искусственных условиях и сбору спата на коллекторы дали положительные результаты. Показано, что мия положительно реагирует на индукцию нереста, а при выращивании спата в Тендровском заливе к концу первого года молодь моллюска достигала среднего размера 16–17 мм. Выход мяса у мии выше, чем у мидий (за счет тонкостенных створок и утолщенных мясистых сифонов), и составляет до 35–45 % общей (живой) массы моллюска.

По мнению д-ра биол. наук А.П. Золотницкого (ЮгНИРО, отчет о НИР, 2002), полученная молодь (спат) мии может доращиваться в специальных бассейнах или же «засеваться» на подходящих высокопродуктивных участках шельфа. Ее можно выращивать подвесным способом в толще воды на коллекторах.

В 2013 г. (в первой декаде мая) на НИБ ЮгНИРО «Заветное» планктонная личинка мии во время черноморского течения в Керченском проливе попала в выростные проточные бассейны, в которых выращивалась ранняя молодь камбалы-калкан. Во время оседания личинки мии биссусными нитями прикреплялись к стенкам и дну бассейнов. Уже к концу лета их длина достигала 15–20 мм, что свидетельствует о реальной возможности получения и подращивания спата мии в бассейнах, в том числе и в поликультуре с молодью рыб.

Таким образом, приведенные данные позволяют считать *M. arenaria* одним из реальных и перспективных объектов марикультуры в Азово-Черноморском бассейне.

1.2.2 В ЮгНИРО (ныне отдел Керченский филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)) в 2002 г. были представлены результаты исследований по выращиванию *A. kagoshimensis* и *M. arenaria* в условиях Азово-Черноморского бассейна (годовой отчет). Работами руководил заведующий отделом марикультуры ЮгНИРО (г. Керчь), д-р биол. наук А.П. Золотницкий. В ходе исследований было установлено, что в условиях АЧБ перспективным может быть метод сбора анадары с помощью безножевых драг в местах их максимальной концентрации, с последующим «засевом» молоди на специально отведенных участках шельфа в районах, отличающихся оптимальными течениями, с наиболее высокой трофностью вод и хорошей экологией. При выращивании методами подвесной аквакультуры также были получены положительные результаты. Отмечалось хорошее оседание моллюсков на коллекторах и стенках бассейнов и интенсивный рост молоди.

В ноябре 2007 г. на морской ферме в акватории Голубого Залива (мыс Кикинейз, ЮБК) впервые была обнаружена молодь анадары в садках, расположенных в толще воды на глубине 3–4 м от поверхности воды. С этого момента сотрудниками ФИЦ Института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН (г. Севастополь) были начаты работы по выращиванию анадары в садках. Проведенные серии экспериментов с размещением анадары в монокультуре и совместно с тихоокеанскими устрицами *Crassostrea gigas* показали, что анадара хорошо

растёт при обоих вариантах. К марту 2009 г. крупные особи достигали в длину 31 мм (в среднем $(20,1 \pm 3,2)$ мм) и массы 8,3 г (в среднем $(1,5 \pm 0,79)$ г). С марта по октябрь 2009 г. также наблюдалась положительная динамика роста [58].

Оценка динамики роста анадары при выращивании ее в течение 3-х лет позволила определить средние значения длины раковины клем для указанного возрастного интервала. Установлено, что анадара – медленнорастущий моллюск, это следует учитывать при разработке технологии его промышленного выращивания в Чёрном море. По данным А.В. Пирковой [59] темп линейного роста анадары, выращиваемой в садках, зависит от возраста: максимальный прирост отмечен в первый год, к трехлетнему возрасту среднемесячный прирост снижается в два раза. Среднее значение общего веса зависит от возраста и физиологического состояния моллюсков, в течение нерестового периода вес снижается. У анадары с длиной раковины 20 мм за нерестовый период общий вес снизился на 27 %. Доля веса раковины от общего веса составила 51 и 53 %, мягких тканей – 11 и 17 %, межстворчатой жидкости – 38 и 30 % соответственно для 1 и 2-летних моллюсков.

Следовательно, колебания веса мягких тканей анадары и общего веса в значительной степени определяются изменением массы гонад в течение репродуктивного цикла. Известно, что массовый нерест моллюска начинался при температуре воды выше 20 °C [46, 54, 59]. Вариабельность значений общего веса трехлетних особей объясняется разным состоянием репродуктивной системы. В ходе исследований было

установлено, что продолжительность развития личинки до стадии трохофоры составляет 6 часов, велигера – 23 ч [60].

У побережья Северного Кавказа Чёрного моря (вблизи Керченского пролива) созревание гонад и нерест у этого вида отмечался в конце августа – начале сентября при температуре воды выше 20 °С [61].

В наших экспериментах при содержании моллюсков в бассейнах и аквариумах (без грунта) в лабораторных условиях при температуре 20–22 °С созревание (выброс половых клеток) отмечалось в апреле – мае. Средняя масса анадары с марта по апрель увеличилась в среднем на 2,3 % (табл. 1.1).

Этот период характеризовался повышенной чувствительностью моллюсков к условиям среды, особенно к содержанию растворенного в воде кислорода. В то же время наблюдалась значительная вариабельность и разная направленность изменения массы и длины моллюсков в исследуемый период (рис. 1.21). Если у самых мелких особей отмечалось увеличение этих показателей (до 50 % массы и 6–12 % длины), то у более крупных наблюдалась разная динамика роста как массы, так и длины (увеличение длины при незначительном повышении массы и, наоборот, отсутствие какого-либо роста, а также отрицательный рост массы), что, по-видимому, обусловлено гетерогенностью физиологического состояния моллюсков и более ранним созреванием и выметом гамет у отдельных особей.

Следует отметить, что анадара (длиной 24–57 мм), перемещенная из естественной среды в искусственные условия, благополучно переносит содержание и выращивание в рециркуляционном режиме с частичной

подменной воды, но в период созревания гонад моллюски необходимо содержать в проточных бассейнах.

Таблица 1.1 – Изменение массы и морфологических показателей *Anadara kagoshimensis* Керченского пролива при содержании в искусственных условиях (20–22 °С)

Месяц / кол-во, экз.	Длина, мл	Масса, г	Высота, мм	Выпуклость , мм
Октябрь, n = 27	$40,56 \pm 1,09$ 5,67; 13, 97	$28,71 \pm 2,34$ 12,18; 42,43	$35,15 \pm 1,04$ 5,43; 15,44	$29,56 \pm 0,91$ 4,71; 15,93
Ноябрь n = 27	$41,45 \pm 2,36$ 7,84; 18,91	$32,24 \pm 5,78$ 19,18; 59,50	$35,27 \pm 2,34$ 7,75; 21,96	$30,18 \pm 2,10$ 6,95; 23,04
Март n = 30	$34,4 \pm 1,19$ 6,52; 18,96	$29,35 \pm 2,04$ 11,18; 38,09	$30,03 \pm 1,18$ 6,49; 21,60	$25,40 \pm 1,10$ 6,04; 23,79
Апрель n = 29	$36,5 \pm 0,99$ 5,41; 14,83	$30,02 \pm 1,51$ 8,26; 27,53	$31,63 \pm 0,90$ 4,93; 15,59	$26,27 \pm 0,74$ 4,07; 15,49
Октябрь n = 24	$40,5 \pm 2,46$ 7,37; 18,19	$28,50 \pm 3,96$ 11,87; 41,67	$34,13 \pm 1,87$ 5,62; 16,46	$30,13 \pm 1,86$ 5,57; 18,48
Ноябрь n = 20	$39,29 \pm 2,56$ 6,78; 17,25	$26,46 \pm 4,26$ 11,26; 42,65	$32,86 \pm 1,74$ 4,60; 13,99	$29,43 \pm 2,08$ 5,50; 18,70

Примечание: над чертой – среднее: ($X \pm m$); под чертой – σ ; Св.

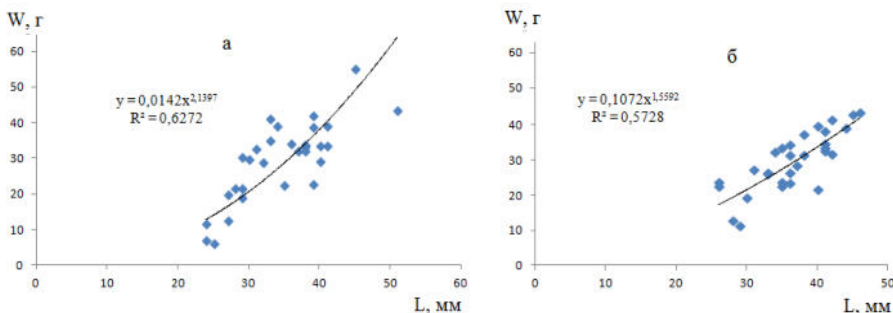


Рисунок 1.21 – Зависимость общей массы (W) от длины (L) *Anadara kagoshimensis* при содержании в искусственных условиях при температуре 20–22 °С: а – март, б – апрель

Как показали наблюдения, анадара достаточно легко поддается температурной стимуляции созревания, и при создании в искусственных условий благоприятного термического режима, по-видимому, может нереститься несколько раз в году.

Размножение анадары в южных районах Черного моря происходит с июня по сентябрь, в наиболее теплый период, так как вид тропический и нуждается в высоких температурах для нереста и развития личинок [47]. Следует также учитывать, что в естественных популяциях анадара характеризуется медленным ростом. У вселенца линейный рост составляет в среднем 10 мм в год в течение первых лет жизни максимальные значения суточного прироста длины анадары (Pl , мм сут⁻¹) наблюдались на первом году жизни, после чего происходило устойчивое снижение этого показателя [79]. С возрастом рост замедляется и в 7-летнем возрасте снижается до 1–2 мм в год [51].

В процессе роста анадары в Керченском проливе на первом году жизни наблюдалась тесная корреляция скорости роста с температурой воды: с возрастанием последней суточный прирост моллюсков увеличивался, тогда как с понижением температуры скорость роста заметно уменьшалась. В частности, наибольшая скорость линейного роста наблюдалась в июле-августе при температуре 23,0–24,6 °С, когда она достигала максимума (0,10 мм сут⁻¹). С понижением температуры воды (сентябрь – октябрь) до 13–18 °С прирост заметно уменьшался, а при 7–8 °С (в ноябре) отмечалась полная остановка роста моллюска. В течение всей зимы до марта включительно изменения ростовых процессов у анадары не обнаружены, однако в апреле, с прогревом воды до

11,3 °С, наблюдалась слабая активизация линейного роста моллюсков. После этого в мае – июне, с повышением температуры до 16–21 °С, скорость ростовых процессов заметно возросла, достигнув максимума в июле – августе (0,05 мм сут⁻¹) [79].

Таким образом, при организации работ по искусственному воспроизводству, необходимо учитывать температурные предпочтения разных видов моллюсков на отдельных этапах развития, особенно в первые годы жизни.

1.2.3 Внимание авторов привлек небольшой моллюск, встречающийся массово в прибрежной зоне Керченского пролива в 2023 г., – *Donacilla cornea* (Poli, 1791) (рис. 1.22). Моллюск обитает в песчаных грунтах в зоне верхней сублиторали.

В середине прошлого века у берегов западного Крыма численность особей составляла более 3 тысяч экз./м², в 1970-80-х гг. вид стал считаться практически вымершим и был занесен в Красную книгу Черного моря [80] и в Красную книгу Крыма [81].

С 2000-х гг. *D. cornea* вновь начали отмечать в прежних местообитаниях, но численность особей оставалась очень низкой. Так, в 2010 г. В.Г. Копий [82] отметила, что средняя численность *D. cornea*, встречающегося в северо-западной части крымского побережья Черного моря, на разных полигонах взятия проб изменялась от 31 до 95 экз./м², а биомасса – от 1,78 до 21,22 г/м². В 2016 г. сотрудниками ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН» было обнаружено уже полноценное разноразмерное поселение донациллы: «...численность моллюска изменялась от 250 до

2250 экз./м², средняя составила 1068 экз./м². Биомасса – от 131 до 1150 г/м², средняя – 491 г/м². Длина раковины составила от 4 до 25 мм, большая часть особей имела длину – 15–20 мм» [83, с. 86]. Авторы отмечают фрагментарное восстановление поселений *D. cornea*.



Рисунок 1.22 – *Donacilla cornea* (Poli, 1791)
[Фото О.И. Лавриненко]

В Керченском проливе моллюски были обнаружены нами в 2016 г. в районе Аршинцевской косы, а затем в 2021–2022 гг. в прибрежной зоне пос. Героевского. В сентябре 2023 г. и в октябре 2024 г. проведены работы по оценке состояния и распространения популяций *D. cornea* в прибрежье Керченского пролива: в районе Камыш-Бурунской (Аршинцевской) косы и в районе от мыса Малый до мыса Такиль. Пробы отбирали на глубине 0–50 см (от уреза воды), определяли количество моллюсков (экз./м²), у 30–35 экз. определяли массу, длину

и ширину раковины, затем выпускали их в естественную среду.

В ходе работ было установлено, что *D. cornea* в районах исследования распространен неравномерно, в зависимости от грунта численность варьировала: от 300–1500 экз./м² на рыхлых песках с примесью ракушечника до 40 экз./м² на более плотных песчаных грунтах.

Выявлен полиморфизм по цвету и рисунку створок *D. cornea*, при этом основная часть (95 %) моллюсков имела белую или с желтоватым оттенком окраску (рис. 1.23).



Рисунок 1.23 – Полиморфизм окраски створок *Donacilla cornea* (Poli, 1791) (октябрь, 2024 г., Керченский пролив)

Популяции *D. cornea* были также исследованы в северном Причерноморье на предмет размерного и цветового полиморфизма [84].

Особенностью биологии моллюска является отсутствие личиночной планктонной стадии, молодь развивается в мантийной полости самок, что может облегчить культивирование донацилл. Кроме того,

зарывается в грунт неглубоко – на глубину 0,2–7,0 см, наиболее часто встречается в толще грунта на глубине 0,3–2,7 см. Продолжительность жизни – 3–4 года.

Несмотря на небольшие размеры (до 24 мм), моллюск, благодаря нежному и вкусному мясу, востребован потребителем.

ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ЗАКАПЫВАЮЩИХСЯ МОЛЛЮСКОВ АЗОВСКОГО МОРЯ

Клемы — одна из самых востребованных промысловых групп двустворчатых моллюсков. Мясо клем сочное, нежное, низкокалорийное, обладает высокой органолептической ценностью, способствует возбуждению пищеварительной системы, облегчает усвоение питательных веществ и, как следствие, формирует потребительский спрос в данном сегменте рынка морепродуктов. Добыча, как правило, осуществляется дражным способом в ядрах скоплений зарывающихся моллюсков, где кроме них почти ничего нет. Поэтому видовой состав прилова всегда очень беден, его биомасса не превышает 1–7 %. В АЧБ в связи с отсутствием ядер скопления клемы долгое время не являлись объектами промысла и были практически недоступны широкому кругу потребителей. В последние годы ситуация меняется: двустворчатый моллюск *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) повсеместно распространён по Азовскому морю, за исключением распреснённых районов Таганрогского залива, и часто образует сообщество с субдоминантом *Cerastoderma glaucum* (Bruguère, 1789). В Керченском проливе численность *A. kagoshimensis* достигала $(26,0 \pm 11,0)$ экз./м², биомасса $(177,0 \pm 87,0)$ г/м². На мелководье Азова отмечаются небольшие скопления *Donax trunculus* (Linnaeus, 1758), *Donax semistriatus* (Poli, 1795) и *Donacilla cornea* (Poli, 1791), последний моллюск

имеет природоохранный статус – редкий вид. *D. trunculus*, как и *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), являются доминирующими видами «инфралиторального песка» по всему миру. Оба вида с 2012 г. признаны промысловыми в болгарской части Черного моря [3].

Материалом исследований послужили пробы моллюсков, отобранные в Керченском проливе (45°15'N, 36°25'E; 45°25'N, 36°43'E) в августе–сентябре 2019 и августе–октябре 2023 гг. Объектами исследований были образцы двустворчатых моллюсков *Donax trunculus* (Linnaeus, 1758), *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906), *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), *Mya arenaria* (Linnaeus, 1758), *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789), *Donacilla cornea* (Poli, 1791). Отбор проб производился вручную с площадью захвата 0,1 м². Обработка проб производилась в лабораторных условиях по общепринятой методике [85].

Исследования химического состава проводились с использованием стандартных методов, принятых при комплексном химическом анализе, а именно: общее содержание азотистых веществ – по методу Кьельдаля с использованием автоазотного анализатора FOSS; минеральных веществ – гравиметрически, после обжига при температуре 600–700 °С, состав макро- и микроэлементы – методом капиллярного электрофореза, пектиновые вещества – кальциево-пектатным методом.

Белково-водный коэффициент мяса моллюсков (%) рассчитывали как количественное соотношение белка и воды. Липидно-белковый коэффициент (%) – как соотношение содержания липидов и белка в мышечной ткани, коэффициент является показателем нежности консистенции мяса гидробионтов. Коэффициент пищевой

насыщенности определяли отношением суммы белков, жиров и углеводов к массовой доле воды в сырье [86].

Оценку энергетической ценности мяса моллюсков проводили в соответствии с требованиями технического регламента Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части её маркировки», утвержденными решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 881 [87, с. 15].

Оценку биологической ценности белков мяса моллюсков проводили по методу Н. Н. Mitchell & R. J. Block [88], в соответствии с которым рассчитывается показатель аминокислотного сора. Коэффициенты утилитарности (U) и сопоставимой избыточности (σ) определяли согласно методики П. А. Лисицина и соавт. [89, 90].

При определении соответствия показателей безопасности сырья и готовой продукции требованиям микробиологических нормативов ТР ТС 021/2011 [91] и ТР ЕАЭС 040/2016 [92] применяли стандартные методы: посев в агаризованные питательные среды и определение наиболее вероятного числа (НВЧ).

Экспериментальные данные обработаны параметрическими методами с помощью программных пакетов MS Excel. Результаты исследований статистически обработаны по t -критерию Стьюдента ($p = 0,95$), разброс данных представлен стандартным отклонением.

Усредненные данные по размерно-массовому составу клем Азовского моря (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Усредненные данные по размерно-массовому составу клем Азовского моря

Масса пробы, г	Масса со створкой, г	Длина створки, мм	Масса мяса, г	Масса створки, г	Межстворчатая жидкость, г
<i>Anadara kagoshimensis</i> , ($\bar{x} \pm S_x$, n = 29) август, 2019					
857	29,55±0,86	45,4±0,6	4,62±0,30	22,47±0,68	2,47±0,20
861	29,69±0,85	45,2 ±0,7	4,68±0,32	22,55±0,75	2,46±0,22
854	29,4 ±0,93	45,1±0,9	4,62±0,27	22,28±0,84	2,55±0,21
856	29,96±1,10	45,2±0,9	4,69±0,24	22,70±0,85	2,57±0,23
<i>Anadara kagoshimensis</i> ($\bar{x} \pm S_x$, n = 29) сентябрь, 2019					
859	29,62±0,88	45,6±0,5	4,70±0,20	22,42±0,73	2,51±0,17
863	29,76±0,86	45,6±0,5	4,72±0,16	22,48±0,78	2,55±0,20
<i>Chamelea gallina</i> ($\bar{x} \pm S_x$, n = 30) август, 2019					
152	5,08±0,01	28,6±1,7	0,60±0,02	3,33±0,02	1,15±0,03
153	5,09±0,02	28,6±0,7	0,61±0,02	3,33±0,02	1,15±0,03
153	5,08±0,01	28,7±0,7	0,69±0,02	3,33±0,01	1,14±0,03
153	5,08±0,02	28,6±0,8	0,69±0,01	3,32±0,01	1,06±0,02
<i>Chamelea gallina</i> , ($\bar{x} \pm S_x$, n = 30) сентябрь, 2019					
153	5,08±0,01	28,5±0,7	0,70±0,01	3,33±0,02	1,06±0,02
<i>Donax trunculus</i> ($\bar{x} \pm S_x$, n = 30) август, 2019					
717	5,09±0,01	28,4±0,7	0,68±0,01	3,36±0,01	1,05±0,02
<i>Donax trunculus</i> ($\bar{x} \pm S_x$, n = 30) сентябрь, 2023					
718	5,09±0,02	28,6±1,1	0,68±0,01	3,35±0,02	1,06±0,02
720	5,10±0,02	28,7±1,2	0,69±0,01	3,32±0,04	1,09±0,04

Продолжение таблицы 2.1

Масса пробы, г	Масса со створкой, г	Длина створки, мм	Масса мяса, г	Масса створки, г	Межстворчатая жидкость, г
<i>Donax trunculus</i> ($\bar{x} \pm S_x$, n = 25) октябрь, 2023					
580	4,87±0,02	26,0±1,5	0,70±0,02	3,30±0,04	1,04±0,04
<i>Chamelea gallina</i> , ($\bar{x} \pm S_x$, n = 25) октябрь, 2023					
200	4,83±0,02	28,5±0,7	0,74±0,01	3,37±0,02	1,10±0,02
<i>Mya arenaria</i> , ($\bar{x} \pm S_x$, n = 22) сентябрь, 2023					
628	25,5±1,2	48,0±4,3	6,56±0,27	12,54±0,58	2,10±0,22
<i>Donacilla cornea</i> ($\bar{x} \pm S_x$, n = 20) ¹ Октябрь, 2023					
50	1,74±0,3	22,3±1,3	–	–	–
55	1,28±0,4	20,7±0,3	–	–	–

Примечание. 1 – После измерений моллюски были выпущены в море.

Проведенные исследования размерно-массового состава позволили установить следующие характеристики моллюсков:

- для *A. kagoshimensis* (рис. 2.1): наибольшая длина моллюска составляла 46 мм при массе 31,4 г; средняя масса моллюска – ($29,7 \pm 1,8$) г ($\bar{x} \pm \Delta x$, при $p = 0,95$, $n = 174$), выход мяса – 15,7 %, на створки приходится 75,7 % общей массы моллюска.

Межстворчатая жидкость (гемолимфа) анадары ($2,5 \pm 0,4$) г является отходами переработки моллюсков и применяется в производстве биологически активных добавок. Благодаря гемосодержащим протеинам гемолимфа окрашена в красный цвет. Замороженную гемолимфу дефростируют, центрифугируют, фильтруют, концентрируют и очищают водой на ультрафильтрационной



Рисунок 2.1 – Мясо *Anadara kagoshimensis*

установке с мембраной, пропускающей глобулярные белки с молекулярной массой 300 кДа. По данным рентгеновской флюоресценции и оптической спектроскопии полученный препарат содержит 0,2 % железа и является рассеянным оксигемоглобином [93];

- *Ch. gallina*: максимальная длина моллюска – 30 мм при массе тела 0,69 г; средняя масса моллюска – $(5,08 \pm 0,02)$ г ($\bar{x} \pm \Delta x$, при $p = 0,95$, $n = 180$), выход мяса – 12,8 %, на створки приходится 65,5 % общей массы моллюска;

- *D. trunculus*: максимальная длина моллюска – 32 мм при массе тела 0,74 г; средняя масса моллюска – $(5,09 \pm 0,04)$ г ($\bar{x} \pm \Delta x$, при $p = 0,95$, $n = 90$), выход мяса – 13,4 %, на створки приходится 65,7 % общей массы моллюска;

- *D. cornea*: максимальная длина моллюска не превышала 24 мм; найденные пустые створки позволяют предположить их массовую долю – 69 %, вероятно, выход мяса составляет около 22–25 %;

- *M. arenaria*: максимальная длина моллюска – 52 мм; моллюск отличается высоким выходом мяса (без сифона) – не менее 25 % массы моллюска.

Следует отметить небольшие размеры моллюсков и их одноразмерность в пробах, особенно характерные для видов *D. cornea*, *Ch. gallina* и *D. trunculus*.

Исследования результатов химического состава и энергетической ценности представлены в таблице 2.2.

Мясо моллюсков обводнено, содержание (в % а.с.в.) белковых веществ составляет 77,4, 74,1, 74,8, 76,8, 79,4 соответственно для *A. kagoshimensis*, *Ch. gallina* и *D. trunculus*, *C. glaucum*, *M. arenaria*, углеводов – 7,0, 16,0, 12,2, 10,0, 11,2.

Белково-водный коэффициент (БВК) мяса анадары – 17,4 %, хамелеи – 19,9 %, донакса – 13,4 %. Для сравнения:

БВК мяса промысловых видов моллюсков составляет в среднем для *Mytilus galloprovincialis* (Lam., 1819) – 13,4 %, *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) – 17,4–26,4 % [94]. Липидно-белковый коэффициент является показателем нежности мяса гидробионтов: низким значениям соответствует более плотная, суховатая консистенция мышечной ткани, для мяса клем соответственно (%): 0,05, 0,06, 0,07, мясо *R. venosa* более жесткое – 0,02.

Таблица 2.2 – Пищевая ценность клем

Объект исследований	Содержание воды, %	Массовая доля, %				Энергетическая ценность, кДж
		белок	зола	жир	углеводы	
Сентябрь, 2019						
<i>A. kagoshimensis</i>	82,4	14,4	1,9	0,7	1,3	288,8
<i>Ch. gallina</i>	78,7	15,7	1,2	0,9	3,4	353,2
<i>D. trunculus</i>	80,2	11,0	0,9	0,8	1,8	244,1
Октябрь, 2023						
<i>A. kagoshimensis</i>	83,0	12,6	1,90	0,84	1,63	269,5
<i>D. trunculus</i>	84,0	12,2	1,32	0,60	1,45	250,8
<i>C. glaucum</i>	80,6	14,9	1,20	0,85	2,10	317,7
<i>Ch. gallina</i>	81,2	12,4	0,98	0,78	1,94	239,8
<i>M. arenaria</i>	83,0	13,5	1,36	0,55	1,90	272,0

В таблице 2.3 приведены данные турецких исследователей по химическому составу клем Мраморного моря [95]. Можно отметить, что при практически одинаковых размерных рядах для донакса и

хамелии, наполняемость моллюсков, выловленных в Керченском проливе, была ниже на 4,0–4,5 %, при этом по энергетической ценности мясо не уступало образцам сравнения.

Таблица 2.3 – Данные по размерно-массовому составу и пищевой ценности клем Мраморного моря (октябрь, 2009) [95]

Показатели	<i>D. trunculus</i>	<i>Ch. gallina</i>
Длина, см	2,87 ± 0,36	2,34 ± 0,33
Общий вес, г	3,31 ± 1,15	4,76 ± 1,95
Вес мяса, г	0,65 ± 0,21	0,88 ± 0,44
Влага, %	87,33 ± 0,35	85,53 ± 0,20
Белок, %	7,99 ± 0,72	7,28 ± 0,30
Углеводы, %	0,96 ± 0,17	3,38 ± 0,18
Зола, %	2,97 ± 0,48	2,75 ± 0,29
Жир, %	0,75 ± 0,03	1,06 ± 0,05
Энергетическая ценность, кДж	234,1	220,7

По показателю пищевой насыщенности мышечной ткани моллюсков данные виды можно отнести к низконасыщенному пищевому сырью (ед.): 0,17–0,25, по энергетической ценности – к низкокалорийному.

Анализ аминокислотного состава белков тканей моллюсков позволил установить присутствие всех незаменимых аминокислот у видов *Ch. gallina* и *D. trunculus*, лимитирующими являются следующие аминокислоты: метионин (хамелея), валин, лизин, метионин, треонин (донакс) (табл. 2.4, 2.5). Незаменимая

аминокислота лизин не обнаружена в белке мяса анадары. Присутствие лимитирующих незаменимых аминокислот отражается на сбалансированности и биологической ценности (БЦ, %) белковых веществ моллюсков, например: для *A. kagoshimensis* – 48,6 %, *Ch. gallina* – 58,8 %, *D. trunculus* – 80,0 %. Все виды моллюсков можно отнести к высокобелковым и низкокалорийным [96].

Таблица 2.4 – Аминокислотный состав мяса клем

Наименование аминокислот	Содержание, г/кг		
	<i>A. kagoshimensis</i>	<i>Ch. gallina</i>	<i>D. trunculus</i>
	массовая доля белка: 14,4 %	15,7 %	11,0 %
Valine	3,4 ± 1,4	5,0 ± 2,0	4,0 ± 1,6
Isoleucine+Leucine	13,0 ± 3,4	16,0 ± 4,2	18,0 ± 4,6
Lysine	не обнаружено	10,0 ± 3,4	6,5 ± 2,2
Methionine	3,0 ± 0,9	3,0 ± 0,9	3,0 ± 0,9
Threonine	4,0 ± 1,4	5,0 ± 2,0	4,4 ± 1,7
Phenylalanine	4,0 ± 1,1	6,1 ± 1,8	4,3 ± 1,3
Tyrosine	5,0 ± 1,4	7,0 ± 2,0	5,3 ± 1,5
Histidine	1,8 ± 0,9	2,4 ± 1,2	0,9 ± 0,4
Arginine	1,3 ± 0,5	2,0 ± 0,8	0,9 ± 0,4
Proline	4,5 ± 1,1	6,5 ± 1,7	4,7 ± 1,2
Serine	не обнаружено	5,0 ± 1,3	4,0 ± 1,1
Glycine	5,0 ± 1,7	6,0 ± 2,0	5,1 ± 1,7
Alanine	5,4 ± 1,4	7,0 ± 1,8	6,0 ± 1,5

Некоторые авторы [97, 98] предполагают, что содержание белка в мясе двустворчатых моллюсков

коррелирует с репродуктивным циклом и условиями окружающей среды.

Таблица 2.5 – Сравнительный состав незаменимых аминокислот белков клем

Наименование аминокислот	Содержание г/100 г белка			Аминокислотный скор, г/100 г в идеальном белке (ФАО/ВОЗ, 2011)
	<i>Anadara kagoshimensis</i>	<i>Chamelea gallina</i>	<i>Donax trunculus</i>	
Val	0,5	1,5	0,8	5,0
Ile + Leu	0,8	1,2	1,1	4,0 + 7,0
Lys	-	1,3	0,8	5,5
Met	0,6	0,6	0,6	3,5
Thr	0,7	0,9	0,8	4,0
Phe + Tyr	1,0	1,5	1,1	6,0

Ткани всех двустворчатых моллюсков отличаются низким содержанием липидов, однако в составе жирных кислот (ЖК) преобладают эссенциальные полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК). Так, газовая хроматография общего количества липидов *D. trunculus* и *Ch. gallina* показала высокий процент n-3 полиненасыщенных жирных кислот (33,7–41,9 % общего количества ЖК), в частности эйкозапентаеновой (8,16–20,0 % общего количества ЖК) и докозагексаеновой кислот (12,5–20,3 % общего количества ЖК) и низкий уровень общего количества n-6 полиненасыщенных жирных кислот (3,61–7,87 % от общего количества жирных кислот). ВЭЖХ-анализ неомыляемых липидов показал низкий уровень холестерина, преобладающий стерол (28,3–34,2 мг/100 г) и различные количества растительных стеролов (стигмастерол + кампестерол, β -ситостерин, фукостерол + брассикастерол), α -токоферола и каротинов (табл. 2.6) [95, 99, 100].

Из макроэлементов в минеральном составе мяса моллюсков определены калий, кальций, магний, натрий и фосфор (табл. 2.7). Употребление в пищу 100 г мяса моллюсков позволит компенсировать человеку 40–60 % суточной потребности в кальции, мясо хамелеи содержит до 75 % физиологической потребности организма в фосфоре и 25 % в магнии.

Таблица 2.6 – Состав жирных кислот (% суммы ЖК) *Chamelea gallina* и *Donax trunculus*

Жирные кислоты	<i>Chamelea gallina</i> [97]	<i>Donax trunculus</i> [98]
НЖК (SFA)	29,1–39,3	25,8–34,7
МНЖК (MUFA)	14,2–23,4	12,6–19,2
ПНЖК (PUFA)	41,6–48,1	31,6–46,2
n-3	33,7–41,9	19,5–34,9
n-6	3,61–9,07	5,6–9,7
n-6/n-3	0,10–0,22	0,27–0,29
ПНЖК/НЖК	1,22–1,43	1,22–1,33

Таблица 2.7 – Минеральный состав мяса клем

Объект исследований	Массовая доля				
	калий, г/кг	натрий, г/кг	магний, г/кг	кальций, г/кг	фосфор, %
<i>A. kagoshimensis</i>	10,0 ± 2,0	140,0 ± 28,0	1,0 ± 0,2	6,2 ± 1,2	0,33 ± 0,03
<i>Ch. gallina</i>	4,8 ± 1,0	72,0 ± 14,5	1,0 ± 0,2	4,0 ± 0,8	0,60 ± 0,04
<i>D. trunculus</i>	4,0 ± 0,8	54,0 ± 10,8	0,8 ± 0,2	6,0 ± 1,2	0,14 ± 0,01
<i>C. glaucum</i>	3,8 ± 0,7	55,0 ± 11,0	0,8 ± 0,2	5,5 ± 1,3	0,11 ± 0,01

Примечание: РСП (мг/сут.) кальция – 1000–1200, калия – 4700, магния – 310–420, натрия – 1200–1500.

Высокое содержание йода в мясе моллюсков: у *D. trunculus* и *Ch. gallina* – 0,042 %, *A. kagoshimensis* – 0,053 %

(физиологическая норма для взрослого человека 130–200 мкг в сутки) позволяет рекомендовать употребление мяса моллюсков при йододефицитных заболеваниях щитовидной железы.

Установлено, что показатели значений токсичных элементов в мясе моллюсков не превышали допустимые уровни, результаты испытаний представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Результаты испытаний мяса моллюсков на соответствие гигиеническим требованиям безопасности

Наименование токсичного элемента	Допустимые уровни, мг/кг	Результаты испытаний, мг/кг	
		<i>D. trunculus</i>	<i>C. glaucum</i>
Свинец	не более 10	менее 0,01	менее 0,01
Мышьяк	не более 5	1,31±0,33	2,00±0,80
Кадмий	не более 2	0,14±0,04	0,67±0,17
Ртуть	не более 0,2	менее 0,0025	менее 0,0025

Продолжение таблицы 3.8

Наименование токсичного элемента	Результаты испытаний, мг/кг	
	<i>A. kagoshimensis</i>	<i>Ch. gallina</i>
Свинец	менее 0,01	менее 0,01
Мышьяк	3,20±0,80	1,50±0,23
Кадмий	1,70±0,44	0,18±0,04
Ртуть	менее 0,0025	менее 0,0025

Анализ результатов проведенных исследований технохимического состава, функционально-технологических свойств мяса моллюсков, оценка биологической ценности белкового компонента и энергетической ценности позволяет говорить об их

пищевой ценности и возможности введения в состав рационов для диетического профилактического питания.

Дальнейшие работы в выбранном направлении, популяризация мяса клем как деликатесного продукта, мировой опыт в культивировании моллюсков могут обеспечить поступательное развитие аквакультуры клем.

ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЯ ВАРЕНО-МОРОЖЕНОГО МЯСА МОЛЛЮСКОВ (КЛЕМ)

3.1 Разработка технической документации на варено-мороженое мясо закапывающихся моллюсков

Технологическая схема производства приведена на рисунке 3.1. Получение варено-мороженого мяса моллюсков включало приемку сырья – живых моллюсков, инспектирование (оценивается их состояние: створки раковин должны быть целыми, плотно закрытыми или приоткрытыми, при постукивании по ним створки должны закрываться), мойку в проточной воде (очистка от ила, песка, других поверхностных загрязнений) при температуре воды не выше 15 °С, выдержка в течение 10 мин для стекания воды и термическую обработку острым паром в 2 этапа:

- 1 этап: при температуре от 75 до 80 °С в течение 4–5 мин;

- 2 этап: при температуре от 102 до 105 °С в течение 4–5 мин.

Давление пара при тепловой обработке моллюсков – от 0,2 до 0,3 МПа. Допускается тепловую обработку моллюсков проводить в питьевой воде или в 3%-ном солевом растворе.

Окончание процесса тепловой обработки определяли по полному раскрытию раковины, свёртыванию мяса в комочек и лёгкому отделению мяса от раковины. Бульон, образующийся при тепловой обработке моллюсков, можно использовать для получения другого ассортимента продукции (например, выделения биологически активного соединения – биогликана, митилана или неомитилана).

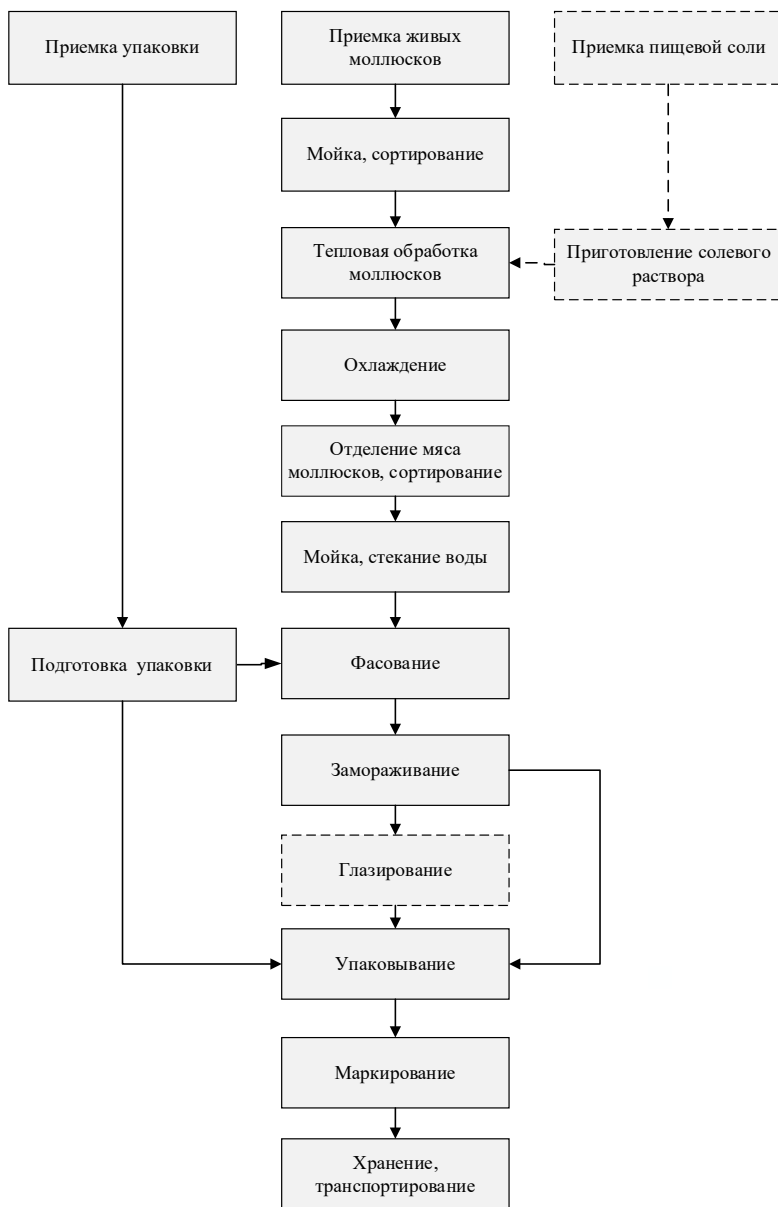


Рисунок 3.1 – Технологическая схема производства варено-мороженого мяса моллюсков

Затем мясо охлаждали в течение 20 мин до температуры не выше 40 °С кратковременным их погружением в периодически сменяемую питьевую воду (температура воды 5–10 °С), промытое мясо моллюсков выдерживали на сетках для стекания воды. Для фасования рекомендуется мясо моллюсков укладывать в блок-форму и потребительскую упаковку насыпью с разравниванием, плотно; масса блоков – 10 кг. Мясо моллюсков, замораживаемое россыпью, равномерно укладывать на противни, лотки или другие поверхности в один слой или слоем высотой не более 12 см.

Мясо моллюсков рекомендуется замораживать сухим искусственным способом блоками, россыпью или в потребительской таре при температуре не выше минус 30 °С. Мясо моллюсков, уложенное россыпью слоем не более 12 см, с целью предотвращения слипания и смерзания через 40–60 мин после начала замораживания перемешать, повторно перемешать через 2–3 ч.

Замораживание проводили до достижения температуры в толще продукта не выше минус 18 °С. Мясо моллюсков можно изготавливать в глазированной или неглазированной виде. Глазирование проводят в аппаратах оросительного типа или способом погружения блоков в охлаждённую воду. Рекомендуемые параметры глазирования:

- двукратное погружение/орошение, длительность каждого погружения или орошения 5–6 с и продолжительность выдерживания (замерзания воды) в потоке холодного воздуха после первого погружения (орошения) – 10–12 с;

- после второго погружения/орошения выдержать блоки на воздухе для закрепления корочки льда не менее 60 с.

В зависимости от используемого оборудования указанные параметры уточнять лаборатории или технологической службе предприятия.

Глазурь должна быть в виде ледяной корочки, равномерно покрывающей поверхность мороженого продукта, и не должна отставать при лёгком постукивании.

Масса глазури, наносимой на поверхность мороженого блока мяса моллюсков, не должна превышать 8 % от массы глазированной продукции в соответствии с ТР ЕАЭС 040/2016 (пункт 33).

Замороженное мясо направляли на упаковку. Рекомендуемая предельная масса продукции в ящиках – 30 кг; в потребительской упаковке – 1 кг. Далее продукция маркируется в соответствии с ТР ЕАЭС 040/2016 (пункты 72, 73), ТР ТС 022/2011, ГОСТ 7630, ГОСТ Р 51074.

Хранение варено-мороженого мяса осуществляли в холодильных камерах при температуре не выше минус 18 °С с относительной влажностью воздуха 90–95 %.

Для подтверждения соответствия разработанной продукции требованиям технических регламентов были проведены микробиологические исследования варено-мороженого мяса моллюсков. Показатели общей бактериальной обсемененности ($2,6 \cdot 10^2$ – $3,0 \cdot 10^2$) не превышали нормативных ($2 \cdot 10^4$ КОЕ/г), патогенная микрофлора отсутствовала. Установлен срок годности мяса моллюсков, с даты изготовления, не более 6 мес. при температуре не выше минус 18 °С.

Разработана техническая документация:
Технические условия 10.20.32–001–00844942–2023 «Мясо

двустворчатых моллюсков варено-мороженое. ТУ» и Технологическая инструкция. В Типовой схеме контроля технологического процесса проанализированы точки контроля, контролируемые параметры, их характеристики и методы контроля.

3.2 Рецептуры и оценка органолептических показателей качества кулинарных изделий из мяса клем

Предложены рецептуры (табл. 3.1) и проведена дегустация различных кулинарных изделий из мяса клем. Мясо моллюсков размораживали до достижения температуры в толще мяса от минус 1 до 0 °С (рис. 3.2). Затем мясо мариновали, тщательно перемешивая с белым сухим вином, специями и солью в течение 20 мин.

К варено-мороженому мясу хамелии добавляли в готовый соус бешамель и бланшировали 5 мин (рис. 3.3, 3.4). При приготовлении хамелии маринованной и блашированной с луком (№ 2) предварительно к мясу моллюсков добавляли маринад и специи, выдерживали 20 минут. Затем поджаривали лук до золотистого цвета, вводили маринованную хамелию и бланшировали 3 мин (рис. 3.5). Отдельно дегустировали мясо моллюсков, маринованное в сухом вине (№ 3).

Кулинарные изделия из мяса анадары с луком и чесноком, а также тушенное в винной заливке представлены на рисунках 3.6 и 3.7.

Варено-мороженое мясо донакса, церастодермы готовили по той же рецептуре, что и мясо хамелии.

Во всех образцах отмечен приятный вкус, привлекательный внешний вид блюда, нежная консистенция (в т.ч. разжевываемость) мяса и тонкий

аромат. Максимальные баллы получили образцы из хамелеи (венерки) (№ 1) и донакса (№ 7) (рис. 3.8).

Таблица 3.1 – Рецептура кулинарных изделий с мясом клем

Наименование ингредиента	Количество ингредиента рецептуры, мас. %		
	№ 1	№ 2	№ 3
Мясо моллюсков варено-мороженое	67,5	57,0	68,8
Масло оливковое	–	8,0	7,0
Вино белое сухое	12,5	17,5	17,5
Сахар	–	2,0	4,0
Соль	1,2	1,53	1,5
Чеснок	–	2,0	1,0
Лук	–	12,0	–
Молоко	15,5	–	–
Мука	3,0	–	–
Душистый перец	0,1	0,1	0,2
Лавровый лист	0,2	0,1	–

Примечание: 1 – мясо моллюсков в соусе бешамель, 2 – мясо моллюсков маринованное и бланшированное с луком, 3 – мясо моллюсков, маринованное в сухом вине.



Рисунок 3.2 – Мясо хамелии (сырец)



Рисунок 3.3 – Мясо хамелии маринованное



Рисунок 3.4 – Мясо моллюска хамелии *Ch. gallina* в соусе бешамель



Рисунок 3.5 –Мясо хамелии *Ch. gallina* бланшированное с луком



Рисунок 3.6 – Анадара жареная с чесноком и луком



Рисунок 3.7 – Анадара тушенная в винной заливке

По энергетической ценности предложенные варианты кулинарных изделий (блюд) относятся к умеренно калорийным (не более 200 ккал/100 г).

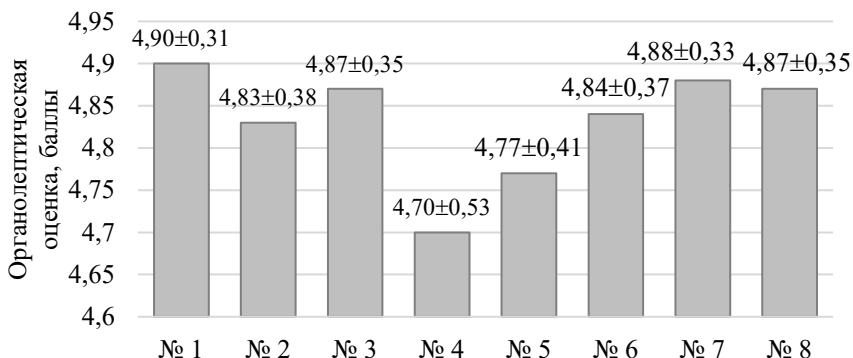


Рисунок 3.8 – Органолептическая оценка кулинарных изделий из варено-мороженого мяса клем: хамелия маринованная в соусе бешамель (№ 1), хамелия маринованная и жареная с зеленью (№ 2), хамелия маринованная в сухом вине (№ 3), анадара жареная с луком (№ 4), анадара тушеная в винной заливке (№ 5), донакс в соусе бешамель (№ 6), донакс тушеный в винной заливке (№ 7), церастодерма (сердцевидка) тушеная с зеленью (№ 8)

Несмотря на то, что хамелия (венерка) небольшой моллюск, его мясо исключительно популярно в средиземноморских и азиатских странах. Классический способ приготовления хамелии предусматривает нагревание всухую в сотейнике, извлечение мяса из раковин и отделение выделившейся межстворчатой жидкости, дальнейшую промывку мяса и тушение с добавлением сливочного масла, петрушки, поваренной соли, черного перца и полученного бульона. Через 3-4 мин, когда моллюски будут готовы, добавляют яйца, взбитые с лимонным соком.

Мясо хамелии является желанным ингредиентом в рецептуре знаменитой португальской паэлы – Arroz de

marisco (рис с морепродуктами). Хамелия прекрасно дополняет популярное в сетях HoReCa сотэ из морепродуктов (164 ккал/100 г), где, как правило, моллюски берутся в равных долях: мидии в раковинах, венерка в раковинах, гребешки, добавляют креветки, сливочное масло, тимьян, лук-шалот, репчатый лук, томат, оливки, каперсы, чеснок, оливковое масла, соль и молотый черный перец, тушат с добавлением хереса.

Хамелию также запекают в фольге с другими двустворчатыми моллюсками, луком-шалот, шафраном, свежей кинзой, белым вином и оливковым маслом (117 ккал/100г).

ГЛАВА 4. ИННОВАЦИОННЫЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКТ ИЗ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ

В настоящее время в мире наблюдается дефицит белка в пище, и эта тенденция, вероятно, сохранится в ближайшие десятилетия. Согласно данным, полученным Институтом питания РАМН, ежегодный недостаток белка в России составляет более 1 млн т, что становится причиной появления у населения симптомов белково-калорийной и витаминной недостаточности, что приводит к возникновению различных заболеваний. Нерациональное питание является также основной причиной развития ожирения и артериальной гипертензии. По данным Росстата, в 2020 г. более половины россиян (55 %) имели избыточную массу тела, а 20,5 % населения страдали ожирением. Особое опасение вызывает увеличение числа детей и подростков с ожирением: так, в целом по России этот показатель увеличился на 5,3 % за 2020 г. [101].

Мясо морских моллюсков обладает высокими органолептическими свойствами, пищевой ценностью, низкой и средней калорийностью, что позволяет рекомендовать его для включения в лечебно-профилактические рационы питания. Кроме того, спрос на морские деликатесы растёт, особенно на мясо моллюсков. Об этом свидетельствуют данные исследования, проведённого Всероссийской ассоциацией рыбопромышленников и аналитической компанией NTech, с января по июль 2024 г. продажи беспозвоночных, в т.ч. моллюсков, увеличились на 19 % в количественном выражении и на 25 % в денежном.

Сегодня под категорией «инновационные продукты питания» понимается новый и/или усовершенствованный пищевой продукт, являющийся результатом прикладных исследований и экспериментальных работ, основным целевым назначением которого является обеспечение пользы здоровью человека, повышение сопротивляемости его организма заболеваниям, способность улучшать многие физиологические процессы. Если новый продукт питания – продукт питания, для которого характерна новая, ранее не свойственная потребительская ценность, то улучшенный продукт питания – пищевой продукт со значительными элементами новизны, выраженными в функциональных свойствах продукта (оздоровительный, лечебно-профилактический эффект), в изменении пищевой ценности и органолептических показателей, значительно отличающихся по своим свойствам и назначению от пищевых продуктов, производимых ранее.

Авторами предлагается разработка инновационного продукта – пресервов из клемов Азовского моря в оригинальной желейной заливке. Группа пресервов выбрана в связи с возможностью пролонгированного срока хранения, что всегда положительно оценивается производителями продукции данного рыночного сегмента.

Известен достаточно широкий ассортимент пресервов из двустворчатых зарывающихся моллюсков (клемов). Так, способ комплексной переработки двустворчатых зарывающихся моллюсков (клемов) включает разделку мышечной ткани с отделением двигательного мускула – ноги и мантии с аддуктором, мойку и гидротермическую обработку, обработку посольной смесью (4–5 %) с протеолитическим

ферментным препаратом из печени камчатского краба «Крусэнзим» (0,5–1,5 % к массе сырья), промывку водой, выдержку в растворе уксусной кислоты и направление на изготовление пресервов или паштета. Кроме того, способ предусматривает обработку двигательного мускула и мантии с аддуктором бледной или серой окраски посольной смесью с красителем (ферментированный рис или SANSET YELLOW FSF) в количестве 0,01-0,5% к массе мышечной ткани [102].

Изобретение позволяет улучшить вкус, аромат и консистенцию продукции из морских клемов (анадары, спизулы, мерценарии, мактры, каллисты и др.) – сырья с повышенным содержанием соединительно-тканых белков.

Применение в известном способе специальной разделки сырья, обработки ферментными препаратами, как и использование красителей для улучшения внешнего вида, не требуется при обработке моллюсков, выбранных нами для изготовления пресервов в желейной заливке.

Желейные заливки в пресервах позволяют сохранить целостность компонентов, обладают привлекательным внешним видом, консистенцией, обеспечивают получение продукта с более низкой калорийностью и детоксицирующими свойствами.

Известны способы производства пресервов из рыбы и морепродуктов в желейных заливках с применением раствора хитозана и пищевых добавок целлюлозной природы [103, 104]. Желейную заливку получают путем гомогенизации при температуре не ниже 60 °С растительного масла, бульона, раствора хитозана, копильного препарата и вкусовых добавок, взятых в следующем соотношении, мас. %: растительное масло – до 45,0, бульон – 25,0–32,5, раствор хитозана – 3,0–8,0,

копильный препарат – 0,5–3,0, вкусовые добавки – остальное. Копильный препарат предварительно очищают хитином в количестве 0,5–2,0 % или сухим хитозаном в количестве 0,5–1,0 %. Изобретение позволяет значительно расширить ассортимент пресервов за счет придания им лечебно-профилактических свойств, обусловленных наличием хитозана, входящего в состав заливки и оказывающего положительное воздействие на организм человека [104].

Наиболее близким к заявляемому является способ, предусматривающий укладку подготовленного сырья (рыбы и морепродуктов) в емкость и внесение компонентов желейной заливки при следующем соотношении, мас. %: зерновой отвар – 30,0–70,0, раствор пищевой добавки целлюлозной природы 1,0–3,0% – 17,5–60,0, раствор хитозана – 3,0–8,0, спиртовой раствор лекарственных растений – 0,01–0,5, вкусовые добавки – остальное. В качестве спиртового раствора лекарственных растений берут спиртовую настойку, например, лимонника, женьшеня, элеутерококка, аралии и др. [105].

Задачей разработки является создание деликатесных, низкокалорийных пресервов из мяса двустворчатых моллюсков (мидий, хамелии, донакса и др.), а также расширение ассортимента пресервов.

Технический результат достигается тем, что при приготовлении пресервов используют композицию ингредиентов, состоящую из варено-мороженого мяса моллюсков, желейной заливки на основе очищенной молочной сыворотки с введением пектина, пресервы дополнительно содержат корни имбиря, сельдерея, белого лука при следующем соотношении ингредиентов, мас. %: желейная заливка – 30:

- очищенная молочная сыворотка – 79,6;
- соль пищевая – 6;
- сахар – 8;
- яблочный уксус 6%-ный – 3,8;
- пектин Х-58 – 2,0;
- перец душистый – 0,18;
- гвоздика – 0,17;
- лавровый лист – 0,15;
- корица – 0,1;

остальные ингредиенты:

варено-мороженое мясо моллюсков – 55,0;

корень сельдерея – 7,0;

корень имбиря – 5,0;

белый лук – 2,9;

бензойнокислый натрий – 0,1.

Пресервы получают следующим образом. Варено-мороженое мясо двустворчатых моллюсков (мидий, донакса, хамелии) моют водой, ставят на стекание, укладывают в емкость, добавляют предварительно очищенные и подготовленные корни сельдерея, имбиря, нашинкованный белый лук.

Для введения в рецептуру выбрано два корнеплода, богатых биологически активными соединениями и клетчаткой – имбирь и сельдерей.

Имбирь (*Zingiber* L.) многолетнее травянистое растение семейства имбирные, употребляют корневище имбиря в качестве пряности. Корневища имбиря содержат до 4 % эфирного масла, главной составной частью которого является цингиберен (до 70 %), придающий продукту характерный аромат. Кроме того, в состав масла входят цингиберол, камфен, цинеол, цитрал и ряд других соединений. Клубни и продукция из них имеют резкий,

острый вкус, который обусловлен наличием фенолоподобного вещества – гингерола [106].

В химическом составе корня имбиря преобладают углеводы – 16,0 %, в т.ч. пищевые волокна – 2,0 %; энергетическая ценность – около 80 ккал. Из минеральных веществ в имбире определены (в мг/100 г продукта): макроэлементы – калий (415,0 или 17,0 % РСП), кальций (16,0), натрий (13,0), магний (43,0), фосфор (34,0) и микроэлементы – железо (0,6), марганец (0,23), медь (0,23), цинк (0,34), селен (0,7 мкг), из витаминов – В₃ (0,7), В₆ (0,2), Е (0,3), С (5,0), РР (11 мкг).

Компоненты корня имбиря обладают антиоксидантным, противовоспалительным, противомикробным, спазмолитическим действием, снижают уровень холестерина и сахара в крови. Имбирь эффективен при острых респираторных заболеваниях и гриппе, оказывает благоприятное действие на сердечно-сосудистую систему (препятствует сгущению крови), повышает общий тонус [107].

Корневой сельдерей – двулетнее растение сем. зонтичных. Это крупный съедобный гипокотиль, ароматный и нежный корнеплод. В 100 г клубня сельдерея содержится: 1,5 г белка, 0,3 г жира, 7,4 г углеводов, 1,8 г клетчатки; энергетическая ценность составляет 176 кДж. В 100 г продукта содержатся витамины (мг/%РСП): С (8,0), В₁ (0,05), В₂ (0,06), В₅ (0,35), В₆ (0,165), Е (0,36), К (41 мкг), из минеральных веществ в его составе присутствуют (мг) фосфор (115,0 или 14,4 % РСП) кальций (43,0), магний (20,0), железо (0,7), калий (300), цинк (0,33), селен (0,7 мкг) и др. Полезен при заболеваниях ССС, когнитивных заболеваниях НС, при СД 2 типа и метаболическом синдроме, как детоксикант.

Перед внесением в пресервы корни тщательно моют, очищают, сельдерей нарезают кубиками (10×10 мм), имбирь натирают крупной солью и выдерживают при температуре (4 ± 2) °С в течение 2–3 ч. Имбирь ополаскивают и шинкуют тонкими пластинками вдоль волокон. Бланшируют имбирь и сельдерей в течение 2 мин в кипящей воде, затем охлаждают.

Белый лук *Allium sera* обладает выраженным легким мягким вкусом. Луковицы подвергают механической кулинарной обработке, шинкуют полукольцами, укладывают в упаковку с варено-мороженным мясом, подготовленными имбирем и сельдереем в соотношениях согласно рецептуре.

Желейную заливку изготавливают на основе очищенной молочной сыворотки. Несмотря на то, что молочная сыворотка не является традиционным продуктом, применяемым в перерабатывающей рыбной промышленности, работы ученых свидетельствуют о перспективности ее использования без предварительной очистки непосредственно в процессе посола для расширения ассортимента рыбопродуктов, обогащения их состава, улучшения органолептических свойств и увеличения сроков хранения [108–115].

Для отделения белковой фракции сыворотку нагревают до температуры 90–95 °С при pH 4,6, выдерживают 10 мин. При этом белок денатурирует и выделяется в виде осадка, который отделяют фильтрованием. Степень извлечения сывороточного белка этим способом составляет 27 %. Остающиеся в молочной сыворотке азотистые соединения получили название протеозо-пептонной фракции. Это наиболее термостабильная часть сывороточных белков [116].

В 100 мл очищенной сыворотки содержится 45 мг общего азота (0,3 % белковых веществ), выявлено высокое содержание лактозы (4,2 %) и минеральных веществ (0,5 %), практическое отсутствие жиров, также установлено присутствие витаминов (мг в 100 г): В₁ – 0,34, В₂ – 0,03, В₆ – 0,12, С – 157,7 [116]. Лактоза сыворотки, участвуя в расщеплении белков, оказывает положительное влияние на формирование вкуса и запаха пресервов и нивелирует соленость продукта.

К очищенной сыворотке добавляют соль и пряности. Крупнодробленные пряности помещают в сыворотку в марлевом/газовом мешочке, доводят до кипения и настаивают 30 мин, при необходимости фильтруют.

Пектин вводят в очищенную сыворотку при температуре не выше 45 °С, предварительно смешав с сахаром. Пектин Х-58 – комплексная добавка, включающая Е440(ii) пектин – гелеобразователь, Е450(i) двунариевый дифосфат – эмульгатор, Е452(i) полифосфат натрия – стабилизатор, Е341(iii) трикальция фосфат – регулятор кислотности. Особенность работы пектина Х-58 заключается в способности работать в среде с кальцием при отсутствии сахара; образуемый гель термообратим. Пектин помогает выводить из организма вредные вещества и токсины, не нарушая естественную микрофлору. Благоприятно влияет пектин на метаболизм, способствуя снижению уровня холестерина в крови [117].

После равномерного растворения пектина заливку доводят до кипения, вводят яблочный уксус, бензойнокислый натрий. Наполненную тару с моллюсками, корнями имбиря, сельдерея и белым луком заливают горячей заливкой (65–70 °С).

Массовую долю составных частей берут в следующем соотношении (%): мяса моллюсков – не менее 55,0, заливки – не более 30,0, корня имбиря – не более 5, корня сельдерея – не более 7, лука белого – не более 3.

Примеры вариантов рецептур желейной заливки представлены в таблице 3.2 (примеры 1–9).

Рецептуры, представленные в примерах 1–3, отличаются содержанием сахара. Экспериментально установлена оптимальная дозировка сахара – 8 мас.%, позволившая получить желейную заливку с приятным сбалансированным вкусом, при меньшей дозировке сахара, равной содержанию соли, заливка была пресной, большей (10,0 мас.%) – избыточной, учитывая, что продукт рекомендуется для людей с лишним весом.

Яблочный уксус позволил придать яркость продукту, подчеркнув сырные ноты и кисло-сладкий вкус (примеры 4–9). Оптимальная дозировка – 3,8 мас.% (пример 6), при более высокой концентрации в запахе пресервов преобладают уксусные ноты, остается послевкусие (пример 5), в примере 4 добавление уксуса (2,0 мас.%) практически не ощущается, композиция не выразительна. Сравнивая консистенцию желейных заливок в примерах 6–9, оптимальной выбрана концентрация Пектина Х-58 2,0 %. В примерах 6 и 7 1,0-1,5%-ный пектин не дает устойчивого геля и при температуре $(18 \pm 2) ^\circ\text{C}$ заливка расслаивается, при 2-х и 2,5%-ной концентрации пектина (примеры 8, 9) желейная заливка приобретает ровную желейную консистенцию. Желаемый эффект нежного желе достигался при 2%-ной концентрации пектина. Продукт рекомендуется подавать в охлажденном виде.

Характеристика органолептических и физико-химических показателей пресервов из двустворчатых

моллюсков в желейной заливке представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.2 – Рецептуры желейной заливки

Наименование ингредиента	Содержание ингредиента в рецептуре желейной заливки, мас.%				
	пример № 1	пример № 2	пример № 3	пример № 4	пример № 5
Очищенная молочная сыворотка	81,4	85,4	83,4	81,4	77,4
Соль пищевая	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Сахар	10,0	6,0	8,0	8,0	8,0
Яблочный уксус 6%-ный	-	-	-	2,0	6,0
Гвоздика	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Перец душистый	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Лавровый лист	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Корица	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Пектин Х-58	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Продолжение таблицы 3.2

Наименование ингредиента	Содержание ингредиента в рецептуре желейной заливки, мас.%			
	пример № 6	пример № 7	пример № 8	пример № 9
Очищенная молочная сыворотка	80,6	80,1	79,6	79,1
Соль пищевая	6,0	6,0	6,0	6,0
Сахар	8,0	8,0	8,0	8,0
Яблочный уксус 6%-ный	3,8	3,8	3,8	3,8
Гвоздика	0,17	0,17	0,17	0,17
Перец душистый	0,18	0,18	0,18	0,18
Лавровый лист	0,15	0,15	0,15	0,15
Корица	0,1	0,1	0,1	0,1
Пектин Х-58	1,0	1,5	2,0	2,5

Таблица 3.3 – Характеристика органолептических и физико-химических показателей пресервов из клем в желейной заливке

Показатель	Характеристика
Вкус	Свойственный мясу моллюсков и внесенным ингредиентам рецептуры. Сочный, нежный для мяса. Умеренно-острый с имбирным послевкусием у желейной заливки
Запах	С выраженными тонкими нотами пряностей, имбиря и сельдерея
Цвет мяса	Свойственный продукту, от бледно-кремового до ярко оранжевого
Консистенция: - мяса моллюсков - заливки - растительного компонента	От плотной до мягкой. Нежное желе. Допускается жидкая фракция, не более 5 %. Корнеплоды нарезаны на кусочки 10х10 мм (сельдерей), слайсы (имбирь); лук – полукольцами
Массовая доля составных частей, %: - мяса моллюсков, не менее - желейной заливки, не более - корень сельдерея, не более - корень имбиря, не более - белый лук, не более	55 30 7 5 3
Массовая доля поваренной соли, %, не более	2,5
Массовая доля белка, %, не менее	8,0
Энергетическая ценность, ккал	67-70

Предложенная рецептурная композиция позволяет получить деликатесный продукт (рис. 3.9, 3.10), сохранив

при этом сочную консистенцию мяса моллюсков и объединив все ингредиенты рецептуры нежной желейной заливкой.



Рисунок 3.9 – Пресервы из анюда в желейной заливке



Рисунок 3.10 – Пресервы из мидий в желейной заливке

Пресервы характеризуются низкой калорийностью (< 90 ккал).

Данная разработка позволит расширить ассортиментный ряд пресервов из морепродуктов, скорректировать питание при алиментарных дефицитах, не повышая необходимую для человека калорийность пищи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обзор информационных источников по видовому разнообразию, географическому распространению, особенностям анатомического строения, биологии и аквакультуре промысловых видов закапывающихся моллюсков (клем) позволил систематизировать результаты многолетних исследований отечественных и зарубежных ученых.

Приведены схемы поэтапного культивирования и описание жизненных циклов аутоакклиматизантов Азово-Черноморского бассейна и близкородственных им видов сем. Arcidae (Lamarck, 1809), Cardiidae (Lamarck, 1809), Donacidae (Linnaeus, 1758), Myidae (Lamarck, 1809), Veneridae (Rafinesque, 1815). Наиболее успешными признаны способы выращивания таких клем как *Anadara granosa*, *Anadara subcrenata*, *Mercenaria mercenaria*, *Mya arenaria*, *Ruditapes philippinarum*, *Venerupis corrugata*, *Donax spp.* и др.

Биомасса закапывающихся моллюсков в АЧБ достигает для *Mya arenaria* (Linnaeus, 1758) – 6–8 кг/м² при плотности поселения до 1000 экз./м², *Donacilla cornea* (Poli, 1791) – 491 г/м² (средняя плотность составила 1068 экз./м²), *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) – до 1500 г/м². Двустворчатый моллюск *Anadara kagoshimensis* к 2014 г достиг промысловой численности; рекомендованный объем добычи анадары в Азовском море на 2023 г. – 1,5 тыс. т. Сведения о ресурсной доступности съедобных клем *Cerastoderma glaucum* (Bruguère, 1789), *Donax trunculus* (Linnaeus, 1758) и *Donax semistriatus* (Poli, 1795) отсутствуют. Однако церастодерма является

доминирующим видом в Азовском море, популяция последнего достаточно быстро восстанавливается после продолжительной гипоксии в придонном слое воды, а высокая выживаемость и эффективный нерест донаксов делают их потенциальными объектами аквакультуры.

Клемы-аутоакклимантисанты *M. arenaria* и *Anadara kagoshimensis* (Токунaga, 1906) являются состоявшимися элементами азово-черноморской экосистемы, увеличивают эффективность действия биофильтраторов бентали и остаются в статусе перспективных объектов культивирования при выращивании как донным, так и подвесными методами аквакультуры.

Рост потребительского спроса на деликатесное мясо моллюсков делает все более востребованным и актуальным масштабирование работ, связанных с оценкой запасов, переселением и акклиматизацией моллюсков, совершенствованием способов их разведения и рациональной переработкой.

В работе представлены результаты исследований размерно-массового состава клем Азовского моря: *A. kagoshimensis*, *C. glaucum*, *Ch. gallina*, *D. trunculus*, *M. arenaria*, *D. cornea*. Установлены усреднённые и максимальные размеры моллюсков в отобранных пробах, выход мяса и створок моллюсков. Наиболее высокий выход мяса (до 25 % общей массы моллюска) отмечен у *M. arenaria*, для видов остальных – не превышал 13,0–16,0 %; таким образом, экономически эффективным будет подращивание моллюсков для увеличения выхода мяса и получения спата.

Исследованы функционально-технологические свойства и пищевая ценность мяса клем. Мясо моллюсков богато белковыми веществами (74–79 % а.с.в.),

установлено присутствие всех незаменимых аминокислот. Высокое содержание йода в тканях клем (не менее 15 % РСП) позволяет говорить о возможности введения мяса моллюсков в состав рационов для диетического профилактического питания. По показателю пищевой насыщенности данные виды моллюсков можно отнести к низконасыщенному пищевому сырью, по энергетической ценности – к низкокалорийному.

Разработаны Технические условия 10.20.32–001–00844942–2023 «Мясо двусторчатых моллюсков варено-мороженое. ТУ» и Технологическая инструкция.

Разработан ассортиментный ряд кулинарных изделий из варено-мороженого мяса в различных соусах и заливке. Органолептическая оценка выявила предпочтения дегустаторов – наивысшие баллы получили кулинарные изделия из варено-мороженого мяса *Ch. gallina* и *D. trunculus*. Разработан оригинальный пищевой продукт – пресервы из моллюсков (анадары, донакса, мидий) в железной заливке на основе очищенной молочной сыворотки с добавлением пектина (получен патент РФ на изобретение).

В перспективе, учитывая небольшие размеры моллюсков, возможно проведение работ по получению белково-углеводных гидролизатов и/или концентратов на их основе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. FAO. 2024. FishStat: Global production by production source 1950-2022. [Accessed on 29 March 2024]. In: FishStatJ. Available at www.fao.org/fishery/en/statistics/software/fishstatj. Licence: CC-BY-4.0.
2. Шарова, И.Х. Зоология беспозвоночных / Инесса Х. Шарова. – М.: Владос, 2002. – 592 с. – ISBN 5-691-00332-1.
3. Жизнь животных. Беспозвоночные / В.Е. Соколов, Ю.И. Полянский, Р.К. Пастернак; Под. ред. Л.А. Зенкевича. – Том 2. – М.: Просвещение, 1988. – 563 с.
4. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные. Членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые / под общим руководством Ф.Д. Мордухай-Болтовского. – Т. 3. – К.: Наук. Думка, 1972. – 340 с.
5. Сон, М.О. Моллюски-вселенцы в пресных и солоноватых водах Северного Причерноморья / М.О. Сон. – Одесса: Друк. – 2007. – 132 с.
6. Черноморские моллюски: элементы сравнительной и экологической биохимии / Под ред. Г.Е. Шульмана, А.А. Солдатова; Институт биологии южных морей НАН Украины. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. – 323 с. – ISBN 978-966-02-7258-3.
7. Заика, В.Е. Митилиды Чёрного моря // В.Е. Заика, Н.А. Валова, А.С. Повчун, Н.К. Ревков, – Киев: Наукова думка, 1990. – 208 с. DOI:10.13140/RG.2.1.1765.6804.

8. Чухчин, В.Д. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря / В.Д. Чухчин – Киев: Наукова думка. – 1984. – 176 с.

9. Ревков, Н.К. Особенности колонизации Черного моря недавним вселенцем – двустворчатым моллюском *Anadara kagoshimensis* (Bivalvia: Arcidae) / Н.К. Ревков // Морской биологический журнал. – 2016. – Том 1. – No 2. – С. 3–17. – URL: <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/1953> (дата обращения: 06.12.2023).

10. Виноградов, А.К. Как пополнить кладовые Нептуна / А.К. Виноградов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 191 с.

11. FAO. 2023. Fishery and Aquaculture Statistics – Yearbook 2020. FAO Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics. Rome. DOI:10.4060/cc7493en.

12. FAO. *Venerupis pullastra*. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Figueras. 2009. FAO. – 2009. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Kraeuter, J. N. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. CD-ROM. 2009.

13. FAO. *Mercenaria mercenaria*. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Kraeuter, J. N. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. CD-ROM. 2009.

14. Власенко, Р.В. Распределение и состав поселений мерценарии стимпсона *Mercenaria stimpsoni* (Bivalvia) на отдельных акваториях Приморского Края / Р.В. Власенко, Д.А. Кротова // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы III Национальной науч.-техн. конф. (Владивосток, 18 декабря

2019 г.) [Электронный ресурс]. – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2020. – С. 18–24.

15. Власенко, Р.В. *Mercenaria stimpsoni* (Bivalvia, Veneridae) как промысловый объект у берегов Приморского края (Японское море) // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы V Науч.-практ. конф. молодых ученых с междунар. участием (Москва, 17–18 апреля 2017 г.). – М.: Изд-во ВНИРО, 2017. – С. 61–66. – ISBN 978-85382-448-5.

16. Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна [Электронный ресурс]. – Владивосток: Дальрыбтехцентр, 2015. – URL: <http://regulation.gov.ru/p/87085> (дата обращения: 06.12.2023).

17. Иванов, Д.А. Вселение моллюска *Mya arenaria* L. в Керченский пролив, ее распределение, численность и размерный состав / Д.А. Иванов // Экологические проблемы Черного моря. – 2008. – С. 142–147.

18. Vermeij, G. J. Invasion and extinction: The last three million years of North Sea pelecypod history / G.J Vermeij // Conservation Biology. – 1989. – Vol. 3(3). – pp. 274–281. DOI: 10.1111/j.1523-1739.1989.tb00087.x.

19. Бешевли, Л.Е. О находке моллюска *Mya arenaria* L. (Bivalvia) в северо-западной части Черного моря /Л.Е. Бешевли, В.А. Калягин // Вестник зоологии. – 1967. – №3. – С. 82–84.

20. Зайцев, Ю.П. Морские гидробиологические исследования национальной академии наук Украины в 90-е годы XX столетия. Шельф и приморские водоемы Черного моря / Ю.П. Зайцев // Гидробиол. журнал. –

1998. – Т. 34. – Вып. 6. – С. 3–21. – URL: <http://www.hydrobiolog.narod.ru> (дата обращения: 06.12.2023).

21. Савчук, М.Я. Распространение и некоторые особенности биологии двустворчатого моллюска *Mya arenaria* L. на прибрежном мелководье северо-западной части Черного моря и в лиманах / М.Я. Савчук // Биология моря. – 1986. – № 6. – С. 40–46.

22. Гетманенко, В.А. Проникновение скафарки в Азовское / В.А. Гетманенко // Рыбное хозяйство. – 1996. – № 1. – С. 51. URI: <http://dspace.vniro.ru/handle/123456789/6660> (дата обращения: 06.12.2023).

23. Гетманенко, В.А. Мия (*Mya arenaria*) и скафарка (*Scapharca cornea*) – перспективные объекты морской аквакультуры / В.А. Гетманенко, Е.П. Губанов // Современное состояние рыбного хозяйства: проблемы и пути решения: материалы Межд. науч.-практ. конф. – Херсон: Олди-плюс, 2008. – С. 144–147. – ISBN 978-966-8447-54-9.

24. Bernard, F.R. Identification of the living *Mya* (Bivalvia: Myoida) / F.R. Bernard // Venus. – 1979. – Vol. 38. – pp. 185–204. – URL: https://doi.org/10.18941/venusijm.38.3_185 (дата обращения: 06.12.2023).

25. Золотницкий, А.П. Характеристика аллометрического роста песчаной ракушки мии (*Mya arenaria* Linnaeus, 1758) в южной части Азовского моря / А.П. Золотницкий, Н.А. Сытник // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2020. – Т. 3. – № 3. – С. 56–66. – URL: <http://journal.azniirkh.ru> (дата обращения: 06.12.2023).

26. Максимович, Н.В. Особенности экологии и биоэнергетические свойства популяций *Mya arenaria* L. (Bivalvia) в губе Чупа / Н.В. Максимович // Вестник

Ленинградского государственного университета. Серия 3: Биология. – 1978. – № 21. – С. 28–36.

27. Munch-Petersen, S. An investigation of a population of the soft clam (*Mya arenaria* L.) in a Danish estuary / S. Munch-Petersen // Medd. Danm. Fisk. Havunders. N.S. – 1973. – Vol. 7(3). – pp. 47–73.

28. Cross, M.E. The Reproductive Biology of the Softshell Clam, *Mya arenaria*, in Ireland, and the Possible Impacts of Climate Variability / M.E. Cross, S.A. Lynch, A. Whitaker, R.M. O'Riordan, S.C. Culloty // Journal of Marine Biology. – 2012. – 9 pages. Article ID 908163. DOI:10.1155/2012/908163.

29. Appeldoorn, R.S. Sex ratio in the soft-shell clam *Mya arenaria* / R.S. Appeldoorn // Nautilus. – 1984. – Vol. 98. – pp. 61–63.

30. Gerasimova, A.V. Cohort life tables for a population of the soft-shell clam, *Mya arenaria* L., in the White Sea / A.V. Gerasimova, N.V. Maximovich, N.A. Filippova // Helgol Mar Res. – 2015. – 69. – pp. 147–158. DOI: 10.1007/s10152-014-0423-2.

31. Günther, C.P. Dispersal and recruitment of *Mya arenaria* L. in the Wadden Sea / C.P. Günther // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. – 1992. – V. 159. – № 2. – pp. 203–215.

32. Möller, P. Recruitment, abundance and production of *Mya arenaria* and *Cardium edule* in the shallow marine waters of western Sweden / P. Möller, R. Rosenberg // Ophelia. – 1983. – V. 22. – № 1. – pp. 33. – DOI:10.55.1080/00785326.1983.10427223.

33. Munck-Petersen, S. Study of the population of soft-bodied clam (*Mya arenaria* L.) in the Danish estuary / S.

Munck-Petersen // Fiskeridirectorate Skrifter. Havunders
Kelser Series. – 1973. – Vol. 3. – pp. 47–70.

34. Brousseau D. A comparative study of the reproductive cycle of the soft-shell clam, *Mya arenaria* in Long Island Sound / D. Brousseau // Journal of Shellfish Research. – 1987. – Vol. 6. – № 1. – pp. 7–16. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/237578569> (дата обращения: 06.12.2023).

35. Pfitzenmeyer, H. T. Annual cycle of gametogenesis of the soft-shelled clam, *Mya arenaria*, at Solomons, Maryland / H. T. Pfitzenmeyer // Chesapeake Science. – 1965. – V. 6. – № 1. – pp. 52–59.

36. Winter, W. Biology of *Mya arenaria* (bivalves) in the eutrophic inner Oslofjord / W. Winter, J. Gray // Sarsia. – 1985. – Vol. 70. – № 1. – pp. 1–9. DOI: 10.1007/s10152-006-0049-0.

37. Warwick, R. Macrofauna production in an estuarine mud-flat / R. Warwick, R. Price // Journal of the Marine Biological Association of the UK. – 1975. – Vol. 55. – № 1. – pp. 1–18. – URL: <https://doi.org/10.1017/S0025315400015721> (дата обращения: 06.12.2023).

38. Ropes, J. Reproductive cycle of *Mya arenaria* in New England / J. Ropes, A. Stickney // Biological Bulletin. – 1965. – Vol. 128. – № 2. – pp. 315–327. – URL: <https://doi.org/10.2307/1539558> (дата обращения: 06.12.2023).

39. Brousseau, D.J. Spawning cycle, fecundity, and recruitment in a population of soft-shell clam, *Mya arenaria*, from Cape Ann, Massachusetts / D.J. Brousseau // Fish. Bull. – 1978b. – Vol. 76. – pp. 155–166. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/237578569> (дата обращения: 05.12.2023).

40. Botton, M.L. Diet and food preference of the adult horseshoe crab *Limulus polyphemus* in Delaware Bay, New Jersey, USA / M.L. Botton // *Mar Biol.* – 1984. – Vol. 81. – pp. 199–207.

41. Baker, P. K. Soft Shell Clam *Mya arenaria* / P.K. Baker, R.L. Mann // *VIMS Books and Book Chapters.* – 1991. – Vol 19. – URL: <https://scholarworks.wm.edu/vimsbooks/19> (дата обращения: 06.12.2023).

42. Loosanoff, V.L. Rearing of bivalve mollusks / V.L. Loosanoff, H.C. Davis // *Advances in Marine Biology.* – 1963. – Vol. 1. – pp. 1–136. – URL: [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(08\)60261-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(08)60261-8) (дата обращения: 06.12.2023).

43. Stickney, A.P. Salinity, temperature, and food requirements of soft sheall clam larvae in laboratory culture/ A.P. Stickney // *Ecology.* – 1964b. – Vol.45. – pp. 283–291. – ISSN:1939-9170.

44. Weston, S. Softshell clam culture: basic biology and general culture considerations / S. Weston, J.K. Buttner // *NRAC Publication.* – No. 201 – 2010. – 6 p.

45. Милн, П.Х. Морские хозяйства в прибрежных водах (перевод с англ.) / Милн П.Х. – М.: Пищевая промышленность. – 1978. – 198 с.

46. Чихаев, А.С. Новый вселенец в Азовское море / А.С. Чихаев, Л.Н. Фроленко, Ю.И. Ревков // *Рыбное хозяйство.* – 1994. – № 3. – С. 40.

47. Poutiers, J. M. Bivalves (Acephala, Lamellibranchia, Pelecypoda) // Carpenter K.E. and Niem V.H. (eds). *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific.1. Seaweeds, corals, bivalves and gastropods.* – FAO, Rome. – 1998. – pp. 123–362.

48. Sahin, C. Seasonal variations in condition index and gonadal development of the introduced blood cockle *Anadara inaequalis* (Brugiere, 1789) in the southern Black Sea coast / C. Sahin, E. Duzgunes, I. Okumus // Turkish J. Fish. Aquat. Sci. – 2006. – Vol. 6. – pp. 155–163. – ISSN 1303-2712.

49. Sahin, C. The benthic exotic species of the Black Sea: blood cockle (*Anadara inaequalis* Brugiere 1789: Bivalve) and rapa whelk (*Rapana thomasiana* Crosse, 1861: Mollusk) / C. Sahin, H. Emiral, I. Okumus et al. // J. Ann. Vet. Advances. – 2009. – Vol. 8. – № 2. – pp. 240–245. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/344489800> (дата обращения: 06.12.2023).

50. Ghisotti, F. *Scapharca* cfr. *cornea* (Reeve), ospite nuova del Mediterranean / F. Ghisotti // Conchiglie. – 1973. – Т. 9. – № 3–4. – pp. 68–70.

51. Кънева-Абаджиева, В. Нов вид мида за Черно море *Cunearca cornea* (Reeve) / В. Кънева-Абаджиева, Т. Маринов // Природа (Болгария). – 1984. – Т. 1. – С. 63–64.

52. Шадрин, Н.В. Дальние вселенцы в Черном и Азовском морях: экологические взрывы, их причины, последствия, прогноз / Н.В. Шадрин // Экология моря. – 2000. – Вып. 51. – С. 72–78. – URL: <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/4279> (дата обращения: 05.12.2023).

53. Олифиренко, А.Б. Особенности внутреннего строения раковины, регистрирующие структуры и экспресс-методика определения возраста анадары *Anadara broughtoni* (Bivalvia, Arcidae) / А.Б. Олифиренко // Изв. ТИНРО. – 2007. – Т. 148. – С. 57–68.

54. Жаворонкова, А.М. Возрастная структура и линейный рост анадары (*Anadara kagoshimensis* Tokunaga, 1906) Керченского пролива / А.М. Жаворонкова, Н.А. Сытник, А.П. Золотницкий // Водные биоресурсы и среда обитания – Т. 5. – № 1. – 2022. – С. 45–55. DOI: 10.47921/2619-1024_2022_5_1_45.

55. Анистратенко, В.В. Двустворчатый моллюск *Anadara inaequalis* (Bivalvia, Arcidae) в северной части Азовского моря: завершение колонизации Азово-Черноморского бассейна / В.В. Анистратенко, И.А. Халиман // Вестник зоологии. – 2006. – Т. 40. – № 6. – С. 505–511.

56. Золотарев, В.Н., Золотарев П.Н. Двустворчатый моллюск *Cunearca cornea* – новый элемент фауны Черного моря / В.Н. Золотарев, Золотарев // Доклады Академии наук СССР. – 1987. – Т. 297. – № 2. – С. 501–502.

57. Фроленко, Л.Н. Формирование биоценоза вселенца кунearки *Cunearca cornea* в Азовское море / Л.Н. Фроленко, О.В. Двинянинова // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. – 1998. – С. 115–118.

58. Справочник. Блокнот [сайт]. – URL: <https://bloknot-rostov.ru/news/v-azovskom-more-razreshili-promysel-zavezennogo-iz-1567705> (дата обращения: 07.12.2023)

59. Олифиренко, А.Б. Условия формирования поселений двустворчатого моллюска *Anadara broughtonii* в заливе Петра Великого (Японское море) / А.Б. Олифиренко // Известия ТИНРО. – 2007. – Т. 149. – С. 122–137.

60. Ревков, Н.К. Особенности биологии двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* в Черном море / Н.К. Ревков, С.А. Щербань // Экосистемы. – 2017. – 9(39). – С. 47–56. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/321533846> (дата обращения: 07.12.2023).

61. FAO. Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2021 (FishStatJ). In: FAO Fisheries and Aquaculture Division [online] (2023). – URL: www.fao.org/fishery/en/statistics/software/fishstatj. – Текст : электронный. FAO (дата обращения: 06.12.2023).

62. Анистратенко, В.В. Моллюски Азовского моря / В.В. Анистратенко, И.А. Халиман, О.Ю. Анистратенко – Киев: Наукова думка, 2011. – С. 172.

63. Набоженко, М.В. Современное распределение двустворчатых моллюсков (Mollusca: Bivalvia) северо-восточной части Черного моря // Вестник Южного научного центра РАН. – 2011. – Т. 7. – № 3. – С. 79–86. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/273335709> (дата обращения: 07.12.2023).

64. Евченко, О. Биоценоз *Chamelea gallina* Юго-Западного побережья Крыма Черного моря / О.В. Евченко // Труды ЮгНИРО. – 2011. – Т.49. – С. 67–71.

65. Левин, В.С. Промысловая биология морских донных беспозвоночных и водорослей / В.С. Левин – СПб: ПКФ «ОЮ-92», 1994. – 240 с. – ISBN 5-86197-005-X.

66. Nikula, R. Phylogeography of *Cerastoderma glaucum* (Bivalvia: Cardiidae) across Europe: A major break in the Eastern Mediterranean / R. Nikula, R. Väinölä // Marine Biology. – 2003. – 143. – pp. 339–350. DOI:10.1007/ s00227-003-1088-6.

67. Михайлова, Т.В. Особенности размножения *Cerastoderma glaucum* (Mollusca, Bivalvia) в Черном море / Т.В. Михайлова // Экология моря. – 1986. – № 23. – С. 64–68. – URL: <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/3736> (дата обращения: 07.12.2023).

68. Ibrahim, R.M. Aspects on the reproductive cycle of *Donax semistriatus* and *Donax trunculus* / R.M. Ibrahim, S.H. Mohammad, S.Z. Mohamed, Z.S. Morsy // Indian Journal of Geo-Marine Sciences. – 2015. – 44(3). – pp. 287–296. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/305701745> (дата обращения: 07.12.2023).

69. Терентьев, А.С. Влияние заиления дна на биоценозы Керченского предпроливья Черного моря / А.С. Терентьев // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: Материалы 1-ой Междунар. науч.-практ. конф. (Москва – Голицыно, 26–30 августа 2002 г.). – М.: ВНИРО, 2002. – С. 100–104. – ISBN 5-85382-273-X.

70. Bulli, L.I. Particular technological, chemical and biological characteristics of *Donacilla cornea* as a potential target species for aquaculture / L.I. Bulli, O.E. Bityutskaya, O.I. Lavrinenko // XXXVI Международная научно-практическая конференция 21 век: фундаментальная наука и технологии, 18–19 ноября 2024, Bengaluru, Karnataka, India. – 2024. – pp. 91–95.

71. O'Connor, W.A. Early ontogeny of the pipi, *Donax (Plebidonax) deltoides* (Donacidae; Bivalvia) / W.A. O'Connor, S.J. O'Connor // Molluscan Research. – 2011. – 31(1). – pp. 53–56. – URL: <http://www.mapress.com/mr/> (дата обращения: 07.12.2023).

72. Kemp, Jr P.S. Final Report: Feasibility of harvesting, holding and culturing *Donax spp.* for resource enhancement aquaculture / Philip S. Kemp Jr, Matthew J. Penn, David F. Ross, Jennifer Eyl // N.C. State University and Carteret Community College – 2007.

73. Иванов Д.А. Возрастная структура популяции *Mya arenaria* и ее изменчивость в северо-западной части Черного моря / Д.А. Иванов. – Морской гидрофизический институт НАН Украины. – 2012. – URL: dspace.nbuv.gov.ua:123456789/56837 (дата обращения: 07.12.2023).

74. Бегань, Ю.П. Размножение и рост мии в Черном море / Ю.П. Бегань // Биология моря. – 1979 – № 6. – С. 70–72.

75. Вялова, О.Ю. Ростовые, морфометрические и биохимические характеристики анадары *Anadara inaequalvis* в Черном море (акватория Голубого Залива, ЮБК) / О.Ю. Вялова // Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2011. – С. 189–192. – URL: <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/1363> (дата обращения: 07.12.2023).

76. Пиркова, А.В. Рост двустворчатого моллюска *Anadara inaequalvis* (Bivalvia) в Черном море при садковом выращивании / А.В. Пиркова // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : материалы VII Междунар. конф. (Керчь: ЮгНИРО, 20–23 июня 2012 г.). – Керчь. – 2012а. – Т. 2. – С. 73–78. – URL: <http://yugniro.in.ua> (дата обращения: 07.12.2023).

77. Пиркова, А.В. Мейоз, эмбриональное и личиночное развитие *Anadara inaequalvis* (Bivalvia,

Arcidae) из Черного моря / А.В. Пиркова // Вестник Зоологии. – 2012 г. – Т. 46. – № 1. – С. 45–50. – URL: <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/11585> (дата обращения: 07.12.2023).

78. Чикина, М.В. Аспекты биологии размножения *Scapharca inaequalvis* (Bruguière) (Bivalvia, Arcidae) в Черном море / М.В. Чикина, Г.А. Колючкина, Н.В. Кучерук // Экология моря. – 2003. – Вып. 64. – С. 72–77. – URL: <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/4513> (дата обращения: 07.12.2023).

79. Жаворонкова, А.М. О некоторых закономерностях линейного роста моллюска анадары (*Anadara inaequalvis* Bruguière, 1789) Керченского пролива / А.М. Жаворонкова, М.А. Брода // Труды ЮгНИРО. – 2017. – Т. 54. – С. 110–115.

80. Gomoiu, M. 1999. *Donacilla cornea* (Poli, 1791) / M. Gomoiu, A. Petranu; Edited by H.J. Dumont // Black Sea Red Data Book. – 1999. – pp. 195–196.

81. Ревков, Н.К. Донацилла роговая *Donacilla cornea* (Poli, 1791) Красная книга Республики Крым. Животные / Н.К. Ревков. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. – С. 41.

82. Копий, В.Г. Современное состояние поселений *Donacilla cornea* в прибрежных районах северо-западной части Черного моря // Научные записки Тернопольского национального педагогического университета. Сер. Биология. – 2012. – № 2 (51). – С. 140–144 (укр. яз.).

83. Ковалева, М.А. Новые данные о состоянии поселения *Donacilla cornea* (Mollusca: Bivalvia: Mesodesmatidae) у побережья Крыма / М.А. Ковалева, А.А. Надольный // Материалы Всероссийской

молодежной гидробиологической конференции «Перспективы и проблемы современной гидробиологии», пос. Борок, Ярославская область, 10–13 ноября 2016 г. / ИБВВ им. И.Д. Папанина РАН; под ред. И.С. Турбанова, Я.С. Климовой, С.Ю. Синельникова. – Ярославль: Филигрань, 2016. – С. 85–86. – ISBN 978-5-906682-64-2.

84. Linetskii, B. *Donacilla cornea* (Poli, 1791) (Bivalvia: Venerida: Mesodesmatidae) in the northern Black Sea: New distribution records, shell size and colouration / Boris Linetskii // *Folia Malacol.* – 2020. – 28(3). – С. 210–215. DOI: <https://doi.org/10.12657/folmal.028.014>.

85. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под редакцией канд. биол. наук В.А. Абакумова. – Л.: Гидрометеиздат, 1983.

86. Леванидов, И.П. Взаимосвязь основных компонентов и химического состава мяса гидробионтов / И.П. Леванидов // *Рыбное хозяйство.* – 1980. – № 8. – С. 62–64.

87. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части её маркировки», утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. No 881. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320347> (дата обращения: 07.12.2023).

88. Mitchell, H.H. Some relationships between the amino acid contents of proteins and their nutritive values for the rat / H.H. Mitchell and R.J. Block // *J. biol. Chm.* – 1946. – 163. – p. 599.

89. Лисин, П.А. Оценка аминокислотного состава рецептурной смеси пищевых продуктов / П.А. Лисин, Е.А.

Молибога, Ю.А. Канушина, Н.А. Смирнова // Аграрный Вестник Урала. – 2012. – 3(95). – С. 26–28.

90. Лисин, П.А. Оценка качества белка с использованием компьютерных технологий / П.А. Лисин, М.А. Никитина, Е.Б. Сусь // Пищевая промышленность. – 2016. – 1. – С. 26–29.

91. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного Союза «О безопасности пищевой продукции» (от 09.12.2011 № 880 с изменениями на 8 августа 2019 года. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 07.12.2023).

92. ТР ЕАЭС 040/2016 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции», утвержденный решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18 октября 2016 г. N 162. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420394425>.

93. Пат. 2286685 C1 (RU) МПК A23L 1/333, A23L 1/30, A23L 1/304 Способ получения железосодержащей биологически активной пищевой добавки / Руцкова Т.А. (RU), Кофанова Н.Н. (RU), Козловская Э.П. (RU), Глазунов В.П. (RU), Артюков А.А. (RU); патентообладатель: Тихоокеанский институт биоорганической химии Дальневосточного отделения Российской академии наук (RU); 2005107886/13 заяв. 2005.03.21 опубл. 2006.11.10.

94. Битютская, О.Е. Использование моллюска в технологии диетических продуктов / О.Е. Битютская, В.Н. Любчик, Т.Н. Овсянникова // Товары и рынки. – 2012. – 2(14). – С. 111–121.

95. Ozden, O. Seasonal Variations in the Macronutrient Mineral and Proximate Composition of Two Clams (*Chamelea gallina* and *Donax trunculus*) / O. Ozden, N. Erkan, S. Ulusoy // Int J Food Sci Nutr. – 2009. – Vol. 60(5). – pp. 402–412. DOI:10.1080/09637480701772945.

96. Regulation (EC) No 1924/2006 of the European Parliament and of the Council of 20 December 2006 on nutrition and health claims made on foods, OJEU, 30.12.2006, L404/9-25.

97. Panayotova, V. Nutritional Composition, Bioactive Compounds and Health-Beneficial Properties of Black Sea Shellfish / V. Panayotova, Merdzhanova, D.A. Dobрева, K. Bratoeva, L. Makedonski // J of IMAB. – 2020. – 26(3) – pp. 3293–97. – URL: <https://doi.org/10.5272/jimab.2020263.3293> (дата обращения: 07.12.2023).

98. Bityutskaya, O.E. Analysis of technical and chemical characteristics as well as nutritional value of clams from the Sea of Azov / O.E. Bityutskaya, L.V. Donchenko, K.I. Moshtnec // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2021. – 640(3):032045. DOI: 10.1088/1755-1315/640/3/032045.

99. Nutritional and commercial quality of the striped venus clam, *Chamelea gallina*, from the Adriatic Sea / E. Orban, G. Di Lena, T. Nevigato, I. Casini, R. Caproni, S. Generoso, [et al.] // Food Chem. – 2007. – 101(3). – pp. 1063–70. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.03.005> (дата обращения: 07.12.2023).

100. Boussoufa, D. Seasonal variation in condition and fatty acid composition of coquina clam, *Donax trunculus* (Linnaeus 1758) (Mollusca: Bivalvia) from the Tunisian coast / D. Boussoufa, N. Ghazali, E. Viciano, J.C. Navaro, M.El. Cafsi // Cah Biol Mar. – 2011. – 52. – pp. 47–56. DOI: 10.5272/jimab.2020263.3293.

101. Стратегия формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года / Приложение к приказу Министерства здравоохранения Российской Федерации от 15 января 2020 г. N 8. 17.02.2020 г. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73421912/#review>

102. Пат. РФ 2231272 С1, МПК А23L 1/33 Способ комплексной переработки двустворчатых зарывающихся моллюсков (клемов) (варианты) / Купина Н.М. (RU), Зюзьгина А.А. (RU), Поваляева Н.Т. (RU), Киселев В.В. (RU), Герасимова Н.А. (RU); патентообладатель: Тихоокеанский институт биоорганической химии Дальневосточного отделения Российской академии наук (RU). – 2005107886/13; заяв. 2005.03.21 опубл. 2006.11.10. – Бюл. 12.

103. Пат. РФ 2231272 С1, МПК А23L 1/33 Способ комплексной переработки двустворчатых зарывающихся моллюсков (клемов) (варианты) / Купина Н.М. (RU), Зюзьгина А.А. (RU), Поваляева Н.Т. (RU), Киселев В.В. (RU), Герасимова Н.А. (RU); патентообладатель: Тихоокеанский институт биоорганической химии Дальневосточного отделения Российской академии наук (RU). – 2005107886/13; заяв. 2005.03.21 опубл. 2006.11.10. – Бюл. 12.

104. Пат. РФ 2202922 С1, МПК А23L 1/325, А23В 4/00 Способ производства пресервов в желейной заливке / Ким Г.Н. (RU), Ким И.Н. (RU), Кращенко В.В. (RU), Ткаченко Т.И. (RU); патентообладатель: ФГОУ ВПО «Дальневосточный государственный технический

рыбохозяйственный университет2 (RU). – 2001129782/13; заяв. 2001.11.06; опубл. 2003.27.04. – Бюл. 12.

105. Пат. РФ 2246237 С1, МПК А23L 1/325, А23В 4/00 Способ изготовления пресервов в железной заливке / Ким И.Н. (RU), Яркова О.В. (RU), Кращенко В.В. (RU); патентообладатель: ФГОУ ВПО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» (RU). – 2003123881/13; заяв. 2003.07.30, опубл. 2005.02.20. – Бюл. 5.

106. Похлебкин, В.В. Все о пряностях. Виды, свойства, применение / В.В. Похлебкин. – М.: Центрполиграф, 2001. – 336 с.

107. Складковский, Л.Я. Целебные свойства пищевых растений / Л.Я. Складковский. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 272 с.

108. Пат. РФ 2159552 С2, МПК А23В 4/023, А23L 1/33 Способ производства консервов из гребешка / Тубол Т.П. (RU), Базилевич В.И. (RU), Иваниенко Т.П. (RU); патентообладатель: Дальневосточная государственная академия экономики и управления (RU). – 2159552(13); заяв. 1996.08.05, опубл. 2000.11.27.

109. Пат. РФ 2320220 С1, МПК А23L 1/325, А23В 4/00 Способ производства деликатесных пресервов из неразделанной рыбы / Ким Г.Н. (RU), Ким И.Н. (RU), Штанько Т.И. (RU), Бачалов Г.А. (RU); патентообладатель: ФГОУ ВПО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» (RU). – 2320220(13); заяв. 2007.01.09, опубл. 2008.03.27. – Бюл. 9.

110. Пат. РФ 2330468 С1, А23L 1/325, А23В 4/00 Способ производства деликатесных пресервов / Ким Г.Н. (RU), Ким И.Н. (RU), Штанько Т.И. (RU), Бачалов Г.А. (RU), Мегеда Е.В. (RU), Кузнецов А.А. (RU), Лесняк В.В.

(RU), Федосеева Е.В. (RU); патентообладатель: ФГОУ ВПО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» (RU). – 2330468; заяв. 2007.01.09, опубл. 2008.08.10. – Бюл. 22.

111. Пат. РФ 2330522 С1, МПК А23L 1/328 Способ получения биологически активной добавки / Сержантов Г.И. (RU); патентообладатель: Сержантов Г. И. (RU), Усталков В.И. (RU), Парфенова Е.В. (RU). – 2388483; заяв. 2008.12.29; опуб. 2010.05.10. – Бюл. 13.

112. Пат. РФ 2334420 С1, МПК А23L 1/325, А23В 4/048 Способ производства копченой рыбы / Васильев А.И. (RU), Кучеренко Н.А. (RU), Порошин Н.А. (RU), Савченко А.В. (RU); патентообладатель: ФГОУ ВПО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» (RU). – 2453121; заяв. 2011.01.13, опуб. 2012.06.20. – Бюл.17.

113. Пат. РФ 2335909 С1, МПК А23В 4/044 Способ приготовления рыбы горячего копчения / Ким Г.Н. (RU), Ким И.Н. (RU), Штанько Т.И. (RU), Мегада Е.В. (RU), Лесняк В.В. (RU); патентообладатель: ФГОУ ВПО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» (RU). – 2335909; заяв. 2007.06.27 опуб 2008.10.20. – Бюл.19.

114. Пат. РФ 2438334 С2, МПК А23В 4/023 Способ посола деликатесных рыб / Гребенюк А.А. (RU), Базарнова Ю.Г. (RU); патентообладатель: ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий» (RU). – 2438334; заяв. 2010.02.18 опуб 2012.01.10. – Бюл.1.

115. Пат. РФ 2440765 С2, А23В 4/023, А23L 1/325 Способ получения пресервов / Ким И.Н. (RU), Федосеева Е.В. (RU), Лазаренко Г.А. (RU); патентообладатель:

ФГОУ ВПО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» (RU). – 2440765; заяв. 2010.02.26, опуб. 2012.01.27. – Бюл. 3.

116. Пат. РФ 2025076, МПК А22С Способ очистки молочной сыворотки / Храмцов А.Г. (RU), Абдулина Е.Р. (RU), Евдокимов И.А. (RU); патентообладатель: Ставропольский политехнический институт (RU). – 2025076; заяв. 1991.02.18, опуб. 1994.12.30.

117. ГОСТ Р 55577-2013 Продукты пищевые функциональные информация об отличительных признаках и эффективности. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 23 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	С.
Введение	1
Глава 1. Закапывающиеся двустворчатые моллюски – объекты мирового промысла и аквакультуры	4
1.1 Видовое разнообразие, особенности биологии, распространение, промысел и аквакультура клем	6
1.2 Оценка состояния развития аквакультуры закапывающихся моллюсков Азово-Черноморского бассейна	50
Глава 2. Исследование техно-химических характеристик и пищевой ценности клем Азовского моря	62
Глава 3. Технология варено-мороженого мяса моллюсков (клем)	76
3.1 Разработка технической документации на варено-мороженое мясо закапывающихся моллюсков	76
3.2 Рецептуры и оценка органолептических показателей качества кулинарных изделий из мяса клем	80
Глава 4. Инновационный пищевой продукт из двустворчатых моллюсков	85
Заключение	98
Список использованной литературы	101

Научное издание

Битютская Ольга Евгеньевна,
Булли Любовь Ивановна

КЛЕМЫ АЗОВСКОГО МОРЯ

Монография

В авторской редакции

Макет обложки – Глухой Евгений Григорьевич

Подписано в печать 28.12.2024 г. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. Уч.-изд.л. 3,5.

Тираж 75 экз. Заказ №

Типография ООО «PrintRoom»



**КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МОРСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**