



А. И. БУЯНОВСКИЙ

МОРСКИЕ ДВУСТВОРЧАТЫЕ
КОЛЛЕССКИ КАМЧАТКИ
И ПЕРСПЕКТИВЫ
ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Издательство ВНИРО

А.И.БУЯНОВСКИЙ

**МОРСКИЕ ДВУСТВОРЧАТЫЕ
МОЛЛЮСКИ КАМЧАТКИ
И ПЕРСПЕКТИВЫ
ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Москва Издательство ВНИРО 1994

На шельфе Камчатки обитает около 130 видов двустворчатых моллюсков, и в том числе виды, имеющие практическую ценность. В работе показаны основные пути использования этой группы, дана краткая характеристика двустворчатых моллюсков как класса и общая характеристика фауны двустворок, обитающих в прикамчатских водах. Особое внимание уделено видам, которые могут иметь практическую ценность, — приводятся сведения об их морфологии, ареале, экологии, способах добычи и переработки, указаны основные меры регулирования промысла и необходимые санитарно-гигиенические мероприятия, намечены основные перспективы их использования в условиях Камчатки.

Печатается по решению ученого совета ВНИРО (протокол № 8 от 27.07.94).

Ответственные редакторы

*ИВАНОВ Б.Г., кандидат биологических наук,
ЗАЙЦЕВА Ю.Б.*

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ	8
Глава 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ	12
Строение и физиология	12
Жизненный цикл	17
Образ жизни	19
Глава 3. МОРСКИЕ ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ КАМЧАТКИ	23
Общая характеристика фауны	23
Выбор видов, пригодных к использованию, и их идентификация	27
Глава 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТЕНЦИАЛЬНО ПРОМЫСЛОВЫХ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ И СОПУТСТВУЮЩИХ ВИДОВ	34
Мидии	34
<i>Раковина</i>	35
<i>Размеры</i>	35
<i>Распространение в Мировом океане</i>	36
<i>Экология</i>	36
<i>Использование и переработка</i>	42
Морские гребешки	50
<i>Раковина</i>	50
<i>Размеры</i>	51
<i>Распространение в Мировом океане</i>	51
<i>Экология</i>	52
<i>Использование и переработка</i>	54
Клэмы	60
<i>Раковина</i>	61
<i>Размеры</i>	63
<i>Распространение в Мировом океане</i>	63
<i>Экология</i>	64
<i>Использование и переработка</i>	70
Сопутствующие виды	81
Глава 5. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ НА КАМЧАТКЕ	86
Регулирование промысла	86
Санитарно-биологический контроль. Влияние "красных приливов"	87
Основные рекомендации к промыслу мидий, гребешков и клэмов	88
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	93
Список использованной литературы	94

CONTENTS

INTRODUCTION	5
Chapter 1. MANAGEMENT OF BIVALVE MOLLUSCS	8
Chapter 2. THE GENERAL PATTERNS OF BIVALVIA	12
Morphology and physiology	12
Life cycles	17
Ecological patterns	19
Chapter 3. MARINE BIVALVES OF KAMCHATKA	23
Common species and their distribution	23
Choice of perspective species and their identification	27
Chapter 4. PERSPECTIVE AND CONCOMITANT SPECIES	34
Mussels	34
<i>Shell</i>	35
<i>Sizes</i>	35
<i>Geographical distribution</i>	36
<i>Ecology</i>	36
<i>Utilization and processing</i>	42
Scallops	50
<i>Shell</i>	50
<i>Sizes</i>	51
<i>Geographical distribution</i>	51
<i>Ecology</i>	52
<i>Utilization and processing</i>	54
Clams	60
<i>Shell</i>	61
<i>Sizes</i>	63
<i>Geographical distribution</i> ..	63
<i>Ecology</i>	64
<i>Utilization and processing</i> ..	70
Concomitant species	81
Chapter 5. PERSPECTIVES OF BIVALVIA MANAGEMENT ON KAMCHATKA	86
Fisheries regulation	86
Bacteriological control. Effects of "red tides"	87
The main recommendations to fisheries	88
CONCLUSIONS	93
Literature cited	94

ВВЕДЕНИЕ

Двустворчатые моллюски являются достаточно хорошо обособленной и широко распространенной группой морских животных, тело которых покрыто известковой двустворчатой раковиной. Они обитают в Мировом океане и его краевых морях, а также в солоноватых и пресных водах — реках, озерах, прудах. Большая часть видов — около 80% от почти 20 тысяч — населяет морские водоемы: морские двустворчатые моллюски встречаются от Арктики и Антарктики до экваториальных широт [Зацепин, Филатова, 1968; Барнс и др., 1992]. Глубины их обитания варьируют от приливо-отливной зоны до глубочайших океанических впадин. Они успешно освоили различные типы грунта — от твердых скал до мягкого ила. Поселения двустворок существуют в обрастании судов и гидротехнических сооружений, на прибойных мысах и подводных банках, в сообществах коралловых рифов, среди населения подводных гидротермалей, на песке и гальке, в скалах и мягком грунте. Во многих местах своего обитания на твердых и мягких грунтах двустворчатые моллюски достигают высокой численности и биомассы, формируя одноименные сообщества — устричные и мидиевые банки, сообщества клэммов на песчаном грунте и др.

Размеры и масса двустворчатых моллюсков варьируют от почти полутора метров и 40 кг, отмеченных для тропической тридакны [Зацепин, Филатова, 1968], до нескольких миллиметров и нескольких десятых грамма, свойственных многим обитателям мягких грунтов. Чрезвычайно разнообразны форма и окраска раковины, строение мягкого тела и образ жизни. Поэтому не случайно такая заметная группа животных издавна привлекала внимание человека — начиная с древнейших времен двустворчатые моллюски использовались в пищу. С каждым годом интенсивность их эксплуатации возрастала, и в настоящее время среди морских беспозвоночных эта группа по объему вылова занимает первое место: в 1990 г. общий объем добычи всех двустворок превысил 4 800 тыс.т, в то время как вылов такой хорошо известной группы, как ракообразные (крыль, креветки, речные раки, крабы и т.д.), составлял около 4 600 тыс.т [FAO, 1990].

Однако на побережье Камчатки, где обитает около 130 видов двустворчатых моллюсков [Скарлато, 1981; Кафанов, 1991], и в том числе промышляемые в других регионах мидии, гребешки, клэммы, ни

один вид не используется в сколько-нибудь значительном масштабе. Такая ситуация обусловлена многими причинами, среди которых не последнюю роль играет отсутствие доступной информации: сведения об этой группе имеются только в специальной научной литературе. Поэтому целью настоящего обзора было ознакомление широкого круга читателей с двустворчатými моллюсками, обитающими на камчатском шельфе, и перспективами их использования.

Поскольку двустворчатые моллюски знакомы не всем читателям, в двух первых главах приводятся сведения о путях возможного использования этих животных и их общая характеристика, включающая особенности строения и образа жизни. В третьей главе сообщается о двустворчатых моллюсках, населяющих камчатский шельф, в ней также очерчивается круг видов, которые могут оказаться перспективными для хозяйственного использования. В четвертой главе приводится развернутая характеристика этих видов, причем основное внимание уделено особенностям их распространения и экологии. И, наконец, пятая глава посвящена перспективам использования этих моллюсков на побережье Камчатки.

В работе наряду с литературными данными были использованы результаты рейса НИС «Назаровск», во время которого в 1988 г. были выполнены траловая и дночерпательная съемки на глубинах 30-200 м в Авачинском, Кроноцком, Камчатском заливах и Корфо-Карагинском районе (всего около 550 станций). Сбор материала осуществляли сотрудники лаборатории бентосных сообществ Камчатского института экологии и природопользования (КИЭП) ДВО РАН под руководством доктора биологических наук В.В.Ошуркова. Определение двустворчатых моллюсков проводилось автором. Кроме того, были использованы результаты десятилетних исследований, проводившихся автором во время экспедиций КИЭП на побережье Восточной Камчатки и Командорских островах.

Идея создания этой книги принадлежит заведующему лабораторией промысловых беспозвоночных и водорослей КО ТИНРО доктору биологических наук В.С. Левину, под чьим руководством она и была написана. Все иллюстрации выполнены Е.В. Солохиной. При обсуждении рукописи очень ценные замечания были высказаны сотрудниками ВНИРО доктором биологических наук А.А.Нейман, кандидатами биологических наук И.А.Садыховой и Б.Г.Ивановым, Ю.Б.Зайцевой. В сборе материала и дополнительной информации большую помощь мне оказала И.А.Садыхова, а также сотрудники КИЭП ДВО РАН кандидат биологических наук А.В.Ржавский, В.И.Стрелков, В.И.Шалуханов, А.Г.Бажин, Д.А. Рязанов, Е.А.Архипов, Ю.П.Штурмина. При работе над монографией я все время чувствовал моральную поддержку заместителя директора ВНИРО кандидата биологических наук Б.Н.Котенева, заведующего лабораторией экологии и морфологии морских беспозвоночных ИЭМЭЖ им. А.Н.Северцова профессора В.А.Свешникова и академика А.В.Жирмунского. Всем этим людям автор выражает свою признательность.

RESUME

A.I. Buyanovsky

MARINE BIVALVES OF KAMCHATKA AND PERSPECTIVES OF THEIR MANAGEMENT

Approximately 130 species of Bivalvia habitate on the Kamchatka shelf. However neither of them has been ever harvested. Therefore I tried to distinguish those species which may have commercial value. The next criteria were used for such definition: (1) the species should be widespread; (2) their sizes should exceed 5 cm; (3) their distribution should be patchy and the patches should be rather expanded; (4) their growth rates should be high. Thus 14 species were selected, 8 of them are studied better than other 6 species. Therefore the first group of species was called «perspective species» while the second group was called «concomitant species». Perspective species include the mussel *Mytilus trossulus* (= *M. edulis*), scallops *Chlamys albida*, *Ch. behringiana*, cockled-clams *Ciliatocardium ciliatum*, *Serripes groenlandicus*, *S. laperousii*, razor-clam *Siliqua alta*, surf-clam *Mactromeris* (= *Spisula*) *polynima*.

The main resources of *M. trossulus* are concentrated in the Avatcha Inlet. Breeding occurs in July-August. Mussels which live in foulings reach commercial size for 1.5-2 years, while the bottom mussels grow slower. Preliminary experiments showed that mussels culture in the Avatcha was quite perspective. There are also some other regions in the northern Kamchatka which may be also perspective for mussel culture and harvest. Due to possibility of cultivation the mussels also may be used as source of different bioactive compounds (poisons, immunomodulators, enzymes, lipids etc).

The commercial stocks of the scallop *Ch. behringiana* are located in the South-West part of the Behring Sea at depths 60-120 m. Some other patches are also found in the Avatcha Gulf (East Coast) and in the Shelikhov Gulf (West Coast). Breeding occurs in June-July. Scallops reach commercial sizes for 6-8 years. It seems that now one can get about 300 tons per year. However the further studies may let increase this value.

Distribution patterns of clams need in further study, but it seems that large stocks of the razor clams (*S. alta*) are concentrated both on the West coast and in some bays of the East coast. Few patches of cockles and surf clams were found on the both coasts (maps are given in text). It seems that clams also breed in July-August. Commercial sizes are reached for 5-10 years: the growth curves are shown on figures. The real stocks of each species should be evaluated.

General recommendations to fishery and management are given together with the main security measures.

Г л а в а 1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ

В использовании двустворчатых моллюсков можно выделить три основных направления, главным из которых следует считать промысел — массовое изъятие с целью дальнейшей переработки. Второе направление заключается в периодическом изъятии небольшого количества моллюсков для мониторинга загрязнений. Третье, наименее разработанное, направление состоит в увеличении естественных запасов для их дальнейшего использования в санитарных целях. Соответственно каждое направление имеет свою специфику.

Привлекательность двустворчатых моллюсков для промысла обусловлена особенностями их строения и образа жизни. Во-первых, мясо моллюсков обладает высокой пищевой ценностью, что обусловлено повышенным содержанием белков и микроэлементов; во-вторых, тело моллюска заключено в раковину, состоящую из извести и органического вещества; в-третьих, двустворчатые моллюски, как и другие гидробионты, содержат большое количество биологически активных веществ; и, в-четвертых, особенности жизненного цикла позволяют многим видам образовывать мощные скопления за сравнительно короткий промежуток времени, что существенно облегчает их эксплуатацию. Таким образом, промысловое использование двустворчатых моллюсков может иметь различные аспекты.

Основным аспектом следует считать использование моллюсков в пищу, именно этой цели подчинен практически весь мировой вылов, в то время как остальные аспекты имеют пока второстепенное значение. Наиболее известны такие группы видов, как устрицы, гребешки, мидии, клэмы (двустворчатые моллюски, которые частично или полностью зарываются в мягкие грунты), формирующие основную часть промысловых видов. Использование многих видов облегчается возможностью их культивирования, позволяющего ежегодно получать возобновляемый урожай без нанесения существенного урона окружающей природе. В настоящее время существует свыше тысячи различных рецептов приготовления мяса двустворок, с которыми можно ознакомиться в соответствующей литературе. Мясо можно употреблять в пищу практически в любом виде — сыром, вареном, жареном, соленом, маринованном, подсушенном и т.д.

Другим объектом использования является раковина двустворчатого моллюска, характеризующаяся рядом особенностей: во-первых, многие виды имеют чрезвычайно красивую раковину; во-вторых, внутренняя поверхность раковины часто имеет перламутровую окраску; в-третьих, некоторые виды обладают уникальной способностью к формированию жемчуга; в-четвертых, раковина может содержать значительное количество извести и органического вещества, напоминающего по структуре хитин ракообразных и насекомых. Раковина может быть использована как декоративное изделие, как сырье для производства бижутерии и художественного промысла, как источник жемчуга и как сырье для производства кормовой муки. Существуют и другие способы ее использования: например, в Испании раковины мидий используются для покрытия грунтовых дорог в качестве уплотнительного материала; при добавке к цементу или бетону раковины можно использовать как отделочный материал для украшения наружных поверхностей зданий; органическое вещество можно использовать для производства хитина, широко применяющегося в различных отраслях промышленности.

Начиная со второй половины нашего столетия возрастает интерес к биологически активным веществам (БАВ) [Halstead, 1965; Bioactive compounds..., 1974; Гурин, Ажгихин, 1981 и др.]. Это природные соединения, содержащиеся в теле живого организма. Будучи выделенными и очищенными, они обладают исключительно сильным эффектом на тот или иной орган или процесс. БАВ успешно применяются в медицине и пищевой промышленности. Их источниками могут быть различные гидробионты — водоросли, кишечнополостные, ракообразные, моллюски, асцидии, морские млекопитающие. БАВ, которые были получены из двустворчатых моллюсков, можно объединить в четыре большие группы: токсины — яды нервно-паралитического действия, влияющие на сократимость различных скелетных мышц и кровеносных сосудов; иммуномодуляторы, повышающие иммунитет к различным инфекциям, в том числе — вирусной, стафилококковой, гриппозной, холерной и др.; ферменты, используемые в легкой, пищевой, химической и медицинской промышленности, а также наряду с четвертой группой — гормонами, стеринами и липидами — при лечении различных заболеваний.

Некоторые виды, особенно непищевые, можно использовать для получения белкового гидролизата — продукта, получаемого при ферментативном гидролизе мяса. Этот препарат можно использовать при производстве экструдированных продуктов, а также печенья типа галет [Борисочкина, 1988].

Основные различия при промышленном использовании заключаются в способах переработки сырья. Для использования мяса в пищу оно отделяется от раковины и в дальнейшем обрабатывается на оборудовании пищевой промышленности; при использовании раковины ее

дальнейшая обработка производится либо кустарно (изготовление художественных поделок), либо на оборудовании легкой (производство бижутерии) или пищевой промышленности (производство муки); для получения биологически активных веществ используется биохимическое оборудование. Технология добычи при этом, как правило, остается единой.

Существуют и другие аспекты промыслового использования двустворчатых моллюсков. Например, на западном побережье Северной Америки многие виды (особенно острый клэм) являются объектом спортивного лова и привлекают большое количество туристов [Bourne, 1969; Ayres, Simons, 1988]. Некоторые виды (мидии, грешки) используются как модельные объекты для исследований по физиологии и биохимии, в связи с чем ряд научных и вузовских лабораторий нуждается в поставках живого материала, и, соответственно, существуют фирмы, специализирующиеся на таких поставках. Кроме того, двустворчатые моллюски как типичные и широко распространенные обитатели водной среды привлекают внимание коллекционеров, аквариумистов и любых учебных заведений, где организовано преподавание биологии.

В последнее время все более актуальным становится контроль за загрязнением акваторий, и поэтому двустворчатых моллюсков все чаще используют как объект мониторинга. Применению их для этой цели способствуют такие особенности биологии, как достаточно высокая устойчивость к загрязнению, малоподвижный образ жизни и способность к накоплению загрязнителей в теле. Это позволяет создать сеть постоянных станций для периодического отбора проб в загрязненных и незагрязненных (контроль) районах. Динамика изменения концентраций загрязнителей в теле моллюсков позволяет оценивать изменение экологической ситуации в данном районе. Одним из классических объектов такого мониторинга является мидия, которая широко распространена в умеренных и субтропических водах. Образуя большие скопления, этот моллюск позволяет получать выборки, которые достаточно адекватно свидетельствуют о состоянии водной среды.

Применение двустворчатых моллюсков в санитарной гидробиологии обусловлено их способностью пропускать через себя большие объемы воды и, таким образом, служить естественным фильтром. Например, мидия длиной около 4 см может за час пропускать 4,5 л воды [Зацепин, Филатова, 1968]. Если учесть, что те же мидии способны образовывать обширные поселения с плотностью до нескольких тысяч на квадратный метр, то можно ожидать, что такое количество моллюсков способно оказать заметное влияние на чистоту воды в акватории. Вместе с тем следует учитывать, что, отфильтровывая воду, моллюски выделяют продукты распада, оседающие на дно и влияющие на состояние окружающих сообществ.

Поэтому при выполнении заказа на подобные работы требуются очень тщательные научные исследования.

Таким образом, сфера использования двустворчатых моллюсков весьма обширна. Однако в связи с различиями (нередко существенными) в морфологии и образе жизни способы добычи и области использования разных видов могут отличаться. Поэтому представляется целесообразным дать характеристику строения и образа жизни различных групп двустворчатых моллюсков и указать для каждой группы оптимальные способы добычи и переработки. Однако, прежде чем приступить к описанию отдельных видов, необходимо познакомить читателя с общими чертами строения и образа жизни двустворчатых моллюсков.

Г л а в а 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ

Строение и биология различных двустворчатых моллюсков описаны в литературе достаточно подробно [Руководство по зоологии, 1940; Иванов, 1955; Савилов, 1961; Скарлато, 1960; 1981; Зацепин, Филатова, 1968; Барнс и др., 1992 и др.], и поэтому приводимый ниже обзор базируется на характеристике только тех видов, которые обитают на Камчатке и могут иметь какое-либо хозяйственное значение, — мидии, гребешки, клэмы. Вместе с тем эти виды являются типичными представителями своего класса и, таким образом, позволяют получить о нем вполне адекватное представление.

Строение и физиология

Р а к о в и н а. Важнейшим признаком класса является наличие раковины, состоящей из двух створок — правой и левой. Створки охватывают тело моллюска с боков и соединены в спинной части эластической связкой — лигаментом. У верхнего края расположена выступающая начальная часть раковины — макушка (рис. 1), которая может занимать срединное положение, смещаться к переднему или заднему краю раковины. Макушки всегда находятся спереди от лигамента, что позволяет безошибочно определить передний и задний край раковины, а также правую и левую створку. Длинной, шириной и высотой раковины называют длину, ширину и высоту параллелепипеда, в который она вписывается.

Наружная поверхность раковины покрыта линиями нарастания, которые возникают вследствие неравномерности роста в разные периоды жизни. Помимо этого наружная поверхность раковины может нести кольцевую или радиальную (рис. 1а) скульптуру. У гребешков (рис. 1а) имеются небольшие выросты по краям макушки — ушки.

Утолщенный верхний (спинной) край на внутренней поверхности створок называется замочной площадкой, где располагаются особые выступы — зубы, которые образуют замок. Форма и строение зубов, как, впрочем, и их отсутствие, являются важнейшими признаками для таксономической идентификации двустворчатого моллюска. Помимо зубов на замочной площадке могут располагаться выступы или углубления (рис. 1б), где расположен внутренний лигамент, который в отличие от наружного всегда погружен внутрь раковины.

макушка

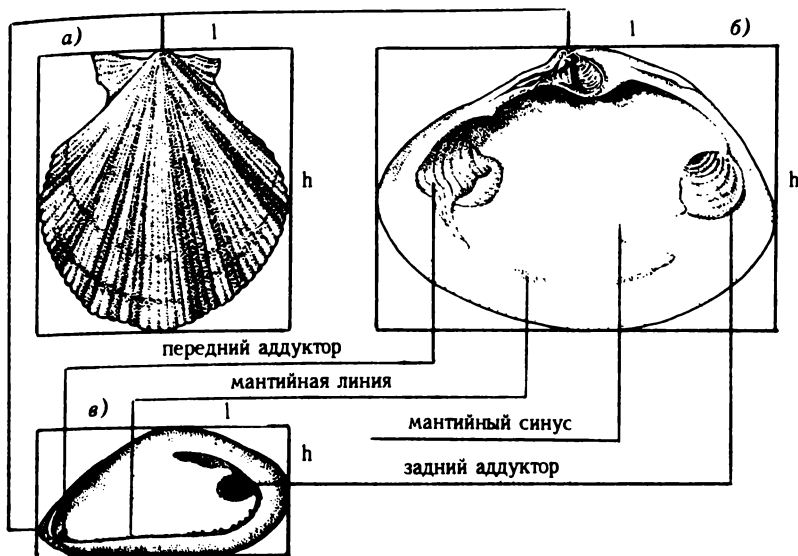


Рис.1. Строение и измерение раковины двусторчатых моллюсков:
а — светлый гребешок *Chlamys albida* [Скарлато, 1981] ($\times 0,7$); б — клэм
Mactromeris polynima ($\times 0,7$); в — мидия *Mytilus trossulus* ($\times 1,0$); l, h — длина и вы-
сота раковины соответственно

На внутренней поверхности раковины видны места прикрепления различных мышц — аддукторов, замыкающих раковину, ретракторов, втягивающих ногу, мышц мантии — мантийной линии и некоторых других. У многих видов мантийная линия в задней части делает изгиб, ограничивающий так называемый мантийный синус.

Форма раковины характеризуется чрезвычайным разнообразием. Правая и левая створки одних видов полностью симметричны, у других они слегка отличаются, у третьих эти различия весьма существенны. Например, у гигантской аномии, обитающей на скалах, верхняя створка выпуклая и цельная, в то время как нижняя уплощена и имеет большое сквозное отверстие. Сильно различается наружная скульптура: у одних видов она отсутствует, у других представлена различными складками или ребрами, у третьих несет различные выступы, чешуйки и т.д. То же можно сказать и об окраске, которая может варьировать не только у разных видов, но и в пределах одного вида. Все эти признаки наряду с более консервативными — отпечатками на внутренней поверхности и строением замка — используются для идентификации. Для определения видовой принадлежности анализа раковины, как правило, бывает достаточно. Для выделения таксонов более высокого ранга (подклассов, отрядов, семейств) используется строение других органов.

М а н т и я. Непосредственно под раковиной располагается мантия, охватывающая тело моллюска двумя складками (рис. 2а). Вдоль ее края располагаются железистые клетки, секретирующие раковину. Наружный край мантии утолщен и в месте прикрепления к раковине образует мантийную линию.

У некоторых видов, например гребешков, правый и левый края мантии не срастаются, а мантия называется открытой. У других видов они срастаются в разной степени, но в задней части они всегда расходятся и образуют два отверстия — вводное и выводное. Около этих отверстий мантия может сильно разрастаться и образовывать мускулистые сифоны, которые особенно хорошо выражены у моллюсков, ведущих зарывающийся образ жизни (многие клэмы). Места прикрепления мышц, втягивающих сифоны, образуют на поверхности раковины изгиб, отграничивающий мантийный синус (рис. 16).

Мантия является местом расположения многочисленных органов чувств — чувствительных выростов, пигментированных клеток и глазков, особенно развитых у гребешков. Наибольшее количество чувствительных выростов расположено по краям вводного сифона, через который в тело моллюска (мантийную полость) поступает вода.

Внутренняя полость, отграничиваемая складками мантии, называется мантийной. В мантийной полости расположены жабры, нога и предротовые лопасти (рис. 2).

Н о г а выдается на брюшной стороне из-под края мантии. У разных групп двустворчатых моллюсков она развита в различной степени. У сердцевидок и клэмов она достаточно крупная, клиновидная и очень подвижная. У мидий, ведущих прикрепленный образ жизни, нога небольшая и окрашена в темно-коричневые тона. В нижней части ноги расположена биссусная железа, секретирующая биссусные нити, с помощью которых моллюск прикрепляется к субстрату. У гребешков, перешедших к реактивному способу движения, нога сильно редуцирована, а у устриц нога полностью отсутствует.

Управление ногой осуществляют несколько групп мышц, важнейшими из которых являются ретракторы (втягивающие ногу) и протракторы (поднимающие ногу вверх). Кроме того, сама нога является мускулистым органом, способным изменять свою форму.

Помимо мантийных мышц и мышц, управляющих ногой, в теле двустворчатых моллюсков выделяются аддукторы, закрывающие раковину при сокращении. У клэмов передний и задний аддукторы (рис. 1-2) примерно одинаковые, у мидий передний аддуктор существенно меньше заднего. У гребешков развит только один, очень мощный, аддуктор.

В пищевом отношении именно мускулистые образования — нога и связанные с нею мышцы, а также аддукторы имеют первостепенное значение. У гребешков основным органом, употребляемым в пищу, является аддуктор, в то время как у клэмов это нога и примыкающие

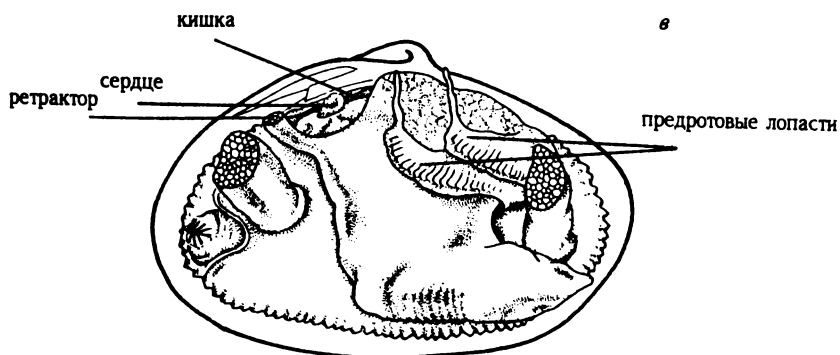
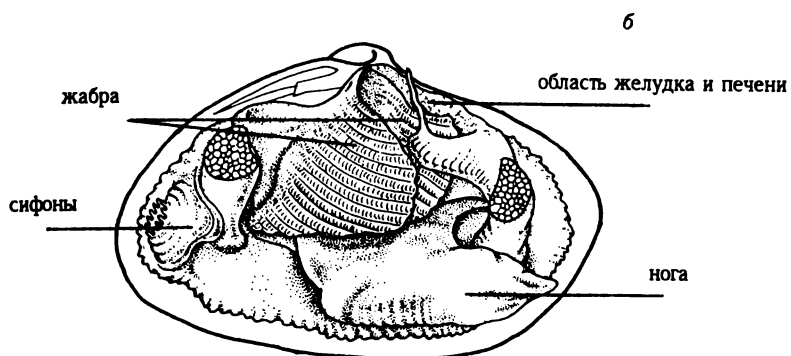
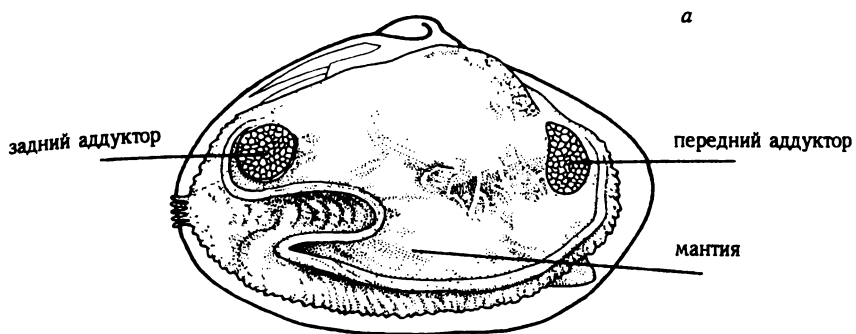


Рис.2. Основные органы двустворчатого моллюска на примере клэма *Mactromeris polygona*:
a — удалена правая створка; *б* — удалена правая складка мантии; *в* — удалена правая жабра

к ней мышцы. У мидий, отличающихся сравнительно небольшими размерами, в пищу идет все тело.

Дыхание двустворчатых моллюсков осуществляется с помощью парных жабр (рис. 2б), которые омываются засасываемой в мантийную полость водой. Одновременно жабры являются мощнейшим фильтрующим органом, позволяющим сортировать находящиеся в воде частички — пригодные к пищеварению переправляются ко рту, а непригодные — к выводному сифону и впоследствии выводятся в виде так называемых псевдофекалий.

Ротовое отверстие расположено в передней части мантийной полости. Его окаймляют две пары предротовых лопастей (рис. 2), которые наряду с жабрами участвуют в сортировке пищи и ее передаче ко рту.

Двустворчатые моллюски могут профильтровывать достаточно большие объемы воды — например, мидия от 2 до 5 л в ч. Скорость фильтрации является очень изменчивой величиной и зависит от многих факторов: размеров моллюска, времени года, концентрации пищи, химического состава воды и др. Засасывание воды в мантийную полость осуществляется как сокращениями тела (и, соответственно, мантийной полости), так и за счет работы ресничек, выстилающих жабры и мантию.

Пищеварительная система состоит из ротового отверстия, короткого пищевода, желудка, пищеварительной железы (печени), длинного, петлеобразно изогнутого кишечника и анального отверстия, открывающегося в мантийную полость в ее верхней части. Желудок представляет собой объемный и сравнительно округлый мешок, расположенный в верхней части тела, спереди от ноги. В желудок впадают протоки пищеварительной железы, а на его брюшной стороне расположен специфический орган пищеварения — кристаллический стебелек. Кристаллический стебелек выходит из специального выроста желудка — стебелькового мешка, внутри которого он вращается. Вращение происходит за счет работы выстилающих мешок ресничных клеток.

При вращении стебелек накручивает на себя пищевой комок и выделяет пищеварительные ферменты — амилазы и др. На этом внеклеточное пищеварение двустворчатых моллюсков завершается — пища, обработанная ферментами, поступает в протоки пищеварительной железы, где переваривается внутриклеточно. Значительная часть пищевых частиц не переваривается и выводится вместе с фекалиями.

Именно пищеварительная железа и кристаллический стебелек являются основными источниками ряда биологически активных веществ — токсинов и ферментов. Следует отметить, что у ряда видов (гребешки, клэмы) они не используются в пищу и поэтому могут утилизироваться как отходы промысла.

Кровообращение двустворчатых моллюсков осуществляется с помощью сердца и кровеносных сосудов, пронизыва-

ющих тело. Однако в отличие от позвоночных кровеносная система моллюсков незамкнутая: из артерий кровь (гемолимфа) изливается в лакуны — полости тела, не имеющие собственной клеточной выстилки и окружающие различные органы. Из лакун окисленная (венозная) кровь по системе вен поступает в жабры, где насыщается кислородом. По выносящим жаберным сосудам кровь снова поступает в сердце. Часть крови не поступает в жабры и насыщается кислородом в мантии.

В ы д е л и т е л ь н а я с и с т е м а представлена парой почек (нефридиев). Почка представляет собой изогнутую трубку (или мешок), который с одной стороны открывается в мантийную полость выводным отверстием, а с другой — сообщается с областью сердца. Жидкие продукты распада, поступающие из тела моллюска, отфильтровываются через почки и выводятся в мантийную полость.

Ц е н т р а л ь н а я н е р в н а я с и с т е м а двустворчатых моллюсков состоит из трех парных скоплений нервных клеток — ганглиев, которые располагаются около рта, в ноге и позади заднего аддуктора. Каждая пара ганглиев связана между собой поперечными переключками. Пара, расположенная около рта, соединена с двумя другими парными продольными нервными стволами. От каждой пары ганглиев отходят нервные волокна, иннервирующие прилежащие органы.

П о л о в а я с и с т е м а представлена парной половой железой (гонадой), расположенной позади ноги. У мидий она также заходит в обе складки мантии и хороша видна в преднерестовый период: у самцов она окрашена в кремово-белый цвет, у самок — в оранжевый. Половая железа состоит из многочисленных разветвленных трубочек, в стенках которых происходит развитие половых клеток. Сливаясь, трубочки формируют выводные протоки, которые в свою очередь сливаются в общий выносящий проток. Парные выносящие протоки открываются половыми отверстиями или в мантийную полость, или — в нефридии вблизи выводного отверстия (у гребешков).

В течение года состояние гонад может претерпевать существенные изменения, обусловленные созреванием и выметом половых клеток. Например, у мидий они достигают наибольшего развития за 1-2 мес. до нереста. В этот период мясо моллюска обладает наибольшей пищевой ценностью. Для других видов, у которых наибольшую ценность представляют мускулистые образования (гребешки, клэмы), степень развития гонад имеет меньшее значение.

Жизненный цикл

В жизненном цикле двустворчатый моллюск проходит через три стадии — яйцо, личинка и собственно особь [Касьянов и др., 1983]. Стадия особи начинается с появления осевшей на дно (или искусст-

венную поверхность) молодки, которая питается, растет и, достигнув половой зрелости, превращается во взрослого моллюска. Взрослые особи продуцируют сперматозоиды и яйцеклетки, которые при слиянии (оплодотворении) формируют оплодотворенное яйцо. Из яйца путем деления клеток — дробления — формируется личинка, которая через некоторое время претерпевает ряд существенных структурных изменений (метаморфоз) и превращается в молодую особь.

Взрослые особи всю свою жизнь проводят на дне (или на искусственной поверхности), где ведут малоподвижный или неподвижный образ жизни. Осевшая молодь более подвижна и, как правило, несколько раз меняет место оседания, прежде чем переходит к малоподвижному образу жизни. Например, осевшая молодь мидии способна открепляться от первоначально выбранной поверхности и плавать в воде до тех пор, пока не найдет новое место прикрепления.

Способы оплодотворения яиц, их развитие, а также образ жизни личинок у разных видов могут отличаться. Так, у части морских двустворчатых моллюсков, в том числе мидий, гребешков и большинства клэмов, яйцеклетки выметываются в воду, где и происходит оплодотворение. Из яйца развивается специфическая для моллюсков личинка — велигер, имеющая двустворчатую раковину и ресничные лопасти (парус), с помощью которых она плавает в толще воды. В умеренных широтах велигер пребывает в планктоне примерно 1-1,5 мес. За это время у него развивается нога и закладываются органы, свойственные взрослому моллюску. Метаморфоз происходит после оседания личинок на подходящую поверхность (субстрат). Для двустворчатых моллюсков, ведущих малоподвижный образ жизни, плавающая личинка является расселительной частью жизненного цикла, обеспечивающей пополнение существующих поселений и освоение новых мест обитания.

У другой группы видов период пребывания яиц и личинок в наружной среде в той или иной степени укорачивается [Касьянов и др., 1983]. Особенно хорошо эта тенденция прослеживается у разных устриц. Так, у гигантской устрицы, встречающейся в Приморье, оплодотворение происходит в наружной среде, у обыкновенной устрицы, встречающейся в Черном море, — в мантийной полости, наружу выходит уже сформировавшийся велигер на ранних стадиях развития; наконец, у чилийской устрицы из мантийной полости выходит личинка, которая при наличии подходящей поверхности сразу претерпевает метаморфоз.

У астарта, кардита (рис. 4е-ж) и некоторых других видов личинки подвергаются метаморфозу в мантийной полости, а наружу выходит уже сформировавшаяся особь; у некоторых пресноводных двустворчорок (жемчужницы, перловицы, беззубки) личинки ведут паразитический образ жизни, прикрепляясь к жабрам рыб [Зацепин, Филатова, 1968].

Знание сроков нереста и оседания личинок имеет большое значение для культивируемых видов — таких, как устрицы, гребешки, мидии, клэмы, — так как позволяет определить сроки выставления собирающих поверхностей — коллекторов. Определенное значение оно имеет и для определения сроков промысла: например, мидий, у которых гонада используется в пищу, лучше собирать до нереста, так как ее пищевая ценность в это время является наибольшей.

Сразу после метаморфоза начинается рост осевшей молоди. Для видов, обитающих в умеренных водах, он имеет ярко выраженный сезонный характер — наиболее интенсивно моллюски растут в теплое время года. Сезонная неравномерность роста отражается на структуре раковины — зимой на ее поверхности возникают утолщенные складки, которые иногда называют кольцами роста. При определенном навыке подсчет таких колец иногда позволяет определить возраст моллюска. Скорость роста зависит от многих факторов, важнейшими из которых являются питание, гидродинамический режим, температура, соленость. Продолжительность жизни разных видов варьирует от 1 года до нескольких десятков и даже может превышать сто лет.

Наступление половой зрелости тесно связано со скоростью роста, даже в пределах одного вида оно может происходить в разные сроки. Например, в южных популяциях, где темпы роста высокие, мидии становятся половозрелыми уже в первый год жизни, в то время как в северных популяциях половозрелость наступает через 4-5 лет [Seed, 1976]. Знание сроков наступления половозрелости и скорости роста также имеет большое практическое значение, так как позволяет оценивать количество особей, допустимое к изъятию, а при марикультуре — прогнозировать сроки сбора урожая.

Образ жизни

Образ жизни животного включает в себя множество аспектов, и поэтому существуют различные системы, позволяющие классифицировать его особенности. Очевидно, что для двустворчатых моллюсков, проводящих большую часть жизни на дне, первостепенное значение будут иметь такие характеристики, как способ питания, степень подвижности, выбор оптимального грунта и способ пребывания на грунте. Знание этих параметров дает возможность достаточно адекватно охарактеризовать образ жизни моллюска и в какой-то степени предугадать его распространение.

По способу питания всех двустворок можно разделить на три группы: собирателей, фильтраторов и хищников [Скарлато, 1981]. Представители первой группы собирают остатки органического вещества с поверхности грунта, используя для этого предротовые лопасти. Собранная пища не фильтруется через жабры и поступает непосредственно в рот. Фильтраторы засасывают пищу вместе с

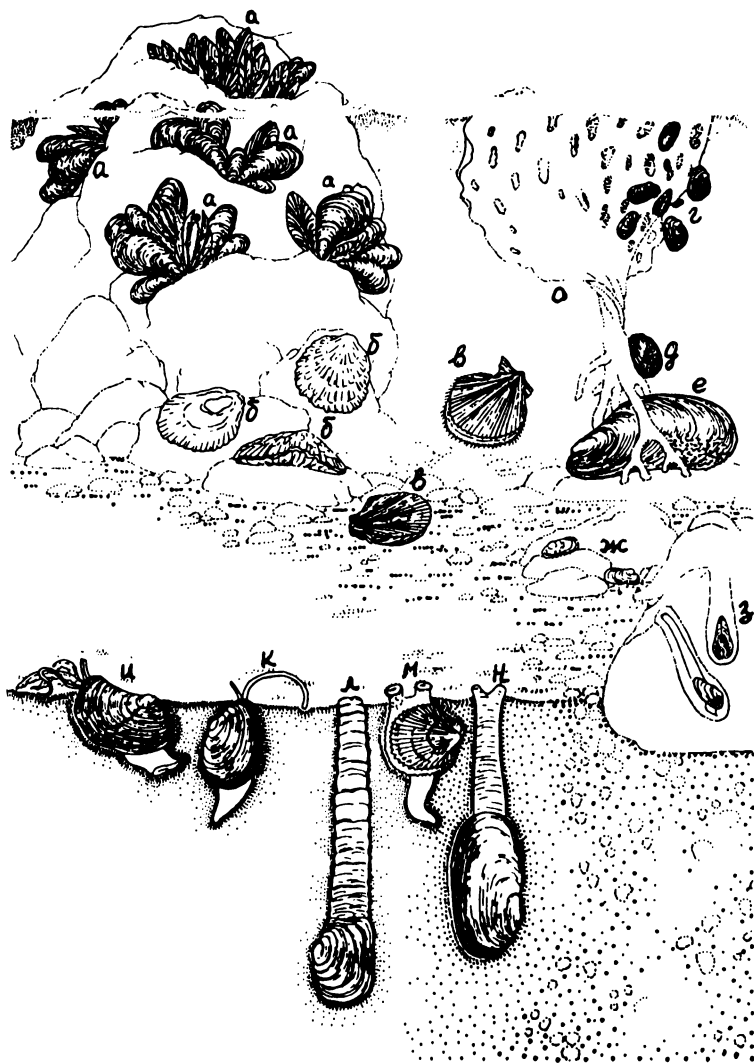


Рис.3. Некоторые массовые виды двустворчатых моллюсков, обитающих на Камчатке: а — мидия *Mytilus trossulus*; б — гигантская аномия *Monia macrochisma*; в — гребешок *Chlamys* sp.; г — виласина *Vilasina pseudovernicosa*; д — мускулюс *Musculus filatovae*; е — модиолус *Modiolus kurilensis*; ж — хнателла *Hiatella arctica*; з — морское сверло *Penitella penita*; и — гигантская йольдия *Megayoldia thraciaeformis*; к — известковая ракушка *Macoma calcarea*; л — песчаная ракушка *Mya truncata*; м — волосатая сердцевидка *Ciliatocardium ciliatum*; н — острый клэм *Siliqua alta*; о — бурая водоросль *Thalassiophyllum clathrus* (и—к, м — по Савилову [1961], л — по Зацепину, Филатовой [1968])

водой в мантийную полость, где процеживают ее через жаберный аппарат. Пищей фильтраторов могут быть как растительные организмы, плавающие в толще воды (бактерии, микроводоросли), так и разлагающиеся остатки органики — детрит. Некоторые виды, подобно собирателям, засасывают детрит непосредственно с поверхности дна, используя для этого длинные сифоны, но в дальнейшем пища все равно отфильтровывается через жабры, очевидно, такие виды следует называть собирателями-фильтраторами. Хищники питаются мелкими животными, которых засасывают в мантийную полость, у этих моллюсков жабры, утратив функцию фильтрующего аппарата, превращаются в мускулистую перегородку — септу, делящую мантийную полость на два отдела, которые сообщаются отверстиями.

Разделение по способу питания соответствует систематическому делению класса двустворчатых моллюсков на три надотряда, четко различающихся строением жабер [Скарлато, Старобогатов, 1979]. К первому (надотряд *Protobranchia*) относятся преимущественно мелкие двустворчки — нукулы, леды, йольдии (рис. 4) и некоторые другие, имеющие примитивно устроенные жабры в виде плоских лепестков, сидящих, подобно листьям, на центральной оси. Ко второму надотряду (*Autobranchia*) принадлежит большинство двустворчатых моллюсков, и в том числе наиболее известные — мидии, устрицы, гребешки, клэмы, жемчужницы, тридакны, камнеточцы и др. У всех этих видов жабры состоят из многочисленных нитей, один конец которых прикрепляется к центральной оси, а другой остается свободным. Совокупность жаберных нитей формирует сложную фильтрующую систему, через которую процеживается вода с находящимися в ней частицами. К этому же надотряду относятся и собиратели-фильтраторы, в том числе достаточно широко распространенное семейство *Tellinidae* — телины и макамы (рис. 3,24). Третий надотряд (*Septibranchia*) представлен мелкими моллюсками (куспидарии, поромии и др.), перешедшими к хищному типу питания. В пределах этого надотряда можно проследить преобразование жабр из нитчатой структуры в мускулистую перегородку, действующую наподобие мембранного насоса и приспособленную к засасыванию мелких животных.

По отношению к грунту двустворчатых моллюсков можно разделить на обитателей жестких и мягких грунтов, причем многие виды селятся на обоих типах грунта. К обитателям жестких грунтов относятся модиолусы (рис. 3д), аномии (рис. 3б), камнеточцы (рис. 3з), некоторые хищники и др. Среди видов, которые селятся на обоих типах грунтов следует назвать гребешков, обитающих как на гравийно-галечном, так и на песчаном грунте, мидий (разные типы, но преимущественно скалы, валуны, искусственные поверхности), устриц (скалистый и илисто-песчаный) и хиателлу (рис. 3ж), которую можно встретить почти на любом типе поверхности, хотя чаще всего этот моллюск селится на скалах, валунах и искусственных поверхностях. Но большинство двустворчатых моллюсков предпочи-

тает селиться на различных фракциях мягкого грунта. К этой группе принадлежат все собиратели, собиратели-фильтраторы, большинство клэмов и некоторые хищники. Следует также выделить небольшую группу видов (типичный представитель — виласина *Vilasina pseudovernicosa*), которые обитают почти исключительно на водорослях (рис. 3г).

По способу пребывания на грунте все виды можно разделить на эпифаунные и инфаунные. Представители первой группы проводят большую часть жизни на поверхности грунта. К этой группе относятся мидии, модиолусы, виласины, аномии, гребешки и устрицы. Инфаунные моллюски большую часть жизни проводят в грунте, куда они или закапываются, или вбуравливаются. К этой группе относятся все собиратели, собиратели-фильтраторы, клэмы, камнеточцы и хищники. Однако некоторые виды — например хиателла, способная сверлить известковые породы, — в одних условиях живут как эпифаунные виды, в других — как инфаунные.

Среди двустворчатых моллюсков можно также выделить неподвижные и малоподвижные виды. Представители первой группы прикрепляются к поверхности или с помощью раковины (устрицы), или с помощью клейких нитей, выделяемых специальной железой, расположенной в ноге (модиолусы, мидии, аномии, хиателлы). У малоподвижных видов клейкие нити или не выделяются, или выделяются только в молодом возрасте. Органом их передвижения, как правило, является нога, однако у некоторых видов, например гребешков, развился особый тип движения, при котором раковина получает реактивный импульс за счет резкого захлопывания створок и выброса воды через узкие отверстия в ее верхней части — у этих видов нога сильно уменьшается в размерах. Помимо гребешков к малоподвижным видам относятся все инфаунные моллюски — собиратели, клэмы, хищники и др.

Кроме перечисленных существует много других систем, классифицирующих двустворчатых моллюсков по отношению к различным факторам окружающей среды — по отношению к температуре, солености, кислородному режиму, по глубинам и устойчивости к загрязнению, по типам размножения и личиночного развития. Классификации по этим признакам проводятся в зависимости от задач, которые стоят перед исследователем, но все они отражают чрезвычайное разнообразие экологических ниш, которые занимает эта группа животных.

Таким образом, познакомившись в общих чертах с особенностями строения и образа жизни двустворчатых моллюсков, можно перейти к обитателям Камчатки, чтобы очертить круг видов, перспективных для хозяйственного использования.

Г л а в а 3. МОРСКИЕ ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ КАМЧАТКИ

Общая характеристика фауны

На побережье Камчатки, омываемом с запада Охотским морем, а с востока Тихим океаном и Беринговым морем, обитают около 130 видов двустворчатых моллюсков. Если базироваться на системе, принятой в наиболее известной сводке О.А.Скарлато [1981], то отмеченные виды будут относиться ко всем трем известным в мире надотрядам (*Protobranchia*, *Autobranchia* и *Septibranchia*), 10 отрядам и 35 семействам.

Размеры и образ жизни двустворок, обитающих на Камчатке, характеризуются чрезвычайным разнообразием. Длина раковины взрослых особей варьирует от 1-2 мм, свойственных обитателям илистых грунтов (*Axinopsida viridis*; рис. 4д), до 152 мм, отмеченных для острого клэма (рис. 15г), обитающего на песчаном грунте. Двустворчатые моллюски обитают на всех глубинах — от самой верхней части приливо-отливной зоны до километровых глубин Курило-Камчатского желоба (максимальная глубина обитания 10 687 м) [Филатова, 1971]. Они встречаются в опресненных бухтах и на открытом побережье, от мыса Лопатка до Пенжинской губы на западе и корякского берега (лагуна Опука) на востоке (рис. 5). Поселения двустворок можно встретить на скалах и водорослях, на крупном песке и в мягком иле, в обрастаниях Петропавловского порта и внутри горных пород, одиночные моллюски нередко обитают на панцирях камчатских крабов.

Приливо-отливная зона (литераль) населена главным образом обитателями твердых грунтов. Ведущая роль здесь принадлежит мидии (*Mytilus trossulus*, рис. 3а), которая особенно многочисленна в закрытых бухтах типа Авачинской губы, а также на скалистых мысах океанического побережья. Другие виды встречаются существенно реже; исключение составляет только небольшая ракушка-макома, которая может быть сравнительно многочисленной в опресненных участках (северо-западная часть Авачинской губы, лагуна Гладковская на острове Медном). Всего на литорали Камчатки и Командорских островов обитает около 17 видов.

Следующая зона шельфа, простирающаяся до глубины около 200 м, представлена наиболее богатой фауной. В закрытых бухтах, в обрастании искусственных субстратов, а также на скалах, валунах и

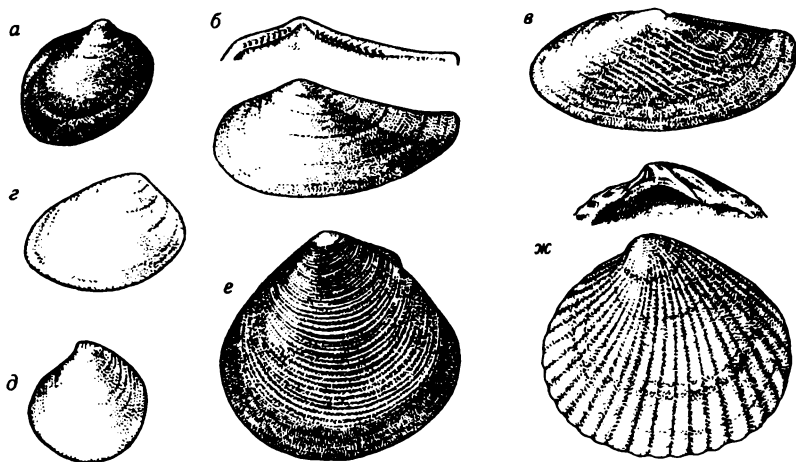


Рис.4. Раковины некоторых массовых видов двустворчатых моллюсков, обитающих на Камчатке (а—ж — по Скарлато [1981]):

а — нукула *Leionucula tenuis* ($\times 1,3$); б — леда *Nuculana lamellosa radiata* ($\times 1,2$) и ее замок; в — йольдия *Yoldia seminuda* ($\times 0,9$); з — *Mysella kurilensis* ($\times 4,7$); д — *Axinopsida viridis* ($\times 2,7$); е — астарта *Tridonta rollandi* ($\times 0,7$); ж — кардита *Cyclocardia crebricostata* (1,0) и ее замок

гальке до глубины 2-4 м доминирует мидия. Также на твердых грунтах весьма распространена небольшая белая ракушка-хиателла (*Hiatella arctica*), обитающая как в обрастании, так и на дне (рис. 3ж), причем в ряде районов она сверлит дырки в известковых водорослях, которые покрывают дно в виде толстой (до нескольких сантиметров) корки. На скалах селится аномия (*Monia macrochisma*), прочно прикрепляющаяся к поверхности клейкими нитями, которые выпускаются через отверстие в нижней части раковины (рис. 3б). На бурых и красных водорослях живет небольшой моллюск — виласина (*Vilasina sp.*) (рис. 3г). Встречаются на твердых грунтах и другие эпибionты, похожие на мидию, — модиолусы (*Modiolus kurilensis*) и мускулюсы (*Musculus sp.*) (рис. 3д,е). В ряде районов, особенно в Авачинском заливе и у Командорских островов, отмечены камнеточцы-фолаиды (*Penitella penita*), которые глубоко внедряются в горные породы (рис. 3з).

Самую мелководную часть шельфа (до глубины около 40 м) наряду с обитателями твердого грунта населяют моллюски, предпочитающие мягкие песчаные и илесто-песчаные грунты. К ним относятся такие крупные формы, как острый клэм *Siliqua alta* (рис. 3н), прибойный клэм *Mactromeris polynima* (рис. 1б,2,15д), розовая теллина *Megangulus luteus* (рис. 24г), два вида песчаной ракушки — *Mya truncata*, *Mya uzensis* (рис. 3л,24а), а также — мелкие двустворки: *Axinopsida viridis* (рис. 4д), *Mysella sp.* (рис. 4г).

Массовые виды двустворок, обитающие в различных районах Камчатки*

Вид	Номер района										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Leionucula tenuis</i>	+	+						+	+		
<i>Nuculana pernula</i>	+		+								
<i>Megayoldia thraciaeformis</i>	+		+								
<i>Yoldia amygdalea</i>	+	+							+		
<i>Yoldia myalis</i>	+	+	+	+	+	+			+		
<i>Yoldia seminuda</i>			+						+		
<i>Mytilus trossulus</i>				+	+			+	+		+
<i>Modiolus kurilensis</i>				+	+			+			
<i>Musculus filatovae</i>				+	+			+			
<i>Musculus minutus</i>				+	+			+			
<i>Vilasinia pseudovernicosa</i>				+	+	+		+	+		
<i>Chlamys albida</i>	+				+						
<i>Chlamys behringiana</i>									+	+	
<i>Monia macrochisma</i>				+	+	+		+	+		
<i>Hiatella arctica</i>				+	+	+		+			
<i>Tridonta alascensis</i>					+	+	+				
<i>Tridonta rollandi</i>			+		+	+	+			+	
<i>Axinopsida viridis</i>					+						+
<i>Mysella planata</i>					+						+
<i>Mysella kurilensis</i>							+				
<i>Crassocardia crassidens</i>	+	+	+						+	+	+
<i>Cyclocardia crebricostata</i>					+	+	+		+		
<i>Ciliatocardium ciliatum</i>	+		+	+	+	+	+				
<i>Serripes groenlandicus</i>				+	+	+					
<i>Serripes lapereusi</i>		+		+	+						
<i>Yagudinella notabilis</i>					+	+					
<i>Megangulus luteus</i>		+	+	+	+	+		+		+	
<i>Macoma ballhica</i>		+	+		+			+		+	
<i>Macoma calcarea</i>	+	+	+		+	+	+		+	+	+
<i>Liocyra fluctuosa</i>	+		+	+	+	+	+				
<i>Siliqua alta</i>		+	+		+	+					
<i>Mactromeris polynima</i>	+	+	+		+	+		+			
<i>Mya truncata</i>		+	+								
<i>Mya uzensis</i>					+	+					

* Номера районов указаны на рис.5

Глубже (до 150-200 м) на песчаных и илисто-песчаных грунтах наиболее часто встречаются астарты (рис. 4е) (*Tridonta rollandi*, *Elliptica alascensis*), кардиты (рис. 4ж) (*Crassocardia crassidens*, *Cyclocardia crebricostata*), сердцевидки (*Ciliatocardium ciliatum* — рис. 3м, 15а; *Serripes groenlandicus* — рис. 15б; *Serripes lapereusi* — рис. 15в).

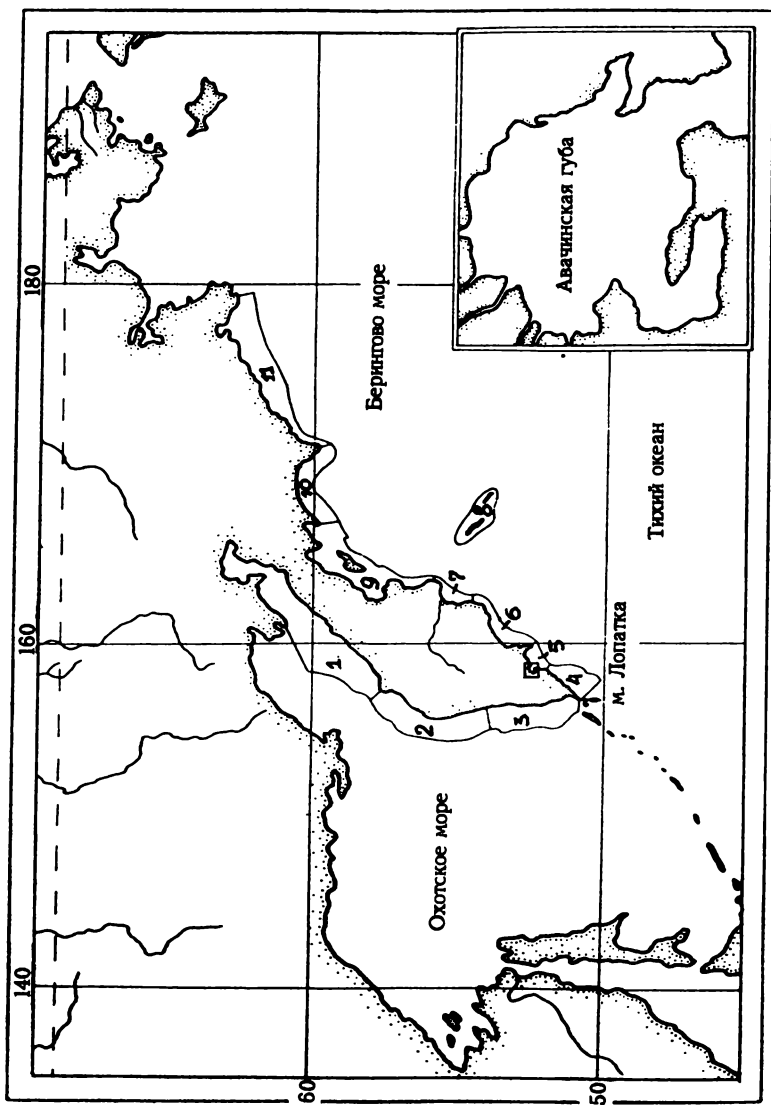


Рис.5. Основные районы камчатского шельфа:
 1 — залив Шелихова; 2 — Северо-Западная Камчатка; 3 — Юго-Западная Камчатка;
 4 — Юго-Восточная Камчатка; 5 — Авачинский залив; 6 — Кроноцкий залив;
 7 — Камчатский залив; 8 — Командорские острова; 9 — Корфо-Карагинский район;
 10 — Олюторский залив; 11 — Корякский берег

si — рис. 15в; *Yagudinella notabilis* — рис. 24д), клэмы *Macoma calcarea* (рис. 3к) и *Liocyma fluctuosa* и собиратели-протобранхи — нукулы, леды, йольдии (рис. 3и, 4а,б,в) (*Leionucula tenuis*, *Nuculana pennula*, *N.lamellosa*, *Megayoldia thraciaeformis*, *Yoldia myalis*, *Y.amygdalea*). На гравийно-галечных грунтах отмечены скопления гребешков рода *Chlamys* (*Ch.albida*, *Ch. behringiana*) (рис. 1а, 3в, 12). Следует отметить, что каждому из крупных районов шельфа свойственна своя группа массовых видов (табл. 1), что связано с особенностями течений, рельефом дна и преобладающими типами грунтов.

Следующая зона — континентальный склон, или батиналь, — занимает глубины от 200 до 2000 м. Здесь происходит сильное обеднение фауны: исчезают многие массовые виды шельфа, в том числе все крупные формы. Существенно повышается доля собирателей-протобранхов и хищников-септибранхов. Наиболее массовыми видами являются *Acila beringiana*, *Megayoldia lischkei*, *Yoldiella derjugini* (все представители надотряда *Protobranchia*), астарта *Rictocyma zenkewitchi*, макома (*Macoma moesta*). Эти виды являются мелкими формами, обитающими на мелких песках или на илистом грунте [Кузнецов, 1963; Филатова, 1960, 1971; Скарлато, 1981].

На глубине около 2000 м батиналь может переходить или в более пологую абиссаль (западная котловина Берингова моря, впадина ТИНРО Охотского моря), или в склоны одной из глубочайших океанических впадин — Курило-Камчатского желоба, нижняя часть которого называется ультраабиссалью. Несмотря на то что фауна этих зон изучена в наименьшей степени, даже там существуют свои массовые виды двустворок. К их числу относятся абиссальные *Spinula oceanica*, *Yoldiella olutorensis* (надотряд *Protobranchia*), *Limopsis vaginatus* (отряд *Pectinida*), *Cardiomya beringiana* (надотряд *Septibranchia*) и ультраабиссальные *Yoldiella ultraabissalis*, *Spinula vityazi* (*Protobranchia*), *Vesicomya profundi* (отряд *Cardiida*). Глубоководные моллюски также являются мелкими формами, которые обитают на илистом грунте [Филатова, 1960, 1971].

Таким образом, завершая этот обзор, следует еще раз подчеркнуть, что крупные формы обитают исключительно на шельфе (включая приливо-отливную зону), и поэтому именно здесь следует искать виды, которые могут быть пригодными к использованию.

Выбор видов, пригодных к использованию, и их идентификация

Перечисленные виды далеко не исчерпывают всего разнообразия морских двустворок, обитающих на побережье Камчатки. Однако в связи с тем, что они являются наиболее часто встречаемыми, следует ожидать, что именно в их числе могут оказаться виды, которые могут быть использованы человеком, — другие виды встречаются редко,

и поэтому их использование неперспективно. Очевидно, однако, что массовость вида является необходимым, но не достаточным критерием для его включения в список промысловых или как минимум перспективных, — для этого нужно, чтобы он удовлетворял еще целому ряду требований. Во-первых, моллюск должен обладать крупными размерами, во-вторых, он должен образовывать промысловые скопления, в-третьих, он должен быть устойчивым к промыслу, то есть быстро восстанавливать запасы за счет хорошего пополнения и высоких темпов роста.

Таким образом, все перечисленные виды можно разделить на потенциально промысловые, перспективные, сопутствующие и неперспективные. Различия между потенциально промысловыми и перспективными видами заключаются в степени их изученности. Для потенциально промысловых видов имеющиеся данные позволяют уже в настоящее время начать ограниченный промысел в виде контрольных ловов, в то время как для перспективных видов требуется проведение дополнительных исследований, которые, однако, не исключают ограниченного вылова. Для того чтобы попасть в категорию перспективного вида должен обладать как минимум крупными размерами, высокой скоростью роста и иметь тенденцию к образованию скоплений. К сопутствующим следует отнести виды, о скоплениях которых не известно, но из-за крупных размеров их можно использовать в приловах при изучении перспективных видов. При этом очевидно, что по мере накопления данных сопутствующий вид может оказаться перспективным.

Список массовых видов, обитающих на побережье Камчатки, представлен в таблице 1, составленной на основании анализа оригинальных и литературных данных [Лус, Кузнецов, 1961; Савилов, 1961; Кузнецов, 1963; Филатова, Барсанова, 1964; Нейман, 1965; 1969; Залесская, 1969; Цалкина, 1969; Скарлато, 1981; Ошурков, Буяновский, 1986; Мясников, 1992; Надточий, 1992]. В качестве первого критерия для отбора перспективных видов была выбрана максимальная длина раковины, которая сопоставлялась с промысловым размером, равным для большинства моллюсков 50 мм. На основании этого сравнения из списка, указанного в таблице 1, можно сразу исключить большую группу, чьи размеры не превышают 5 см. В итоге останется 16 видов, указанных в таблице 2. Из этого числа следует исключить модиолуса (*Modiolus kurilensis*) и аномию (*Monia macrochisma*). Модииолус не образует больших скоплений и растет крайне медленно; скопления аномии обнаруживали в некоторых районах (острова Беринга, Атласова, Авачинский залив), однако жизненный цикл этого моллюска практически неизвестен, если судить по обрастанию раковины, то можно предположить, что аномия растет еще медленнее, чем модиолус, и поэтому существует опасность, что интенсивная эксплуатация приведет к быстрому подрыву численности. Таким образом, базируясь на современных данных, эти виды нельзя считать перспективными, хотя возможно, что по мере накопления сведений

по биологии и распространению аномия можно будет использовать как объект спортивного промысла, чему способствуют экзотика мест обитания (подводные скалы), сложность поиска, связанная с обрастанием раковины, и отличные вкусовые качества — по вкусу аномия напоминает устрицу.

Т а б л и ц а 2

Промысловая характеристика массовых видов,
обитающих на побережье Камчатки

Вид	Максим. размер (мм)	Образование скоплений	Сроки достижения раковины длины 5 см (лет)
<i>M. thraaciaeformis</i>	70	Нет данных	5-6
<i>M. kurilensis</i>	100	-	9-11
<i>M. trossulus</i>	70	+	2
<i>Ch. behringiana</i>	80	+	3-4
<i>Ch. albida</i>	80	+	3-4
<i>M. macrochisma</i>	70	-	Нет данных
<i>C. ciliatum</i>	62	+	8-9
<i>S. groenlandicus</i>	108	+	6
<i>S. laperousi</i>	96	+	5-6
<i>Y. notabilis</i>	100	-	5-6
<i>M. luteus</i>	90	Нет данных	Нет данных
<i>M. calcarea</i>	70	+	Нет данных
<i>S. alta</i>	152	+	3-5
<i>M. polynima</i>	145	+	7-8
<i>M. priapus</i>	100	Нет данных	Нет данных
<i>M. truncata</i>	75	Нет данных	Нет данных

Итак, круг оставшихся видов сужается до мидий, гребешков, клэмов и одного вида йольдии. К настоящему времени наиболее полные сведения получены по первым двум группам: мидия изучалась автором в 1982-1993 гг. [Ошурков, Буяновский, 1986; Буяновский, 1987а,б, 1989, 1991 и др.], а гребешков исследовал В.Г.Мясников [1992] во время нескольких морских экспедиций ТИНРО. Имеющиеся сведения позволяют считать мидию (*Mytilus trossulus*) и берингово-морского гребешка (*Ch. behringiana*) потенциально промысловыми видами, так как разведаны их промысловые скопления и достаточно подробно исследована биология.

В меньшей степени исследованы такие виды, как светлый гребешок (*Chlamys albida*), три клэма-сердцевидки (*C. ciliatum*, *S. groenlandicus*, *S. laperousi*), острый клэм (*S. alta*) и прибойный клэм (*M. polynima*). Скорость роста у всех этих видов также достаточно высокая (см. табл. 1). Вместе с тем для более полного представления о биологии и распределении этих моллюсков требуются дополнительные исследования. Поэтому эти виды следует отнести к разряду

перспективных: после более подробного изучения и оконтуривания обнаруженных скоплений можно будет дать рекомендации к вылову Гигантская йольдия (*Megayoldia thraciaeformis*), замечательная сердцевидка (*Y.notabilis*), розовая теллина (*M.luteus*), известковая макома (*M.calcareo*) и два вида мий изучены в наименьшей степени, и для решения об отнесении их к ряду перспективных требуются дополнительные исследования. Тем не менее в связи с кондиционными размерами данные виды могут быть использованы в качестве сопутствующих.

Подводя итог, можно утверждать, что в настоящее время на Камчатке существуют два потенциально промысловых, шесть перспективных и столько же сопутствующих видов. Поскольку наибольший интерес представляют первые две группы, они будут охарактеризованы наиболее подробно. Сведения о сопутствующих видах будут ограничены описанием внешнего строения и краткой информацией о местах обитания.

Однако, прежде чем переходить к характеристике видов, необходимо научиться их быстро распознавать, что особенно важно при поиске и оконтуривании их скоплений, изучении жизненного цикла и анализе размерно-возрастной структуры популяций.

Первостепенной задачей любого исследователя или промысловика является правильное определение выловленного моллюска. Как было указано выше, для определения видовой принадлежности достаточно провести тщательный визуальный анализ раковины. Однако если учесть, что на Камчатке обитают около 130 видов, то эта задача достаточно сложная. Вместе с тем в большинстве случаев нет необходимости определять каждый пойманный экземпляр — достаточно удостовериться, что данный моллюск принадлежит к одному из изучаемых или добываемых видов. Поэтому приводимая ниже определительная таблица адаптирована для быстрой идентификации потенциально промысловых, перспективных и сопутствующих видов. Соответственно, если найденный экземпляр по каким-либо критериям не подходит ни под одно из описаний, он относится к одному из неперспективных видов. При пользовании таблицей вначале надо прочесть описание, дающееся под номером 1. Если оно подходит, следует перейти на номер 2 и т.д., если оно не подходит, следует прочесть антитезу под номером, указанным в скобках и в случае соответствия описания антитезе двинуться дальше. В случае если описание не подходит ни по одному из номеров, данный вид в таблице отсутствует. Для интересующихся можно порекомендовать более подробный определитель О.А.Скарлато [1981], в котором дается описание подавляющего большинства видов, обитающих на Дальнем Востоке, и на базе которого была составлена таблица. Поскольку после издания данного определителя многие названия претерпели изменения [Скарлато, Кафанов, 1988; Кафанов, 1991], здесь и далее основное название будет даваться в соответствии с последней

сводкой, опубликованной А.И.Кафановым. Синонимы, которые приводятся в других работах, будут указаны при описании видов.

Определительная таблица для потенциально промысловых, перспективных и сопутствующих видов двустворчатых моллюсков, обитающих на побережье Камчатки

1(2). Передняя и задняя части замочной площадки заняты одинаковыми зубами, плавно возрастающими в размерах вперед и назад от макушки. Под макушкой имеется ямка, в которой находится внутренний лигамент и которая делит замок на переднюю и заднюю ветви Сем. *Yoldiidae*.

При удалении лигамента хорошо видна тонкая радиальная исчерченность ямки. Снаружи от макушек назад и книзу идут две отчетливые радиальные складки. Задний край сильно оттянут вверх, достигая или превышая уровень макушек. Длина раковины взрослых особей 40- 60 мм Гигантская йольдия *Megayoldia thraciaeformis* (рис. 3и).

2(1). Зубы замка неодинаковы по форме и положению или отсутствуют.

3(6). Раковина округлая, с радиальной скульптурой, на спинной стороне имеются выросты — ушки (рис. 16). Лигамент внутренний. Аددуктор один, мощный. Высота раковины взрослых особей варьирует в среднем от 60 до 80 мм Гребешки — сем. *Pectinidae*, род *Chlamys*.

4(5). Радиальные ребра собраны в более или менее отчетливые пучки, из-за чего ребра могут приобретать радиальную складчатость. Ребра, собранные в пучки, почти не отличаются по ширине друг от друга и от ребер, расположенных между пучками Светлый гребешок *Chlamys albida* (рис. 1а).

5(4). Ребра не собраны в пучки, створки не имеют радиальной складчатости. Различаются ребра более широкие и более узкие. У взрослых особей концы более широких ребер поделены одной-двумя продольными бороздками Берингоморский гребешок *Chlamys behringiana* (рис. 12).

6(3). Ушки на спинной стороне отсутствуют. Аددукторов два.

7(8). Раковина черно-коричневая, черно-синяя или черно-фиолетовая. Передний конец заострен, задний закруглен. Передняя часть спинного края скошена (рис. 1а). Отпечаток переднего аددуктора в несколько раз меньше отпечатка заднего аددуктора и почти не виден. Задний мускульный отпечаток состоит из широкой округлой части (отпечаток аددуктора) и узкой продолговатой (отпечаток ретрактора) Сем. *Mytilidae*.

Макушки совпадают с передним концом раковины. Длина раковины взрослых особей 40-60 мм. Если макушки сближены с передним краем раковины, но не совпадают с ним, экземпляр относится к другим родам (в том числе *Modiolus*, *Musculus*, *Vilasina*) Мидия *Mytilus trossulus*, многие авторы продолжают придерживаться старого названия — *Mytilus edulis* (рис. 1в;6).

8(7). Раковина окрашена в светлые или темные, но не черные тона. Отпечатки аددукторов примерно одинаковы.

9(16). На поверхности раковины имеются ребра или их следы в задней части. Мантийная линия без синуса. Зубы, расположенные под макушкой на обеих створках, сходны по длине и толщине. Если зубы замка на левой створке резко отличаются по длине, а на правой по толщине (рис. 4ж), экземпляр относится к другому семейству (*Carditidae*) Клэмы-сердцевидки сем. *Cardiidae*.

10(11). Радиальные ребра покрывают всю поверхность раковины. Ребра в поперечном сечении треугольные, с острым килем посередине. Длина раковины взрослых особей 45-65 мм. Если ребра в поперечном сечении плоские или округлые, экземпляр относится к другим родам Волосатая сердцевидка *Ciliatocardium ciliatum* (рис. 3м;15а).

11(10). Следы радиальных ребер имеются только у заднего, реже — у переднего края.

12(13). Высота передней части раковины значительно меньше высоты задней части. Макушки сильно наклонены вперед. Задний край в месте перехода в нижний образует тупой угол. Длина раковины взрослых особей 50-80 мм Замечательная сердцевидка *Yagudinella notabilis* (рис. 24д).

13(12). Высота передней части раковины ненамного меньше высоты ее задней части. Макушки наклонены умеренно. Задний край раковины плавно переходит в нижний Род *Serripes*.

14(15). Задний край в месте перехода в нижний оттянут, раковина овально-треугольная. Длина раковины взрослых особей 50-100 мм Гренландская сердцевидка *Serripes groenlandicus* (рис. 15б).

15(14). Задний край в месте перехода в нижний широко закруглен, раковина овальная. Длина раковины взрослых особей 50-90 мм Серцевидка Лаперуза *Serripes laperousi* (рис. 15в).

16(9). Радиальные ребра на поверхности отсутствуют. Мантийная линия с синусом.

17(22). Лигамент наружный, то есть хорошо виден при рассмотрении раковины сверху.

18(21). Раковина гладкая, овально-треугольная, ее задняя часть обычно слегка изогнута вправо. Лигамент крепится на очень небольших выступах, которые не выдаются над спинным краем створок. На замочной площадке имеется по два подмакушечных зуба, из которых передний на левой и задний на правой раздвоены (на левой сворке задний зуб может быть выражен слабо) Сем. *Tellinidae*.

19(20). Помимо подмакушечных на правой створке различим слаборазвитый передний боковой зуб. Изнутри створки имеют розовый оттенок. Макушки занимают срединное положение или сдвинуты немного вперед. Мантийный синус на обеих створках одинаковой длины. Длина раковины взрослых особей 50-80 мм Розовая теллина *Megangulus luteus* (рис. 24г).

20(19). Боковые зубы отсутствуют. Изнутри створки белые. Макушки смещены назад, располагаясь на границе 2/3 длины раковины. Высота задней части заметно меньше высоты передней части. Мантийный синус левой створки длиннее мантийного синуса правой створки. Перниостракум, покрывающий наружную часть раковины, серый, не блестящий, легко отпадающий. Длина раковины взрослых особей 30-50 мм Известковая макома *Macoma calcarea* (рис. 3к).

21(18). Раковина удлинненно-овальная. Лигамент крепится на выступах, которые выдаются над макушками. На внутренней поверхности створок имеется валик, идущий от макушек и перпендикулярный нижнему краю. На левой створке 3, на правой 2 слаборазвитых подмакушечных зуба. Наружный слой — перниостракум — зеленовато-коричневый, блестящий. Длина раковины взрослых особей 70-150 мм Сем. *Cultellidae*; острый клэм *Siliqua alta* (рис. 3н;15г).

22(17). Имеется хорошо различимый внутренний лигамент.

23(26). Внутренний лигамент левой створки крепится на ложечковидном выступе, на правой створке — в углублении под макушкой. Зубы замка отсутствуют. Длина раковины взрослых особей 35-60 мм Сем. *Myidae* — мии.

- 24(25). Задний край раковины усечен *Mya truncata* (рис. 3л;24в).
- 25(26). Задний край раковины более или менее закрутлен. Свободный край ложечко-видного выступа при его рассмотрении сбоку не образует S-образного изгиба. Мантийный синус сливается с мантийной линией более чем наполовину *Mya uzensis* (рис. 24а-б).
- 26(23). Внутренний лигамент крепится в треугольной ямке в углублении замочной площадки (рис. 1в), зубы замка мощные. Раковина треугольно-овальная, ее передняя часть сужена по вертикали и значительно меньше задней. Длина раковины взрослых особей 60-140 мм Сем. *Maclridae*, прибойный клэм — *Maclromeris polynima* (рис. 1б;15г).

Г л а в а 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТЕНЦИАЛЬНО ПРОМЫСЛОВЫХ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ И СОПУТСТВУЮЩИХ ВИДОВ

М И Д И И

Термин «мидии» (*mussels*) используют как в широком, так и в узком смысле этого слова. В широком смысле им называют практически всех прикрепляющихся двустворчатых моллюсков с раковиной, вытянутой в передне-заднем направлении, с сильно смещенными вперед макушками. В этом смысле мидиями можно назвать всех представителей семейства *Mytilidae*, включая модиолусов, мускулюсов, виласин, и пресноводных дрейссен (сем. *Dreissenidae*), и представителей некоторых других семейств. В более узком смысле под этим термином подразумевают несколько морских промысловых видов, имеющих вышеописанную форму раковины, окрашенную снаружи в черные тона (черная ракушка). В этом смысле к мидиям относятся такие хорошо известные виды, как обыкновенная, или съедобная, мидия (*Mytilus edulis*), средиземноморская мидия (*M. galloprovincialis*), мидия Грея (*Crenomytilus grayanus*), калифорнийская мидия (*Mytilus californianus*), а также ряд менее известных субтропических и тропических видов (*Mytilus coruscus*, *Perna perna*, *P. viridis*, *Perumytilus purpuratus*, *Aulacomya ater* и др.). Среди представителей этой группы (в узком смысле) на Камчатке обитает только один вид, принадлежащий к семейству *Mytilidae*.

ТИХООКЕАНСКАЯ МИДИЯ — *Mytilus trossulus* [Gould, 1850]

До самого последнего времени (конца 80-х гг.) этот вид отождествляли с обитающей в Атлантике *Mytilus edulis*, пока усилиями отечественных и зарубежных ученых не была доказана самостоятельность этого вида [Мак-Доналд и др., 1990]. В связи с этим старое название продолжает встречаться в отечественных и особенно в зарубежных публикациях.

Раковина

Раковина треугольно-овальная, выпуклая. Ее форма сильно варьирует в зависимости от мест обитания [Буяновский, 1989; 1992в] (рис. 6). Характерным и устойчивым видовым признаком следует считать наличие темной каймы по всему внутреннему краю створок (рис. 1в) [Иванова, 1979]. Под черно-коричневым наружным слоем раковина темно-синего цвета. Отпечаток переднего аддуктора расположен около макушки и по площади в несколько раз меньше отпечатка заднего аддуктора (рис. 1в). Макушки совпадают с передним краем раковины. Замок выражен слабо и состоит из нескольких мелких зубчиков, расположенных под макушкой. Имеется наружный и внутренний лигамент; последний расположен позади макушек на белой известковой площадке. Мантийная линия без синуса.

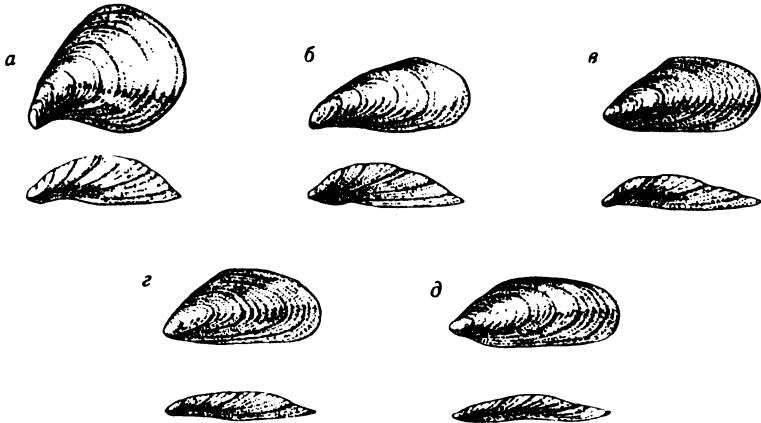


Рис.6. Раковины мидии ($\times 0,5$) из различных мест обитания:
а — Юго-Восточная Камчатка (глубина 12 м); б — мыс Лопатка (0 м); в — Авачинская губа (литораль); z — Авачинская губа, обрастание судна на причале; д — Командорские острова, остров Медный, лагуна (3 м)

Размеры

В разных местах обитания максимальные размеры сильно варьируют. На литорали открытого океанического побережья они редко превышают 45 мм, в донных поселениях закрытых бухт и лагун, а также в сублиторали открытого побережья мидии крупнее и могут достигать 65 мм; уникальное поселение отмечено в районе мыса Лопатка, где максимальная длина раковин достигает 90 мм. Наиболее крупные мидии отмечены в обрастаниях искусственных субстратов — самая крупная особь имела длину 113 мм, в среднем же максимальные размеры мидий из обрастания составляют 70-85 мм.

Соотношения между длиной, шириной и высотой раковины сильно изменчивы и тесно связаны с местами обитания моллюсков.

Распространение в Мировом океане

После выделения в самостоятельный вид зона обитания тихоокеанской мидии сузилась до Балтийского моря и северной части Тихого океана. В азиатской части вид обитает от острова Хонсю и Южного Приморья до Берингова пролива, включая острова Хоккайдо, Сахалин, Курильские и Командорские, Охотское море; в американской части — от Берингова пролива до Калифорнии; в Северном Ледовитом океане — в морях Чукотском и Бофорта [Мак-Доналд и др., 1990; Кафанов, 1991].

Экология

Образ жизни. По способу питания мидия является типичным фильтратором и ведет неподвижный образ жизни, прикрепляясь к поверхности клейкими нитями — биссусом. На побережье Камчатки мидия обитает исключительно на твердом грунте — скалах, валунах, реже — на гальке и гравии, для других районов (например, залив Пьюджет-Саунд) известны поселения на песчаном грунте. Взрослых мидий нередко находили на водорослях и даже на панцирях камчатских крабов. Молодые моллюски образуют массовые поселения на поверхности нитчатых водорослей (зеленых и бурых) и гидроидов.

Размножение и пополнение. Среди других двусторчатых моллюсков Камчатки жизненный цикл мидии изучен наиболее подробно [Буяновский, 1987а,б; 1990а,б; 1992в и др.]. Развитие половых клеток в гонаде (созревание гонад) начинается в конце октября и длится до конца июня. Наиболее интенсивное созревание происходит в мае-июне. Именно в этот период гонадный индекс и относительная масса мягкого тела достигают наибольших значений, а мясо моллюска является наиболее кондиционным. В июле происходит массовый синхронный вымет гамет (нерест), после чего гонады сильно уменьшаются в объеме и сохраняются в таком состоянии до конца октября, после чего цикл повторяется.

Начало нереста совпадает с устойчивым прогревом воды до 11-12°C, и поэтому в разные годы его сроки могут варьировать. Сроки нереста в отдельных поселениях также могут немного различаться.

Половое созревание мидий наступает уже на первом году жизни при длине раковины около 10 мм [Долгов и др., 1987]. Плодовитость мидии, судя по литературным данным, варьирует от 5 до 12 млн. яиц на самку [Field, 1922]. Соотношение полов в популяции, как правило,

1:1, хотя в некоторых случаях наблюдается отклонение от этого соотношения.

Личинки появляются в планктоне после нереста. Длина раковины велигера, появляющегося после оплодотворения, около 90 мкм [Куликова, Найденко, 1987]. Оседание происходит при длине раковины около 300 мкм. Личинка вырастает до таких размеров примерно за 3-4 недели. Выросшие личинки, прежде чем осесть, пребывают в планктоне около 10 дней. Однако чаще всего личинки представлены несколькими субгенерациями (когортами), возникающими из-за разных сроков нереста в отдельных поселениях [Кунин, Кулаковский, 1979]. В этом случае они отмечаются в планктоне в течение более длительного периода. В среднем сроки обнаружения крупных личинок в планктоне составляют около 2 мес. в году.

Оседание пелагических личинок происходит почти исключительно на поверхности, не занятой взрослыми моллюсками — на нитчатых водорослях, гидроидах, раковинах усоногих рачков-балянусов (рис. 7) и т.п. Это свойство используется в марикультуре мидий, когда заблаговременно в воду выставляют незаселенные мидией поверхности (коллекторы), на которые происходит осаждение личинок.

Плотность оседания зависит от таких факторов, как волновое воздействие, скорость течения, сроки предварительной экспозиции субстрата в воде, материал, из которого изготовлен коллектор [Seed, 1969; Dare, Davies, 1974; Бергер и др., 1985 и др.]. Как правило, чем дольше коллектор находится в воде, тем сильнее он обрастает живыми нитчатками, являющимися первичным убежищем личинок.

Примерно через месяц после метаморфоза осевшая молодежь начинает покидать первичные убежища и перемещаться на участки, занятые взрослыми мидиями. Перемещение осуществляется путем открепления от поверхности, сопровождающегося вторичным переходом к плаванию в толще воды, или переползанием с одного участка на другой. Во всех случаях конечным результатом таких миграций становится появление молодежи среди взрослых особей, то есть — пополнение существующих поселений. Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что далеко не все осевшие моллюски покидают первоначально занятые поверхности, так как в противном случае исключается возможность формирования новых поселений. В частности, на коллекторах мидий сохраняются в течение нескольких лет, что в конечном итоге приводит к получению стабильных урожаев.

Р о с т и п р о д о л ж и т е л ь н о с т ь ж и з н и.
Темпы роста мидий варьируются в зависимости от типа поселений (табл. 3). Наиболее высокие темпы роста отмечены для поселений обрастания, в лагунах и на океанической сублиторали. Медленнее всего растут мидии на литорали океанического побережья.

Максимальная продолжительность жизни мидий на побережье Камчатки неизвестна, однако в поселениях доля особей старше 5 лет не превышала 1% [Буяновский, 1990б].

Размеры мидий разного возраста в различных типах поселений

Авачинская губа		Лагуна (июль)	Океаническое побережье	
Обрастания (июль)	Бенталь (август)		Литораль (июль)	Сублитораль (июль)
15,4±1,3 4-38	11,8±0,6 6-26	14-21*	12,8±1,9 9-18	19,2±1,3 16-22
28,6±2,4 10-45	15,1±1,0 11-35	28-35	23,4±2,1 13-39	35,0±3,7 28-42
40,9±1,7 32-52	31,4±1,4 13-31		29,6±1,7 16-44	41,8±1,6 26-49
47,5±1,3 36-56	39,1±1,5 26-46		35,5±1,7 26-43	44,1±5,3 29-54
—	—		40,6±6,0 38-44	54,2±1,6 43-58

* Модальный размерный класс, выделенный на основании анализа размерно-возрастной структуры; в верхней части графы указана средняя длина раковины (мм), в нижней — размах варьирования (мм).

Особого внимания заслуживает опыт выращивания мидии на коллекторах в одной из бухт Авачинской губы. Серия коллекторов, изготовленных из капронового каната длиной 3 м, была вывешена на пирс в мае 1988 г. В ноябре 1989 г. после визуального осмотра серии, был выбран коллектор со средним развитием обрастания. Биомасса моллюсков на трехметровом коллекторе составила 56 кг, средняя длина раковины была $43,2 \pm 0,5$ мм, доля особей длиной свыше 40 мм — 36%. Эти данные свидетельствуют о высокой продуктивности мидиевых поселений в Авачинской губе и о принципиальной возможности культивирования мидии в данном районе.

В р а г и, п а р а з и т ы, э п и б и о н т ы. В Авачинской губе хищники оказывают существенный пресс на мидий только за границей распространения поселений. К ним можно отнести морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis*, поедающего водоросли вместе с находящейся на них молодью, и морскую звезду *Asterias rathbuni*, образующую мощные скопления у нижней границы поселений обрастания [Ошурков и др., 1989]. Основной пищей морской звезды являются мидии, отпавшие от субстрата.

На океаническом побережье число хищников возрастает. Среди них следует назвать морскую выдру — калана [Ошурков и др., 1991], брюхоногого моллюска — нуцеллу (рис. 7) [Буяновский, 19926] и несколько видов морских звезд, интенсивно потребляющих мидию на литорали и в сублиторали.

Двойное влияние на мидиевые поселения оказывает многощетинковый червь *Polydora limicola*. С одной стороны, взрослые особи, оседая в массовом количестве на мидиевые поселения, усугубляют заиление донных поселений. С другой стороны, личинки *P. limicola* (рис. 7) могут достигать в планктоне огромной численности — до

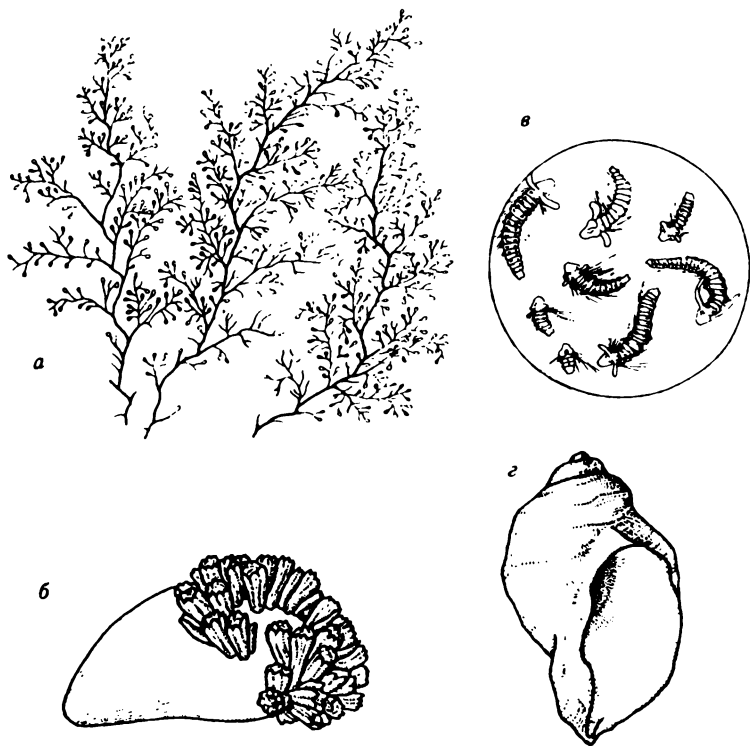


Рис.7. Враги и эпибионты мидии на Камчатке:
 а — гидроид *Obelia longissima*; б — морской желудь *Balanus crenatus*; в — личинки полихеты *Polydora limicola*; г — брюхоногий моллюск нуцелла (*Nucella sp.*)

200 тыс. экз./куб. м [Ржавский и др., 1986]. Поедая личинок моллюсков [Вуяновский, Солохина, 1991], они способны снижать их численность.

Помимо *P.limicola* на поверхности раковины мидии селятся многочисленные эпибионты — баянусы, мшанки, гидроиды и др., достигающие особенно большого развития в поселениях обрастания.

Среди паразитов мидии большое значение имеют личинки трематод, наносящие существенный ущерб мидиевым поселениям [Кулачкова, 1979], однако на Камчатке они встречаются редко.

При гистологических исследованиях в гонадах нередко находили микроспоридиев. Их определение не проводили, но по литературным

данным известны такие виды, как *Chytridiopsis mytilovum* и *Haplosporidium tumefaciens*.

В мидии, профильтровывающей большие объемы воды, могут содержаться болезнетворные бактерии, поэтому при их использовании в пищу необходимо тщательное санитарно-биологическое обследование.

Распределение на Камчатке. На основании анализа более 200 проб макробентоса, собранных на побережье Камчатки и Командорских островов в диапазоне глубин от +0.5 до 40 м, было выделено пять типов поселений (табл. 4), из которых практический интерес представляют поселения обрастания и бентоса закрытых бухт, так как именно они формируют наиболее многочисленную мидиевую группировку в Авачинской губе (рис. 8). В остальных поселениях мидия либо малочисленна (лагунные), либо труднодоступна (сублиторальные на океаническом побережье), либо имеет непромысловый размер (литоральные на океаническом побережье) [Буяновский, 1991].

Т а б л и ц а 4

Характеристика основных типов мидиевых поселений на побережье Восточной Камчатки и Командорских островов

Тип поселения	Глубина обитания (м)	Субстрат	Плотность (экз./кв.м)	Биомасса (г/кв.м)	Доля особей длиной свыше 51 мм	Усредненная максимальная длина (мм)
---------------	----------------------	----------	-----------------------	-------------------	--------------------------------	-------------------------------------

Поселения в закрытых бухтах

Обрастания	+0,5-25	Пирсы, суда, якорь, цепи и т.п.	4526±993	15,3±2,9	9,1	76,6
Донные	+0,5-4	Валуны, скалы	1795±320	5,0±1,1	1,8	56,6
Лагунные	+0,5-4	Галька	562±233	0,2±0,0	2,4	56,2
Поселения на океаническом побережье						
Литоральные	+0,5-0	Скала	1625±739	1,1±0,1	0	41,9
Суб-литоральные	3-15	Скала	54±36	0,4±0,3	6,0	63,3

Поселения обрастания являются наиболее многочисленными в Авачинской губе — на их долю приходится до 90% всех запасов мидии в этом районе. Поселения представлены обширными, часто многослойными группами особей, соединенными между собой биссусом — друзами. Тесно соприкасаясь, друзы образуют сплошные пятна. Характерной чертой является наличие друз, отслаивающихся от субстрата. Нижней границей поселений, как правило, является илистое дно, реже — другие сообщества. Помимо Авачинской губы такие поселения были отмечены на затонувших судах в бухте Русская.

Условия существования этой группы поселений наиболее благоприятны: отсутствуют хищники и конкуренты-двустворки, поселения защищены от прямой океанической волны (могут действовать только

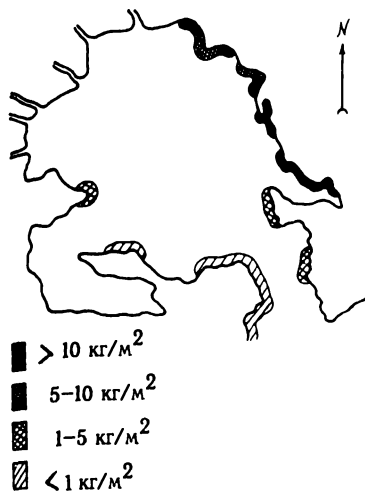


Рис.8. Распределение мидии в Авачинской губе

волны, проникающие в бухты), моллюски снабжаются наиболее качественной пищей, состоящей преимущественно из планктонных водорослей, продукты распада осаждаются не в поселение, а на дно, постоянный обмен с океаном препятствует развитию заморных явлений. В силу совокупного действия всех этих факторов в обрастании формируются наиболее мощные поселения (табл. 4). Вместе с тем вертикальная ориентировка субстрата способствует периодическому отпаданию друз вместе с эпибионтами на дно. Оголившийся участок впоследствии колонизируется новым поколением мидий. При таком периодическом сбросе обеспечиваются постоянное доминирование мидии в сообществе, регулярное пополнение молодью, регуляция плотности и биомассы. Наблюдения, проведенные в Авачинской губе, показали, что за 2-3 года

происходит практически полное обновление поселений.

Донные поселения в закрытых бухтах расположены примерно там же, где и поселения обрастания. Они отмечались в Авачинской губе, бухтах Русская, Вилючинская, Оссора. Нижней границей являються либо мягкие грунты, либо сообщества, содержащие хищников. Поселения также представлены обширными друзами, которые могут образовывать «пятна», однако друзы никогда не бывают многослойными: это связано с тем, что продукты распада, оседая на дно, способствуют заилению поселения и отмиранию его нижней части; в отдельные годы илонакопление приводит к развитию заморных явлений, тогда погибает большая часть поселения. В отличие от поселений обрастания донные мидии снабжаются пищей худшего качества и в меньшем количестве, что обуславливает более низкие темпы роста и, соответственно, меньшую долю особей промысловой длины. В остальном условия сходны с таковыми для поселений обрастания.

На западном побережье Камчатки мидии встречаются редко, формируя поселения на литорали скалистых мысов преимущественно в юго-западном районе [Савилов, 1961; Нейман, 1969; Цалкина, 1969].

Резюмируя эти данные, следует подчеркнуть, что в настоящее время наиболее мощные мидиевые скопления обнаружены только в Авачинской губе, поэтому промысел мидий имеет смысл проводить именно в этом районе.

Использование и переработка

М и р о в о й в ы л о в. Мидия является одним из наиболее промышленяемых объектов. В 1990 г. вылов всех мидий составил 1 325 316 т [FAO, 1990]. Из этого количества на съедобную мидию *M.edulis* приходилось 484 529 т, а на средиземноморскую мидию *M.galloprouvincialis* — 133 201 т. Наибольшее количество моллюсков добывало Испания (99 тыс. т), Дания (93 348 т) и Франция (52 тыс. т). От 10 до 70 тыс.т добывали Таиланд (*M.smaragdinus*=*Perna viridis*), Перу (главным образом *Aulacomya ater*), Канада, США, Германия, Ирландия, Чили, Корея (*M.coruscus*) и Болгария.

Такой интерес к мидии обусловлен не только высокой пищевой ценностью ее мяса, но и сравнительной легкостью получения возобновляемого урожая: неслучайно больше 80% промышленяемых мидий добывается за счет культивирования [Скарлато и др., 1985].

П и щ е в а я ц е н н о с т ь м я с а. Химический состав мяса мидий весьма изменчив в зависимости от районов и сезонов лова. Содержание влаги варьирует от 45 до 90%, белка — от 7 до 11%, жира — от 0,5 до 1,6%, углеводов — от 0,2 до 3,55%, минеральных солей — от 1 до 2%. Мясо также содержит большое количество витаминов группы В, витамин D, более 30 микроэлементов. Белок содержит все незаменимые аминокислоты, причем их больше, чем в белке яйца, который принимается за эталон [Садыхова, 1964; Лагунов, 1979]. Содержащиеся в теле мидии биологически активные вещества оказывают определенное действие на улучшение обмена веществ и повышают общий тонус.

Ф а р м а к о л о г и я. Среди других гидробионтов мидия привлекательна не только уникальностью ряда соединений, но и возможностью ежегодного получения массового дешевого материала в качестве источника БАВ, поскольку технология ее культивирования освоена весьма успешно.

Среди БАВ, обнаруженных в мидии, наибольший интерес представляют сакситоксин и близкая к нему группа токсинов, [Гурин, Ажгихин, 1981; Chang et al., 1989; Bricelj et al., 1990; Lassus et al., 1989 и др.], иммуномодуляторы митилан [Оводов, 1989] и МИГИ-К [Рехина и др., 1991], фермент миелопероксидаза [Schlenk et al., 1991].

Токсины попадают в тело моллюсков из микроскопических планктонных водорослей, вызывающих так называемые «красные приливы». Эффект этих соединений обусловлен блокировкой нервной проводимости [Валеев и др., 1989], поэтому в больших дозах (более 1 мг на кг массы тела) они смертельны, однако в небольших концентрациях их можно использовать для снятия мышечного тонуса, изменения активности гладкой мускулатуры, изменения тонуса и проницаемости стенок кровеносных сосудов. Установлено, что эффективность сакситоксина в 16 000 раз превосходит аналогичный эффект кокана [Bioactive compounds..., 1974]. Поскольку «красные приливы» развиваются нерегулярно, токсины не являются постоян-

ным компонентом в теле мидии, по окончании «красного прилива» они постепенно выводятся из организма моллюска.

Иммуномодуляторы представляют собой соединения полисахаридно-белковой природы. Эти вещества способствуют повышению иммунитета к различным болезнетворным инфекциям. Показано, что некоторые соединения этой группы обладают цитостатическим (противоопухолевым) действием. Наиболее известным препаратом, принадлежащим к этой группе, является митилан, выделенный из мидии [Оводов, 1989; Цыбульский и др., 1990]. Был проведен ряд экспериментов с введением митилана. Так, введение 100 мкг/кг препарата вдвое увеличило продолжительность жизни мышей, зараженных летальной дозой бактерий *Salmonella typhimurum*, *Staphylococcus aureus*, *Yersenia pseudotuberculosis*. В другой работе препарат испытывали против гриппозной инфекции. Оказалось, что при дозе 25 мкг/кг выживало 30-60% мышей (при стопроцентной смертности контрольной группы). Авторы пришли к выводу, что митилан индуцирует синтез интерферона, подавляющего размножение вируса [Оводов и др., 1983; Цыбульский и др., 1990].

Препарат МИГИ-К ЛП был получен в лаборатории новых белковых продуктов ВНИРО [Кудряшов и др., 1991; Рехина и др., 1991; Новикова и др., 1992; Руднев и др., 1992]. Он представляет собой соленую темно-коричневую жидкость с запахом сухих грибов. По содержанию аминокислот, олигопептидов, микроэлементов, свободных жирных кислот, меланоидинов, МИГИ-К ЛП представляет собой продукт высокой биологической активности. Он обладает способностью повышать общую устойчивость организма к ряду повреждающих воздействий. МИГИ-К ЛП может быть рекомендован лицам, контактирующим с ионизирующим и неионизирующим излучением, больным, получающим лучевую и химиотерапию, с хроническими воспалительными процессами, иммунодефицитом, метаболическими нарушениями, железодефицитными анемиями, для лечения травматических, термических повреждений, для повышения выносливости и работоспособности здоровых людей. МИГИ-К ЛП является эффективным средством для лечения вирусных гепатитов у детей. Он уменьшает длительность клинических проявлений заболевания, обеспечивает гладкое циклическое его течение, интерфероногенез и функциональную активность тканевых макрофагов в организме. Выявлено антивирусное действие МИГИ-К ЛП в отношении вирусов гриппа (серотипов А и В).

МИГИ-К ЛП применяют по 15-45 мл (1-3 столовые ложки) в сутки до или после еды разбавленным по вкусу водой, овощным соком или добавляют в готовые блюда. При использовании МИГИ-К ЛП в виде пищевой добавки вкус блюда значительно улучшается. Лечебный эффект от применения МИГИ-К ЛП наблюдается через 1-2 недели после употребления продукта. При курсовом применении МИГИ-К ЛП целесообразна консультация врача. Применение препарата разрешено Министерством здравоохранения.

Среди многочисленных ферментов, полученных из тела мидий, особо следует отметить миелопероксидазу, обладающую бактерицидными свойствами [Schlenk et al., 1991].

Помимо вышеперечисленных БАВ из тела мидий были выделены различные гормоны — прогестерон, андростерон, тестостерон и др., жирные кислоты, фосфолипиды, белки [Reis-Henriques, Coimbra, 1990; Stephens, Good, 1990 и др.] Эти вещества также успешно применяются в медицине, например, фосфолипиды могут быть использованы при заболеваниях печени [Нехорошев, Усо, 1988], так называемый адгезивный белок используют как клеящее вещество в ортопедии и офтальмологии [Maguro, 1989; Liggett et al., 1990; Шелудько, 1991]. Установлено также, что экстракт из мидий обладает антиревматическими свойствами [Борисочкина, 1988].

Д о б ы ч а. Существует два основных способа изъятия мидий из естественных поселений — сбор вручную и драгировки. Драгировки применяются для сбора моллюсков, обитающих на больших глубинах, но поскольку камчатские мидии живут в основном на мелководье, здесь этот способ рассматриваться не будет.

Ручной сбор облегчается наличием массовых скоплений в мелководной зоне и поэтому практически не требует затрат промыслового времени на поиск моллюсков. Для сбора мидий, обитающих на литорали, достаточно резиновых сапог, резиновых перчаток и обычного ножа. В качестве тары можно использовать бочки или корзины («парамушки»). Благодаря образованию друз мидии очень легко отделяются от грунта. Перед помещением в корзину друзу рекомендуются ополоснуть в воде, чтобы отмыть от остатков ила. Опыт сбора в Авачинской губе показал, что при наличии тары бригада из четырех человек может собрать тонну мидий за три дня. Вместе с тем следует иметь в виду, что даже после ополаскивания в донных мидиях сохраняется значительное количество песка и ила, поэтому после сбора они нуждаются в дополнительной длительной промывке проточной водой.

Сбор мидий из обрастания можно осуществлять или с небольшой лодки, или водолазным способом. Для сбора с лодки необходимо иметь сачок с каркасом из жесткой проволоки и диаметром входного отверстия около 50 см. Длина рукоятки должна быть 3-4 м, диаметр ячеей дели, надеваемой на каркас, — 4-5 см. Работы лучше проводить во время отлива, когда глубина, на которой расположены поселения, минимальная. Для сбора водолазным способом необходимо иметь водолазный нож и питомзку (рис. 9а), обтянутую делью диаметром ячеей 4-5 см. Обмен питомзками можно осуществлять с помощью спусковых концов без подъема водолаза на поверхность. Небольшая глубина обитания и высокая плотность поселения мидий в обрастании обеспечивают высокую эффективность проведения водолазных работ. Кроме того, моллюски из обрастания не содержат песка, и поэтому не нуждаются в промывке.

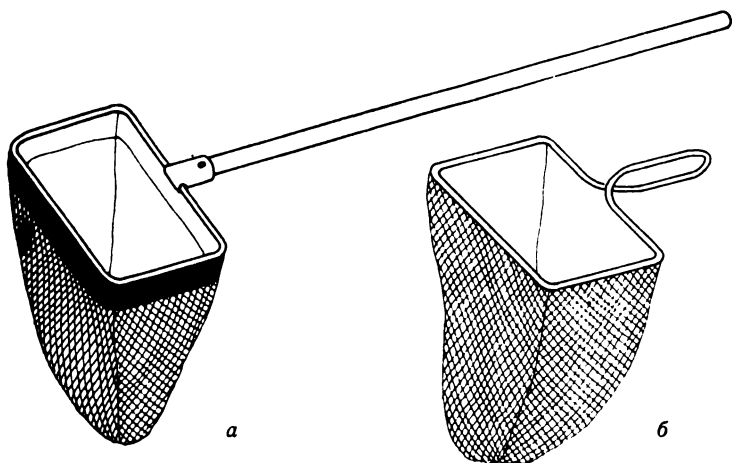


Рис.9. Орудия сбора мидий:
 а — сачок; б — питомза

При работе на мелководье разведка скоплений осуществляется путем визуального осмотра подходящих субстратов — искусственных сооружений, валунов, гальки. Под водой мидиевые скопления видны достаточно отчетливо. В некоторых случаях имеет смысл взять количественную или качественную пробу для экспресс-оценки доли промысловых особей в поселении.

Регулирование промысла осуществляется на основе выработки квот на вылов, которые рассчитываются с помощью данных о запасах и динамике размерно-возрастной структуры. При сборе каждый год желательно чередовать районы сбора, что обеспечит успешную колонизацию субстратов, освобожденных от мидий в результате сбора. Необходимо также строго придерживаться разрешенных сроков сбора, так как бывают периоды, когда мидии содержат высокие концентрации токсинов. Подробнее рекомендации к промыслу мидии на Камчатке рассмотрены в главе 5.

К у л ь т и в и р о в а н и е. Искусственное выращивание мидии освоено с очень давних времен и в настоящее время получило широкое распространение: свыше 80% промыслаемых мидий добывается культивированием [Скарлато и др., 1985]. В мировой практике известны три основных способа марикультуры мидий — выращивание на грунте, выращивание в толще воды на донных устройствах и выращивание в толще воды на подвесных устройствах [Супрунович, 1988].

Выращивание на грунте, практикуемое главным образом в Голландии, базируется на перемещении мидий с естественных банок на заранее подготовленные субстраты. Несмотря на то что ежегодная

продукция выращиваемых мидий превышает 100 тыс.т, этот способ имеет существенные недостатки — моллюски доступны хищникам и паразитам, они обрастают тиной, в мясе содержится «песок» и различные минеральные частички, все это в конечном итоге снижает его товарное качество.

Выращивание в толще воды основано на прикреплении планктонных личинок к свободной поверхности — коллектору. После прикрепления личинки не покидают коллектор, а начинают расти, достигая за определенный период времени товарных размеров (для мидии — 5 см). В качестве коллекторов можно использовать устройства, устанавливаемые непосредственно на дне или же плавающие на поверхности или в толще воды.

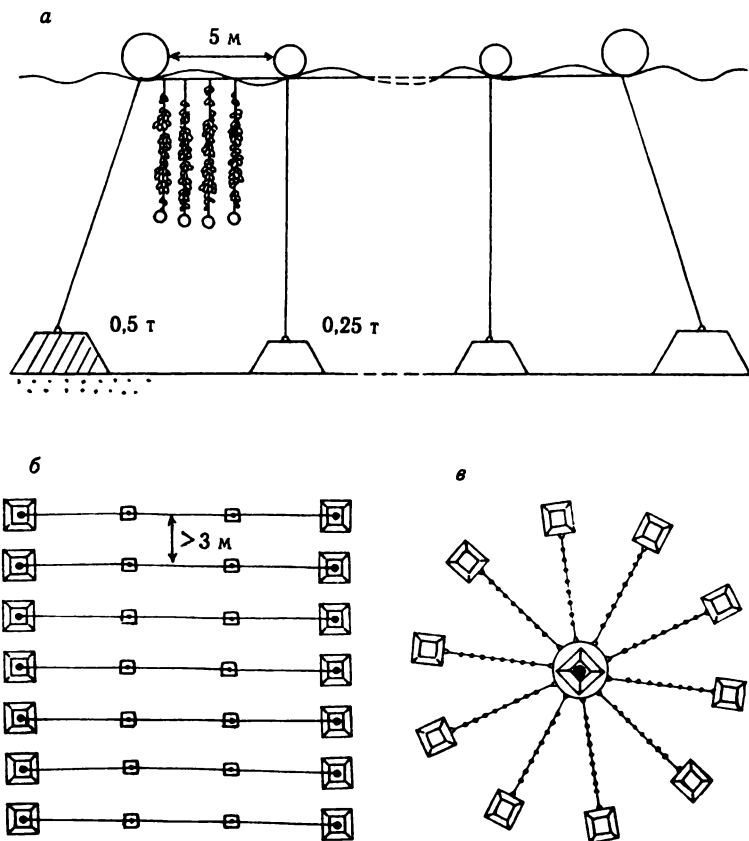


Рис.10. Установки для культивирования мидии:

а — вид сбоку; б — система параллельных установок; в — звездообразная система (по Брыкову и др. [1986])

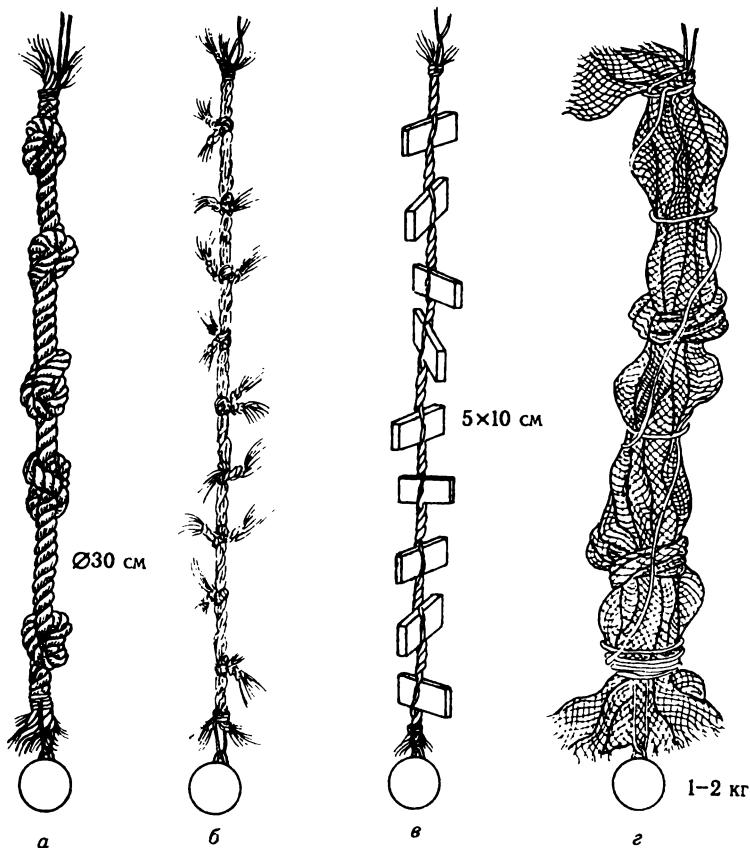


Рис.11. Коллекторы для искусственного выращивания мидий:

а — капроновый канат; *б* — из обрывков полипропиленового трала; *в* — с пенопластовыми вставками (10×5 см); *г* — дель

При выращивании в толще воды на донных устройствах, особенно распространенном во Франции (метод «бушо»), в качестве коллекторов используют колья, которые параллельными рядами вбивают в грунт. Для увеличения свободной поверхности и предотвращения отпадания моллюсков под собственным весом на поверхность шеста наносят различные дополнительные субстраты — ветки, веревки, сетчатые мешки и т.д. Основным недостатком такой марикультуры является периодическая осушка мидий, которая существенно замедляет их темпы роста. Поэтому культивирование на донных устройствах практикуется главным образом в тепловодных районах, в зонах с невысокими приливами и медленными течениями.

Таким образом, в настоящее время наибольшее распространение получило культивирование мидий на плавучих устройствах — под-

весная марикультура. Ее основные преимущества заключаются в получении чистых моллюсков, свободных от песка и ила. Подвесная марикультура получила широкое распространение в Средиземноморье (Испания, Италия, Югославия), Юго-Восточной Азии и на территории бывшего СССР, в том числе на Дальнем Востоке [Брыков и др., 1986; Шепель, 1986 и др.].

Поскольку каждый водоем имеет свои особенности, биотехника культивирования мидий в разных морях различна [Скарлато и др., 1985; Супрунович, 1988 и др.]. В наших дальневосточных морях распространено выращивание мидий на коллекторах, прикрепленных к гибким плавучим устройствам (ярусам) типа ВНИРО-ДВПИ [Супрунович, 1988] или на сходных конструкциях (рис. 10). Опыт работ в Авачинской губе показал, что хорошим носителем также являются перекладины между портовыми сваями: при этом отпадает необходимость в затратах по установке гибких ярусов. Коллекторы (рис. 11) изготавливаются из гибкого материала — скрученной дели, капрона, полипропилена, набора пенопластовых пластинок и т.д. При этом важно, чтобы поверхность коллектора имела крупные неровности — узлы, горизонтальные пластинки и т.д., необходимые для предотвращения преждевременного сползания и отпадения мидий. Для каждого конкретного района выбор материала и сроки установки коллекторов имеют первостепенное значение для обеспечения высоких урожаев.

Выбору акватории под марикультуру должно предшествовать тщательное научное обоснование, заключающееся в анализе динамики личинок в планктоне, установке экспериментальных коллекторов, анализе темпов роста и смертности осевшей молоди, проведении санитарно-биологического анализа [Скарлато и др., 1985].

П е р е р а б о т к а. Существует множество способов переработки собранных мидий — от ручной до высокопроизводительных механизированных линий. В зависимости от типа получаемой продукции технология переработки может содержать различное количество стадий [Садыхова, 1964; Иванов, 1966; Гусев, 1983; Борисочкина 1988; Жилин и др., 1988 и др.], однако во всех случаях на первом этапе мидий следует выдерживать в емкостях с аэрированной стерилизованной водой при температуре не выше 15°C в течение как минимум 48 час. Это нужно, чтобы удалить из их кишечника патогенные бактерии, которые могут там накапливаться.

Из очищенного мяса мидии можно делать консервы или паштет («Паштет из черноморских мидий», «Фарш из мидий с рисом и овощами»), причем для получения последнего можно использовать моллюсков некондиционного размера — длиной 20-50 мм [Бабушкина, Бабенко, 1986]. Из мидий промыслового размера (свыше 50 мм) получают такие деликатесные консервы, как «Мидии копченые в масле», «Мидии черноморские в собственном соку», «Плов из мидии таврической» и др. [Лагунов, 1979; Гусев, 1983 и др.]. В ресторанах мидий можно подавать целиком, предварительно удалив одну из створок. При соответствующих условиях мидию можно хранить

довольно долго, например, при хранении без воды при температуре 7,2°C отход за две недели составляет всего 10%, и такой же отход наблюдается при хранении в течении месяца при 1,7°C [Супрунович, 1988].

Для извлечения токсинов обычно используют спиртовую экстракцию с последующим разделением с помощью жидкостной хроматографии высокого давления (HPLC) [Валеев и др., 1989]. Примерно так же получают жирные кислоты и ферменты [Стефанов и др., 1989; Selvarani et al., 1989; Teo, Sabapathy, 1990].

Получение митилана осуществлено в Тихоокеанском институте биоорганической химии ДВО АН из мидии Грея (*Crenomytilus grayanus*). Производство препарата налажено также и на Черном море [Оводов, 1989].

Получение МИГИ-К ЛП осуществлено в лаборатории новых белковых продуктов ВНИРО. На него утверждена нормативно-техническая документация. Способ получения препарата и его биологическое действие защищены авторскими правами. В настоящее время препарат выпускается в Краснодаре и Сочи.

Раковины мидий можно использовать для производства кормовой крупки (величина помола 0,5-5 мм) и кормовой муки (величина помола менее 0,5 мм), которые применяют в качестве добавок к корму птиц, свиней и других животных. Еще более эффективной является белково-минеральная мука, производимая из раковин и непищевого мяса. Однако при ее производстве мясо и створки следует обрабатывать отдельно, а потом соединять в определенных пропорциях, так как в противном случае содержание белка оказывается достаточно низким — менее 4%. До последнего времени в ряде колхозов Одесской области производили так называемые кормовые добавки мидиевые (КДМ), получаемые путем измельчения живых моллюсков и пустых створок (не более 45%) в шаровой мельнице. Установлено, что для производства 1 т КДМЗ требуется 1243 кг сырых мидий [Трухин, Комиссарова, 1988].

Помимо вышеназванных существуют и другие кормовые продукты, получаемые из мидий, — гидролизат, кормовая паста, мидийная мука, минеральная крошка [Водопьянов, Бабий, 1981]. При строгом следовании существующим технологиям все эти продукты могут успешно восполнить дефицит традиционных кормов, применяющихся в животноводстве, и существенно повысить потребительские качества продукции, например, в некоторых колхозах Одесской области за счет подкормки мидиями удавалось повысить яйценоскость кур на 8-12%, привес бройлеров — на 15-20%, привес свиней — на 7-13% [Познохирин, 1981].

Кроме того, пустые раковины мидий можно использовать в качестве источника хитина и для других целей, описанных в начале работы. Небольшая толщина раковины в данном случае будет компенсироваться возможностью получения ее в большом количестве.

Благодаря способности образовывать массовые скопления в различных районах мидию часто используют для мониторинга окружающей среды [Христофорова, Кавун, 1987]. При этом основной принцип заключается в сборе моллюсков из района, где предполагается загрязнение, и из заведомо чистого района (контроль). Выбор тестируемых загрязнителей — тяжелых металлов, патогенных бактерий, токсинов — зависит от задачи исследования. Высокая плотность моллюсков в поселениях позволяет осуществлять не только разовые, но также сезонные и многолетние сборы в одном и том же месте. Знания о динамике накопления различных загрязнителей и их пространственном распространении позволяют адекватно оценить экологическую ситуацию в исследуемом районе и своевременно выработать комплекс мер, необходимых для его охраны.

Выше уже отмечалось, что мидий можно использовать в санитарной гидробиологии, создавая так называемые искусственные рифы с мощным поясом фильтраторов. Формирование такого пояса обеспечивается неприхотливостью личинок при выборе поверхности для оседания, устойчивостью моллюсков к колебаниям различных внешних факторов и высокой конкурентоспособностью мидий.

М О Р С К И Е Г Р Е Б Е Ш К И

К этой промысловой группе относят двустворчатых моллюсков, принадлежащих к семейству *Pectinidae* отряда *Pectinida*. Для них характерна округлая раковина с ушками на спинной стороне (рис. 1а, 12). У промысловых видов раковина толстостенная, ее наружная поверхность покрыта хорошо различимыми радиальными ребрами. К этой группе относятся такие хорошо известные виды, как приморский (*Mizuhopecten yessoensis*) и японский (*Chlamys nipponensis*) гребешки, североамериканский гребешок (*Placopecten magellanicus*), и некоторые другие промысловые виды. По мнению разных авторов, на побережье Камчатки обитает от 5 до 8 видов, принадлежащих к семейству *Pectinidae*, из которых промысловое значение имеют только два.

СВЕТЛЫЙ ГРЕБЕШОК — *Chlamys albida* [Dall, 1906]
БЕРИНГОВОМОРСКИЙ ГРЕБЕШОК — *Chlamys behringiana*
[Middendorf, 1849]

Раковина

У обоих видов раковина почти равностворчатая, ее высота немного больше длины. Обе створки с радиальными ребрами или складками различной ширины. Ушки не одинаковые, переднее ушко правой

створки удлиненное, с резким вырезом. Лигамент внутренний. Аддуктор один, мощный. Мантийная линия без синуса.

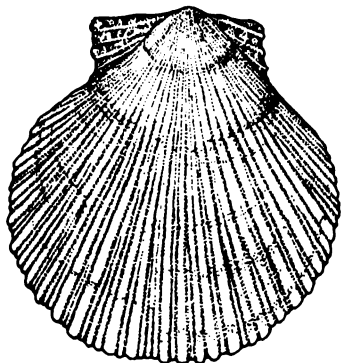


Рис.12. Берингоморский гребешок *Chlamys behringiana* ($\times 0,8$) (по Скарлато [1981])

Левая (верхняя) створка молодых особей светлого гребешка (рис. 1а) обычно коричневая, с фиолетовым оттенком, однако бывает оранжевой или розовой. Правая створка белая или имеет оттенок левой створки. У старых особей обе створки обычно грязно-белого цвета. Радиальные ребра на обеих створках приблизительно одинаковой ширины и собраны в 8-10 неравномерных пучков. Ребра, находящиеся в середине пучков, не отличаются от ребер, находящихся между пучками. Благодаря пучкам створки приобретают радиальную складчатость [Скарлато, 1981].

Левая створка берингоморского гребешка (рис. 12) коричнево-вишневого цвета, иногда она окрашена более темными и более светлыми concentрическими полосами. Обе створки покрыты грубыми радиальными ребрами, причем у старых особей выделяются более широкие ребра первого порядка, между которыми расположены 1-2 более узких ребра второго порядка. Дистальные (примыкающие к нижнему краю) концы ребер могут быть поделены 1-2 узкими продольными бороздами. По ширине узкие и широкие ребра различаются не более чем в 2-3 раза [Скарлато, 1981].

Размеры

На побережье Восточной Камчатки высота раковины взрослых особей варьировала от 60 до 80 мм. Наибольший экземпляр *Ch. albidata*, добытый у Северных Курил, имел высоту 109 мм, а — *Ch. behringiana*, добытый в западной части Берингова моря, — 86,5 мм.

Распространение в Мировом океане

Светлый гребешок обитает в азиатской части Тихого океана от Южного Сахалина и Южных Курил до Берингова пролива, включая Охотское море, Командорские и Алеутские острова; в американской — от юго-восточной части Чукотского моря (мыс Айси-Кэйп) к югу примерно до 54° с. ш. [Скарлато, 1981].

Берингоморский гребешок распространен в азиатской части Тихого океана в Приморье, у Хоккайдо, Сахалина, Курильских островов, в Охотском море (кроме залива Шелихова), от Южной

Камчатки до Берингова пролива; в американской — от юго-восточной части Чукотского моря (мыс Айси-Кэйп) к югу до залива Пьюджет-Саунд. Отмечен также в Северном Ледовитом океане в море Бофорта [Скарлато, 1981].

Экология

Образ жизни. По способу питания гребешки являются фильтраторами и ведут малоподвижный образ жизни. Перемещения в пространстве осуществляются за счет реактивного импульса, возникающего при резком захлопывании раковины. В связи с этим нога развита слабо, зато имеется очень мощный мускул-замыкатель. Гребешки обитают на поверхности грунта.

Гребешки рода *Chlamys* обычно обитают на слабохолмистых равнинах, имеющих небольшой уклон, реже — на склонах подводных поднятий и свалах глубин. Необходимо также отметить способность гребешков к ограниченным миграциям. Двигательная активность неоднократно отмечалась при исследовании скоплений с помощью подводных аппаратов [Мясников, 1992].

Размножение и пополнение. Гребешки достигают половозрелости в 3—5-летнем возрасте при размере раковины 30-70 мм. Соотношение полов близко к 1:1, хотя у светлого оно может варьировать от 0,6:1 до 2:1. Нерест светлого гребешка в районе Северных Курил происходит в июне, берингоморского — в июне—июле. Оплодотворение наружное; личинка развивается в толще воды. В Авачинской губе личинок в планктоне находили в конце августа—начале сентября. Молодь предпочитает селиться по внешнему краю скоплений, образованных взрослыми особями. По мере роста молодь перемещается в центральную часть поселения [Мясников, 1992].

Рост и продолжительность жизни. Максимальная продолжительность жизни не превышает 28-30 лет. У светлого гребешка с острова Онекотан (Северные Курилы) за шесть лет раковина в среднем дорастает до 70-80 мм (в высоту), причем максимальная скорость прироста наблюдается в два-три года и составляет 13-15 мм в год. Максимальные размеры (высота около 110 мм) достигаются за 14-18 лет [Мясников, 1992; Мясников и др., 1992].

Берингоморский гребешок, так же как и светлый, обитающий в северной части Охотского моря, растет медленнее. За шесть лет раковина дорастает до 40-50 мм, а до 70-80 мм дорастает за 14-18 лет. Следует, однако, отметить, что различия в темпах роста между особями из одного скопления нередко бывают больше, чем между разными скоплениями и даже между видами [Мясников и др., 1992].

Возрастная структура большинства скоплений обоих видов характеризуется преобладанием крупных половозрелых особей. Доля

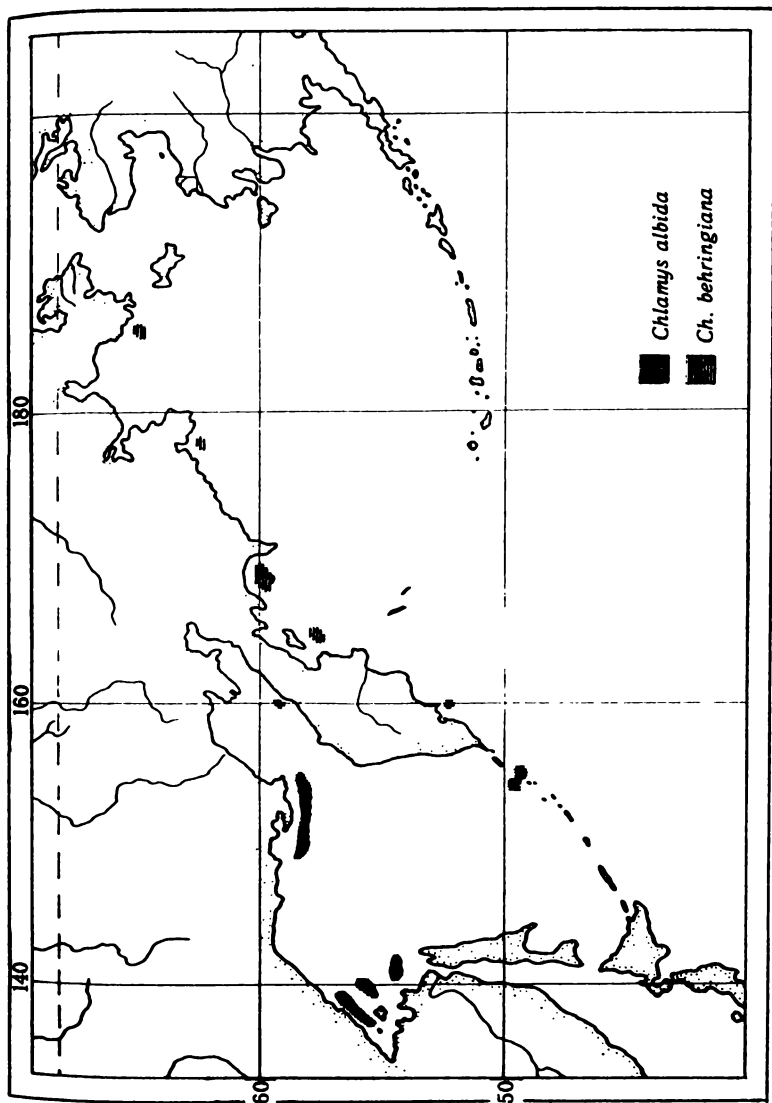


Рис.13. Основные скопления светлого и берингоморского гребешка в дальневосточных морях (по Залесской [1969]; Мясникову и др. [1991] и оригинальным данным)

животных старше пятнадцати лет во всех изученных скоплениях незначительна.

Наращение массы тела у гребешков в течение жизни идет неравномерно. Максимальных значений прироста достигают к пяти семи годам [Мясников, 1992].

Распределение на Камчатке. Поселения гребешков рода *Chlamys* нередко образуют большие скопления, обусловленные некоторыми гидрологическими условиями — воздействием холодных течений на западные и северо-западные побережья дальневосточных морей, наличием ледового покрова, формированием холодного промежуточного слоя на глубине 50-200 м, наличием галечных грунтов с различной степенью заиления и особенностями рельефа дна. Скоплениям свойственна высокая степень агрегированности моллюсков. Средняя плотность животных в разных поселениях варьирует от 2 до 6 экз./кв.м.; наиболее плотное скопление (плотность взрослых моллюсков до 200 экз./кв.м) отмечено у Северных Курил (остров Онекотан) [Мясников, 1992].

Светлый гребешок отмечен в Авачинском заливе на глубинах 141-176 м на илесто-песчаном, галечном и каменистом грунте (рис. 12). Имеется также скопление в заливе Шелихова, в районе мыса Пятибратского: биомасса достигает 260 г/кв.м [Залеская, 1969].

Беринговоморский гребешок отмечен в Авачинском заливе на глубине 92 м на песчано-галечном грунте, в Кроноцком заливе — на глубине 75 м на крупном песке, в Корфо-Карагинском районе — на 53 м (залив Корфа и пролив Литке) и 110-120 м (восточнее острова Карагинского) на галечном и скалистом грунтах. По данным В.Г.Мясникова [1992], в Олоторском заливе и восточнее острова Карагинского этот вид образует промысловые скопления (рис. 13), площадь которых варьирует от 700 до 1500 кв.м, а общая биомасса составляет около 3 тыс.т.

Использование и переработка

Мировой вылов. В 1990 г. мировая добыча гребешков составила 876 636 т [FAO, 1990]. Среди этого количества 90% приходилось на приморского (*Patinopecten yessoensis*) и магелланова (*Placopecten magellanicus*) гребешков. Из гребешков рода *Chlamys* в заметном количестве добывался исландский гребешок (*Ch. islandica*) — 12 117 т (Исландия). В 1990 г. вылов гребешков в СССР составил 5165 т, из которых 2060 т приходилось на *P.yessoensis*. В 1986 г. вылов светлого гребешка у Курильских островов составлял около 3 тыс.т. Лидерами в добыче гребешка являются Япония (421,7 тыс.т), Китай (147 тыс.т) и США (145 тыс.т).

Пищевая ценность мяса. Данные о биохимическом составе мяса имеются для приморского гребешка [Евтушенко, Челомин, 1986]. Вероятно, для гребешков рода *Chlamys* они

достаточно близкие (табл. 5). Наиболее ценными в пищевом отношении являются мускул-замыкатель и мантия. Содержание необходимых человеку аминокислот выше, чем в мясе рыбы. Мясо гребешка содержит многочисленные микроэлементы и витамины группы В.

Т а б л и ц а 5

*Биохимический состав органов приморского гребешка рода *Chlamys*, %*

Орган	Вода	Липиды	Белок	Гликоген	Минеральные вещества
Мускул	74,7-76,9	0,5-0,9	17,8-19,1	2,0-3,4	1,3-2,0
Мантия	83,8-87,0	0,7-1,2	9,8-12,8	0,8-1,2	2,3-2,9
Яичники	80,6-89,3	0,9-2,4	6,9-8,4	-	1,9-3,0

Ф а р м а к о л о г и я. Как и у мидий, в мясе гребешка содержатся различные биологически активные вещества: токсины [Kiyoshi et al., 1990], предшественники стероидных гормонов — стерины [Гурин, Ажгихин, 1981; Мясников, 1986], ферменты [Евтушенко, Челомин, 1986]. Однако в связи с тем, что культивирование гребешков-хлямисов в настоящее время маловероятно, их переработка с целью получения БАВ представляется нецелесообразной. Исключение составляет, возможно, только фермент ламинариназа, обнаруженный в пищеварительной железе (кристаллическом стебельке) приморского гребешка, которая не используется в пищу. Фермент получен в лабораториях Тихоокеанского института биоорганической химии и используется для расщепления ламинарина (полисахарида, содержащегося в бурой водоросли ламинарии), продукты этой реакции могут найти применение в сельском хозяйстве, так как обладают защитным действием к паразитическим грибам картофеля [Оводов, 1989].

Д о б ы ч а. Поскольку виды, живущие на Камчатке, обитают на достаточно больших глубинах, то их сбор может осуществляться только с помощью судовых орудий лова — драг и тралов.

Наибольшее распространение получила зубчатая драга, по форме напоминающая грабли (рис. 14а). В наших дальневосточных морях используют драгу-«гребенку» (ширина 2,5-3 м, высота зубьев 30-35 см, расстояние между зубьями не менее 12 см). Прикрепляемый к драге мешок (кутец) изготавливают из металлической кольцевой сети диаметром 40-60 мм (нижняя часть) и из траловой дели (верхняя часть), в заднюю часть вставляют распорный шест диаметром 40-60 мм. В нижней части драги к зубьям крепится подборочная цепочка, которая облегчает забрасывание моллюсков в кутец. Буксировочный конец крепится к салазкам длиной 1 м и высотой 20 см. Драга буксируется со скоростью 2-3 узла. При превышении угла наклона буксировочного троса более 30-40° драга начинает отрываться от дна [Скалкин, 1966].

За рубежом используют драги меньших размеров. Например, на Британских островах работают драгами шириной всего около 0,75 м

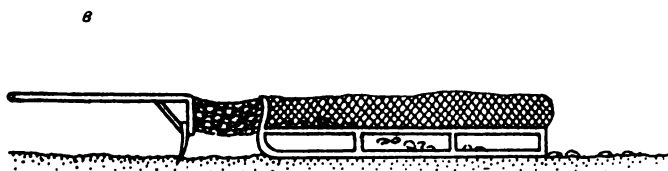
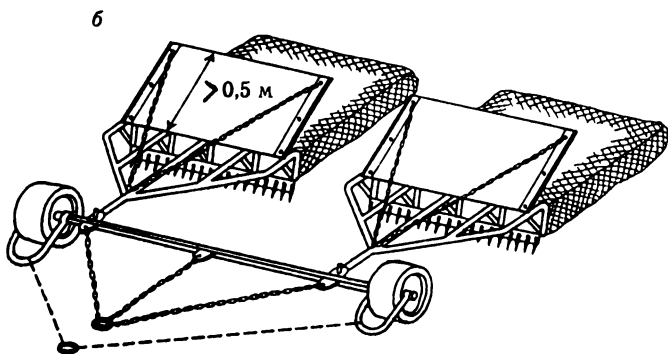
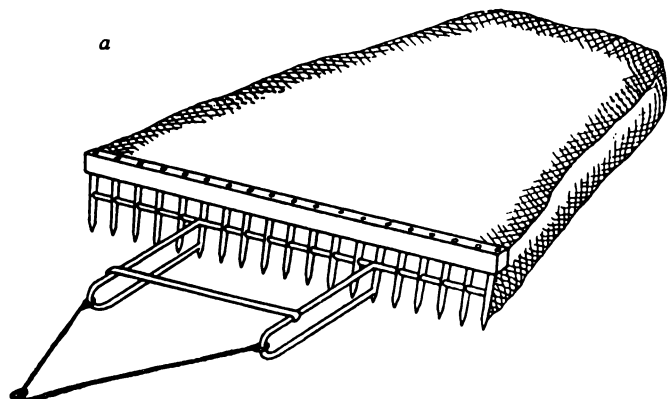


Рис.14. Орудия лова гребешка:
а — драга-гребенка (по Скалкину [1966]); *б* — система драг с депрессорными досками; *в* — стальные цепи и салазки, способствующие более эффективному удалению «мусора» (*б—в* — по «Making scallop...» [1984])

(2 фута 6 дюймов), которые используют в связках по четыре и даже по шесть штук (рис. 14б). Для предотвращения отрыва от дна используют депрессорные доски, изготавливаемые из морской фанеры. Помимо придавливающего действия такая доска создает под собой зону пониженного давления, способствующую лучшей вентиляции кутца. Другим приспособлением, облегчающим выведение мусора из кутца, являются салазки, на которые он устанавливается, при этом каркас и кутец соединяются сетью, изготовленной из металлических колец или цепочек (рис. 14в). Кроме того, это приспособление увеличивает значения критической массы в задней части кутца, при котором драга начинает отрываться от грунта [Making scallop..., 1984].

Существенным недостатком зубчатой драги, особенно при работе на мелководье, является формирование валков, образующихся из обрывков водорослей и крупных донных животных. Такие валки, действуя наподобие снежного кома, отесняют гребешки в сторону и препятствуют их попаданию в драгу [Скалкин, 1966]. Однако на больших глубинах, где биомасса водорослей и крупных животных маленькая, этим недостатком можно пренебречь.

При отсутствии депрессорной доски используют тяжелую драгу массой около 180 кг. По грунту она движется или на двух-трех бегунках, расположенных у входного отверстия мешка, или на бобинцах, последние более предпочтительны на мягком грунте, в то время как бегунки чаще используют на твердых грунтах. Для заглубления в грунт применяют цепной грунтотроп. Низ мешка изготавливают из стальных колец, а верх — из сезали или коурленовой сети [Мясников, 1986]. Очевидно, что недостатком такой драги является ее громоздкость.

Для лова светлого гребешка у Курильских островов использовали драгу ТИПРО, изготовленную в форме равностороннего треугольника со стороной 1,5 м из прута диаметром 30 мм. Для углубления драги в грунт использовали зубчатую или лопастную рейку. Мешок сшивали из траловой дели с ячейей 50 мм. Для буксировки драги к ее углам крепятся три поводца длиной 1,5-2 м [Мясников, 1986]. Вероятно, наиболее эффективной такая драга является при работе на мягких, илисто-песчаных и песчаных грунтах при минимальном количестве камней.

Поскольку гребешки способны к плаванию в толще воды, они могут успешно уходить от драги. В связи с этим в некоторых странах для их лова применяют бим- и оттер-тралы. Бим-трал имеет ширину 2,5 м и несет стальной брус над морским дном на высоте 45 см. Мешок изготовлен из коурленовой сети с ячейей 60 мм, а кутец имеет ячейю 45 мм. Принцип действия основан на вспугивании гребешка со дна с помощью 2-3 цепей: всплывший моллюск попадает в трал [Мясников, 1986]. Оттер-трал состоит из двух досок размером 0,9×1,7 м и массой 118 кг каждая, к которым крепится сеть с ячейей диаметром 5-10 см. Сеть подвешивается на комбинированном тросе

диаметром 13 мм. Для вспугивания гребешка также используются цепи, свешивающиеся поперек входного отверстия [Мясников, 1986].

Очевидно, что для каждого вида оптимальным является свое орудие лова, и поэтому при работе с новым видом необходимо использовать различные орудия, прежде чем будет выбрано одно из них.

Поскольку гребешки являются эпифаунными организмами, то для разведки и оконтуривания их скоплений очень полезным является применения подводной съемки, осуществляемой с обитаемых (например, «ТИНРО-2») и необитаемых аппаратов [Мясников, 1986].

При отсутствии подводных аппаратов техника разведки осуществляется с помощью стандартной траловой съемки. Согласно классическим рекомендациям, нужно проводить разрезы, направленные поперек изобат, с шагом глубин 5-10 м. Расстояние между разрезами вдоль изобат не должно превышать 2 мили [Скалкин, 1966]. Очевидно, что полномасштабное выполнение такой съемки потребует очень больших затрат времени и топлива. Поэтому более эффективным представляется метод, основанный на случайном выборе станций. Для этого карта исследуемой акватории делится на квадраты со стороной около 0,5 мили. После этого выбираются те квадраты, где будет проведена драгировка, количество таких квадратов определяется числом планируемых драгировок. Выбор осуществляется методом случайных чисел (по таблице или простой машинной программе). Многочисленными исследованиями показано, что при таком методе вероятность обнаружения скопления сильно возрастает. При обнаружении скопления драгировки осуществляют в соседних квадратах, результатом чего является его оконтуривание и последующая оценка пригодности к промыслу.

За рубежом, в частности в Канаде, хорошими считаются уловы в объеме 1,5-1,8 т /судно-день, средними — 1,3 т/судно-день [Промысел..., 1967].

Среди мер, регулирующих промысел, важнейшей является научно обоснованное квотирование, базирующееся на всесторонней оценке состояния популяции — пространственном распределении, динамике размерно-возрастной структуры, сроках размножения и пополнения. При промысле следует строго придерживаться указанных районов и не ловить в период оседания и раннего развития моллюды. Как и для мидии, очень полезным может оказаться ежегодное чередование районов сбора. Обязательным условием также является возвращение моллюсков непромысловых размеров обратно в море; в этой связи в Америке установлена минимальная температура воздуха, при которой разрешен промысел, $-3,9^{\circ}\text{C}$. Кроме того, для каждого вида устанавливается минимальный размер ячеи. В районах, где для лова используют комбинацию драг, установлена их максимальная ширина: например, в Канаде она равна 6 м, в североамериканском штате Мэн — 2,5 м и т.д. [Промысел..., 1967; Мясников, 1986].

К у л ь т и в и р о в а н и е. В ряде стран (Япония, Китай, Корея) гребешки успешно культивируются. Планктонные личинки оседают на искусственные коллекторы, где им дают возможность дорасти до длины около 1 см. После этого молодь перемещают в специальные садки, где доращивают до товарных размеров. Однако данная методика применяется пока только к мелководным видам (приморский, японский гребешок), и поэтому для камчатских видов основным способом промысла в настоящее время остается эксплуатация естественных запасов.

П е р е р а б о т к а. Переработка пойманных гребешков включает в себя два процесса — отделение мягкого тела от створок и отделение мускула-замыкателя (мяса) от остального тела. За рубежом, в частности в США, в пищу идет только мускул, в нашей же стране также и мантия [Гордиевская, Белоусова, 1977].

Переработка может осуществляться или вручную, или с помощью машин, установленных на судне или на берегу. Ручная переработка осуществляется с помощью ножа с полукруглым лезвием. Для вскрытия гребешка нож вводится под верхнюю створку между раковиной и мантией, при этом подрезается мускул-замыкатель. Затем верхняя створка удаляется, а мускул отделяется от остальной части тела [Тишин, 1966]. Следует подчеркнуть, что и в настоящее время ручная переработка гребешков является наиболее распространенным способом [Мясников, 1992].

Машины для переработки гребешков применяются реже и имеют достаточно сложное строение. Они построены по принципу перерабатывающей линии: моллюск подается по транспортеру в тот или иной узел, где осуществляется его переработка. Так, в одном типе машин [Браун, 1968] моллюск подается в рабочее гнездо, где обе створки закрепляются вакуумными присосками. После этого происходит электроподогрев верхней створки, в результате чего она отделяется от остального тела. Затем нижнюю створку центрифугируют, и на ней остается только мускул-замыкатель, который или срезают, или отделяют, как и при обработке верхней створки.

В другом типе машин [Виллис, 1971] гребешков погружают в воду при температуре 82—93°C, где они выдерживаются в течение 6-9 сек. После этого транспортная лента доставляет их на вибрирующий грохот, через отверстия в котором проходят внутренности, но не проходят раковины. Далее мягкое тело доставляется на систему роллов, которые, вращаясь в противоположном направлении, сдирают внутренности с более плотного мускула; транспортировка по системе роллов осуществляется за счет того, что они расположены вдоль наклонной плоскости.

Третий тип линий [Мейер, 1969] основан на обработке моллюсков горячим паром, после чего они также встряхиваются на грохоте. Отделение мяса от внутренностей осуществляется за счет медленного скольжения тела по наклонной плоскости и его обработки вращающейся щеткой. В одной из модификаций тело скользит по вращаю-

щему валику с режущими концами: удаление измельченных внутренностей осуществляется за счет постоянной подачи воды под давлением.

Часто используется неполная машинная обработка: например, механизированная часть заключается в кратковременном подогреве створок (электрическом или с помощью кислородно-ацетиленовой горелки), что приводит к их открыванию, после чего мясо вручную отделяется от раковины и внутренностей [Трухин, Комиссарова, 1988].

Мясо может поступать в продажу как свежемороженным (мускулы), так и в виде различных деликатесных консервов («Мясо гребешка в собственном соку», «Мясо гребешка с рисом», «Плов из гребешка» и др.) [Гордиевская, Белоусова, 1977; Мясников, 1986]. Заморозку и хранение осуществляют при температуре -18°C , при транспортировке на автомобилях или по железной дороге допускается температура -9°C (в США температура продукта в момент поставки не должна превышать -18°C) [Гордиевская, Белоусова, 1977].

Створки моллюска и несъедобные части тела применяются в производстве кормовой муки [Борисочкина, 1988]. Весьма перспективной представляется переработка пищеварительной железы с целью получения ферментов [Оводов, 1989]. Кроме того, раковины могут использоваться в местной промышленности для изготовления различных сувениров [Мясников, 1986].

К Л Э М Ы

К этой обширной промысловой группе относят крупных двустворчатых моллюсков, обитающих на мягком грунте. В отличие от мидий, устриц и гребешков клэмы включают в себя представителей нескольких семейств. В американской литературе различают несколько названий для разных видов, и в том числе сердцевидок-клэмов (*cockled clams*) *Clinocardium nuttallii* (сем. *Cardiidae*), острых клэмов (*razor clams*) *Siliqua patula* (сем. *Cultellidae*), прибойных клэмов (*surf clams*) *Mactromeris polynima* (сем. *Mactridae*). Поскольку в России промысел клэмов до сих пор почти не практиковался, то имеет смысл сохранить эти названия для аналогичных видов, обитающих в наших водах. Таким образом, в дальнейшем термином «сердцевидки» будут обозначаться представители семейства *Cardiidae*, термином «острый клэм» — единственный представитель семейства *Cultellidae* *Siliqua alta*, а название «прибойный клэм» будет сохранено за *Mactromeris polynima*. Поскольку экология этих видов во многом сходна, они в данной работе рассматриваются вместе.

Семейство *CARDIIDAE*

- ВОЛОСАТАЯ СЕРДЦЕВИДКА *Ciliatocardium ciliatum* [Fabricius, 1780]
(другое название: *Cardium ciliatum*)
ГРЕНЛАНДСКАЯ СЕРДЦЕВИДКА *Serripes groenlandicus* [Bruguiere, 1789]
СЕРДЦЕВИДКА ЛАПЕРУЗА *Serripes laperousi* [Deshayes, 1839]

Семейство *CULTELLIDAE*

- ОСТРЫЙ КЛЭМ *Siliqua alta* [Broderip et Sowerby, 1829]

Семейство *MACTRIDAE*

- ПРИБОЙНЫЙ КЛЭМ *Maclromeris polynima* [Stimpson, 1860]
(другие названия: *Spisula polynima*, *Spisula voyi*)

Раковина

С е р д ц е в и д к и. У всех видов раковина равностворчатая. Макушки выступающие, сдвинуты от середины немного вперед. На поверхности створок обязательно присутствуют радиальные ребра. На каждой створке под макушкой имеются два зуба примерно

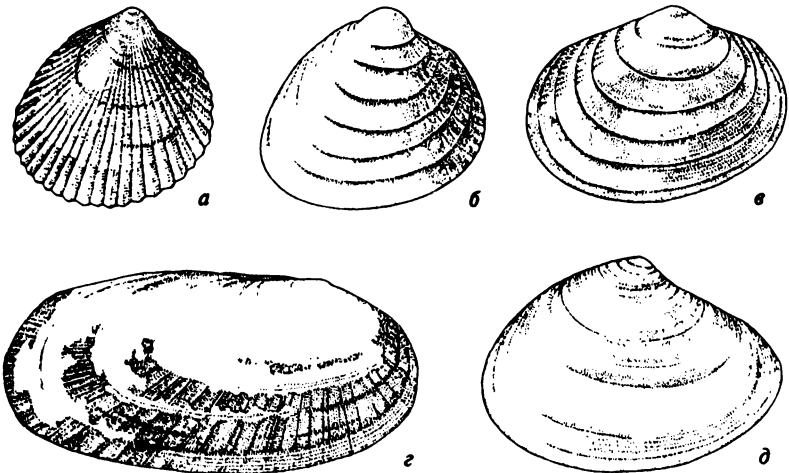


Рис.15. Перспективные виды клэмов, обитающих на Камчатке (а—в, д — по Скарлато [1981]):
а — волосатая сердцевидка *Ciliatocardium ciliatum* ($\times 0,5$); б — гренландская сердцевидка *Serripes groenlandicus* ($\times 0,6$); в — сердцевидка Лаперуза *Serripes laperousi* ($\times 0,4$); г — острый клэм *Siliqua alta* ($\times 0,4$); д — прибойный клэм *Maclromeris polynima* ($\times 0,4$)

одинаковой величины и пластинчатые боковые зубы. Лигамент наружный. Мантийная линия без синуса.

Раковина в о л о с а т о й с е р д ц е в и д к и округло-овальная или треугольно-овальная. Ее поверхность покрыта четкими радиальными ребрами (рис. 15а), которые в поперечном сечении треугольные, с острым килем на поверхности. Наружный слой серовато-коричневого цвета, морщинистый. На правой створке помимо подмакушечных зубов имеются два передних и один задний боковые зубы, на левой — по одному переднему и заднему боковому зубу [Скарлато, 1981].

Раковина г р е н л а н д с к о й с е р д ц е в и д к и овально-треугольная, ее задний край в месте перехода в нижний оттянут (рис. 15б). Радиальные ребра сохраняются только в задней и реже — в передней части раковины. Наружный слой серовато-желтый или коричневый. Часто сквозь него просвечивают зигзагообразные линии оранжевого цвета. На обеих створках помимо подмакушечных зубов имеется по одному переднему и заднему боковому зубу. С возрастом зубы замка сглаживаются и могут полностью исчезнуть [Скарлато, 1981].

С е р д ц е в и д к а Л а п е р у з а отличается от гренландской только формой раковины (рис. 15в): задний край в месте перехода в нижний равномерно закруглен, отчего раковина выглядит овальной. Чаше встречаются особи с коричневым периостракумом [Скарлато, 1981].

Раковина о с т р о г о к л э м а удлинненно-овальная, ее верхний и нижний края слабо вогнуты и почти параллельны (рис. 15г). Наружный слой блестящий, зеленовато-желтый или зеленовато-коричневый. Макушки смещены к переднему краю и почти не выступают. Лигамент наружный, на специальных выступах. Замочная площадка и подмакушечные зубы развиты слабо. На внутренней поверхности створок имеется радиальный валик, идущий от макушек перпендикулярно спинному краю. Мантийная линия с неглубоким широким синусом [Скарлато, 1981].

Раковина п р и б о й н о г о к л э м а треугольно-овальная, крепкая. Ее передняя часть сужена по вертикали и значительно уже задней (рис. 1в, 15д). Макушки острые, выступающие. Наружный слой, если он имеется, серовато-коричневый. Замочная площадка мощная. Наружный лигамент слабый, внутренний — хорошо развит, помещается в глубокой треугольной ямке. В левой створке имеется один раздвоенный лямбдовидный зуб, в правой — два подмакушечных зуба. Боковые зубы на правой створке парные, на левой — одиночные, расположены спереди и сзади от макушки. Мантийная линия с развитым синусом [Скарлато, 1981].

Размеры

Средние и максимальные размеры клэмов, собранных в прикамчатских водах указаны в таблице 6. Наиболее мелкой является волосатая сердцевидка, а наиболее крупными — острый и прибойный клэмы.

Распространение в Мировом океане

На Дальнем Востоке обитает два подвида волосатой сердцевидки: охотоморский *S.ciliatum ochotense* и чукотский *S.ciliatum tchukchense*. Первый обитает в Охотском море (кроме побережья Курильских островов), а второй — от тихоокеанского побережья острова Хонсю и Южного Приморья до Берингова пролива, включая остров Хоккайдо и Восточный Сахалин, Курильские, Командорские и Алеутские острова; по американскому побережью этот подвид обитает от юго-восточной части Чукотского моря к югу до побережья штата Вашингтон [Кафанов, 1991].

Гренландская сердцевидка в азиатской части Тихого океана обитает от острова Хонсю и Южного Приморья до Берингова пролива, включая острова Хоккайдо, Сахалин, Охотское море, Курильские, Командорские и Алеутские острова; в американской его части — от Берингова пролива к югу до Сан-Диего; в Атлантическом океане — от полуострова Лабрадор к югу до мыса Кейп-Код (Северная Америка); в Северном Ледовитом океане — от Баренцева до Чукотского моря, в море Бофорта, в Канадской Арктике, у южной части Гренландии и Исландии [Скарлато, 1981; Кафанов, 1991].

Сердцевидка Лаперуза распространена от Южного Приморья до Берингова пролива, включая острова Хоккайдо, Сахалин, Охотское море, Курильские, Командорские и Алеутские острова; по американскому побережью — от юго-восточной части Чукотского моря (мыс Барроу) к югу до 57°с.ш. (Ситка) [Скарлато, 1981; Кафанов, 1991].

Острый клэм распространен от Южного Приморья и Северного Хонсю (Японское море) до Берингова пролива, включая острова Хоккайдо, Сахалин, Охотское море, Курильские, Командорские и Алеутские острова; по американскому побережью — от восточной части Чукотского моря (мыс Крузенштерна) к югу до залива Кука и острова Кадьяк [Скарлато, 1981; Кафанов, 1991].

Прибойный клэм обитает от острова Хонсю до Берингова пролива, включая Хоккайдо, Сахалин, Охотское море, Курильские, Командорские и Алеутские острова; по американскому побережью — от моря Бофорта (западнее дельты реки Маккензи) до Берингова пролива и далее на юг до Сан-Диего [Скарлато, 1981; Кафанов, 1991].

Образ жизни. Все пять видов по способу питания являются типичными фильтраторами и ведут малоподвижный образ жизни. Обитают на открытом побережье и предпочитают селиться на песчаных или илисто-песчаных грунтах. Сердцевидки и прибойные клэмы зарываются в грунт неглубоко (рис. 3м), в то время как острый клэм может зарываться на глубину до 10 см.

Размножение и поолнение. Гонадный цикл сердцевидок не изучен. В 1985 г. личинки были отмечены в планктоне Авачинской губы во второй половине августа — начале сентября.

Гонадный цикл острого клэма также не изучен. Личинок находили в планктоне в августе — первой половине сентября. Наибольшая плотность в Авачинской губе была зарегистрирована 1 сентября 1985 г. — 19 экз./кв.м. На основании этих данных можно предположить, что нерест происходит во второй половине лета.

Для аляскинских популяций американского вида *Siliqua patula* половое созревание наступает, как правило, на третий год жизни (65% особей). Соотношение полов близко к 1:1. Плодовитость самок сильно зависит от размеров и варьирует от 0,3 до 118 млн. яиц на самку [Nickerson, 1975].

Личинки *S.patula* пребывают в планктоне 3-4 недели [Bourgne, 1986]. Оседание происходит при длине раковины 350-375 мкм [Breese, Robison, 1981]. После метаморфоза молодь зарывается в песок, однако сохраняет способность к горизонтальным миграциям, в то время как взрослые особи способны только к вертикальным перемещениям [Amos, 1966]; скорость зарывания в песок достигает 60 см/мин [Bourgne, 1986].

В первый год жизни смертность молоди *S.patula* достаточно высока [Amos, 1966]. Например, в Британской Колумбии за год от первоначальной плотности 128-361 экз./кв.м остаются единицы [Bourgne, Quayle, 1970].

Прибойные клэмы на Аляске нерестятся в июле-августе [Hughes, Bourgne, 1981]. В Авачинской губе личинок находили в августе-сентябре. Первые особи становятся половозрелыми в 5 лет (до 10%), а 100%-ная половозрелость достигается к 8 годам [Hughes, Bourgne, 1981].

Максимальная плотность молоди в возрасте около 1 года была зарегистрирована в Кроноцком заливе на глубине 45 м и составляла 120 экз./кв.м. Плотность моллюсков возраста около двух лет в Авачинском и Кроноцком заливах варьировала от 4 до 12 экз./кв.м.

Для взрослых моллюсков смертность низкая, для аляскинской популяции коэффициент смертности был равен 0,19.

Рост и продолжительность жизни. У всех видов хорошо различимы годовые линии нарастания на поверхности раковины. Для проверки точности метода несколько

экземпляров были продольно распилены: метки на распилах были идентичны линиям нарастания. Поскольку оба метода дали сходные результаты, было принято, что подсчет колец нарастания на наружной поверхности раковины адекватно отражает скорость роста моллюсков и их возраст.

Наиболее высокие темпы роста отмечены для сердцевидки Лаперуза (рис. 16а): до 5 см раковина дорастает в среднем за пять лет. Медленнее всех растет волосатая сердцевидка, достигающая этих размеров в среднем за десять лет. Для европейской сердцевидки (*Cerastoderma edule*) промысловым размером считается длина раковины 3 см. Камчатские сердцевидки дорастают до этой длины за 3-5 лет. Максимальная продолжительность жизни различных видов указана в таблице 6.

Т а б л и ц а 6

Средние и максимальные размеры взрослых клэмов на побережье Камчатки

Вид	Длина раковины взрослых особей (мм)	Максимальные размеры (мм)	Возраст наибольших особей (лет)	Место сбора наибольших экземпляров
<i>C.ciliatum</i>	49-55	62×61	21	Восточнее о. Карагинский
<i>S.groenlandicus</i>	50-74	77×64 108×90*	13 12	Кроноцкий зал., м. Лопатка
<i>S.laperousi</i>	50-80	88×68 96×81*	7 7	Авачинский зал., м. Лопатка
<i>S.alta</i>	70-100	152×77	неизвестен	п-в Камчатка (лит. данные)
<i>M.polynima</i>	60-80	87×68 145×111*	19 неизвестен	Авачинский зал., Командорские о-ва (лит. данные)

* Пустые створки

На западном побережье Камчатки за 10-12 лет острый клэм достигает 115 см, а на восточном побережье он вырастает до этой длины в среднем за 8 лет. Для американского вида (*Siliqua patula*) промысловой считается длина раковины 9 см. Для достижения этих размеров моллюскам с Западной Камчатки требуется 7-9 лет, а на Восточной Камчатке — 5-6 лет; на Аляске *S.patula* достигает этой длины в среднем за 3,5 года [Nickerson, 1975].

Прибойный клэм на Камчатке вырастает до 5 см в среднем за 7-8 лет, в то время как на Аляске это происходит за 4-5 лет (рис. 16). Максимальный возраст живых экземпляров, собранных на Камчатке, не превышал 20 лет, однако на Командорских островах была найдена створка моллюска длиной 115 см в возрасте 47 лет.

Расчеты, проведенные американскими учеными (оценивалась возрастная структура популяции, темпы роста, соотношение между массой створок и мягких частей), показали, что при запасе 329 179 т

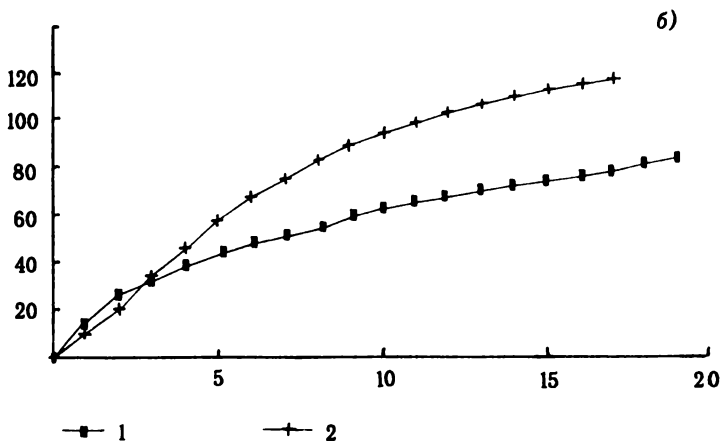
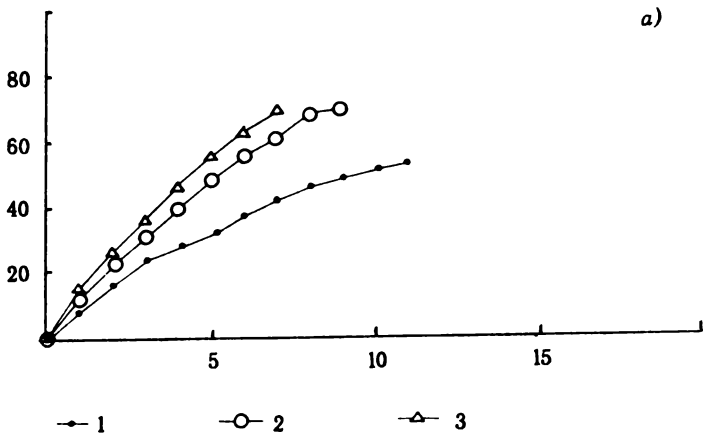


Рис.16. Кривые роста сердцевидок и клэмов:
 а — Авачинский залив: 1 — *C.ciliatum*, 2 — *S.groenlandicus*; 3 — *S.laperousi*; б —
 в — *M.polynima*: 1 — Авачинский залив, 2 — Аляска (по Hughes, Bourne [1978])

можно добывать 25 017 т клэмов в год, это даст 9256 т подсушенного мяса.

Распределение на Камчатке. Взрослые сердцевидки отмечены в диапазоне глубин 45-140 м. Волосатые сердцевидки предпочитают селиться на илесто-песчаных грунтах, сердцевидки рода *Serripes* селятся главным образом на песчаных, реже — на илесто-песчаных и смешанных грунтах.

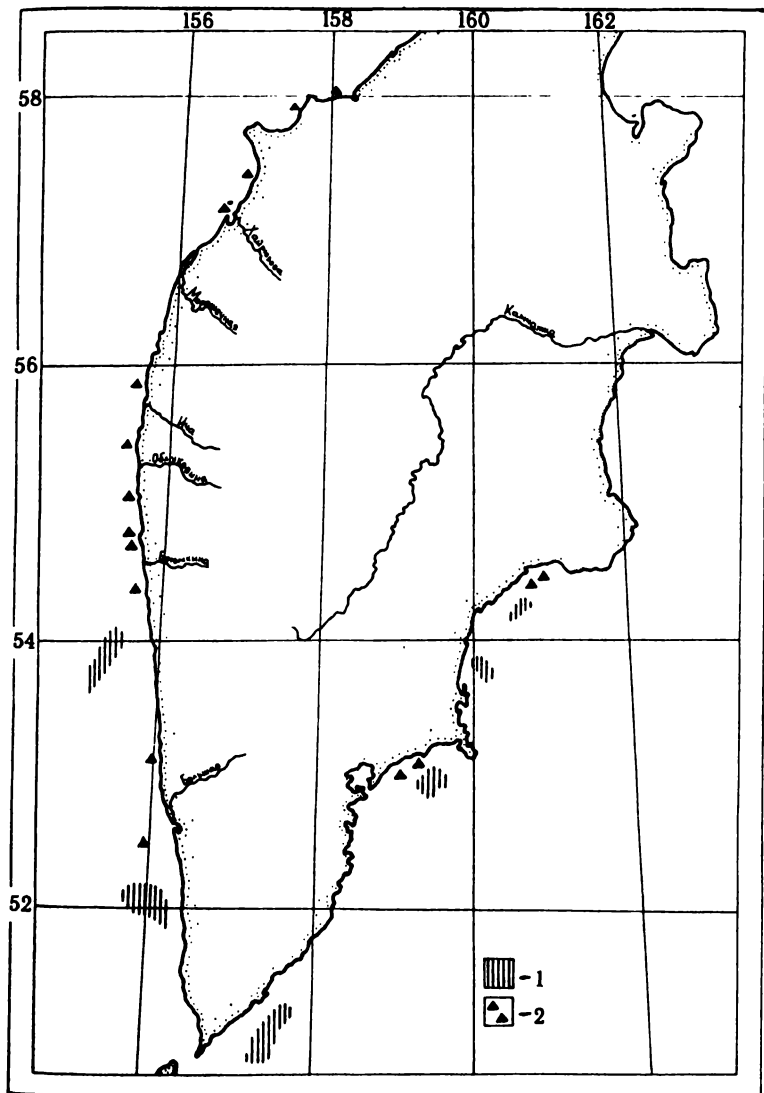


Рис.17. Районы предполагаемых скоплений клэмов на Камчатке (частично по Савилову [1961]; Кузнецову [1963]; Нейман [1969]; Залесской [1969]):
 1 — сердцевидки; 2 — прибойный клэм

Предварительные исследования, проведенные в 1988 г. на СРТР «Назаровск», позволили обозначить четыре скопления в Авачинском и два в Кроноцком заливе (рис. 17):

два скопления, представленные исключительно сердцевидкой Лаперуза отмечены в квадратах $52^{\circ}50'-52^{\circ}55'$ с.ш. $159^{\circ}45'-159^{\circ}50'$ в.д. и $53^{\circ}02'-53^{\circ}05'$ с.ш. $159^{\circ}31'-159^{\circ}35'$ в.д. на глубинах 55-68 м на песчаном грунте;

скопление волосатой сердцевидки отмечено в квадрате $52^{\circ}50'-52^{\circ}59'$ с.ш. $159^{\circ}38'-159^{\circ}45'$ в.д. на глубине 90-125 м на илисто-песчаном грунте;

достаточно обширное смешанное скопление отмечено в квадрате $52^{\circ}45'-53^{\circ}00'$ с.ш. $159^{\circ}25'-159^{\circ}32'$ в.д.; нижняя (южная) граница скопления неизвестна, верхняя — изобота 110 м; грунт илисто-песчаный и смешанный, в скоплении преобладает волосатая сердцевидка, встречаются также гренландская и замечательная сердцевидки;

в квадрате $54^{\circ}10'-54^{\circ}15'$ с.ш. $160^{\circ}20'-160^{\circ}30'$ в.д.; юго-восточная и северо-западная границы скопления неизвестны, глубина 60-130 м, грунт песчаный и илисто-песчаный, в скоплении отмечены сердцевидка Лаперуза, волосатая и замечательная;

в квадрате $53^{\circ}40'-53^{\circ}55'$ с.ш. $159^{\circ}50'-160^{\circ}15'$ в.д.; северная и западная границы неизвестны, глубина 45-100 м, грунт песчаный и илисто-песчаный, отмечены волосатая и гренландская сердцевидки.

В Кроноцком заливе плотность волосатой сердцевидки на глубине 110-119 м составляла 4 экз./кв.м (дочерпатель «Океан»), гренландской (молодь длиной 21-30 мм) на глубине 75 м — 16 экз./кв.м. По другим видам количественных данных нет.

По литературным данным, скопление волосатой сердцевидки со средней биомассой 42 г/кв.м существует южнее Авачинского залива на глубине 100-150 м, а скопление сердцевидки Лаперуза (биомасса не указывается) — на юго-западном побережье в районе поселков Озерновский и Усть-Большерецкий (рис. 17).

Несмотря на то что приведенные данные являются очень приближительными, они свидетельствуют о том, что скопления сердцевидок на камчатском шельфе существуют, то есть данные виды можно рассматривать как перспективные.

Острый клэм на западном побережье Камчатки обитает на глубинах 4-25 м. Селится преимущественно на песчаном грунте, где достигает значительного развития. На побережье Восточной Камчатки, судя по многочисленным створкам в береговых выбросах, этот вид также обитает на мелководье. О распределении его известно только по литературным данным [Савилов, 1961; Нейман, 1965; 1969; Залесская, 1969]. Они свидетельствуют о том, что вдоль всего западного побережья от мыса Лопатка до южной части залива Шелихова тянутся сплошной полосой поселения этого вида. Биомасса острого клэма в этих поселениях в среднем составляет 650 г/кв.м (а скорее всего даже больше, поскольку у наиболее глубоко сидящих моллюсков дочерпатель улавливал только сифоны) на 4-10 м и 580 г/кв.м

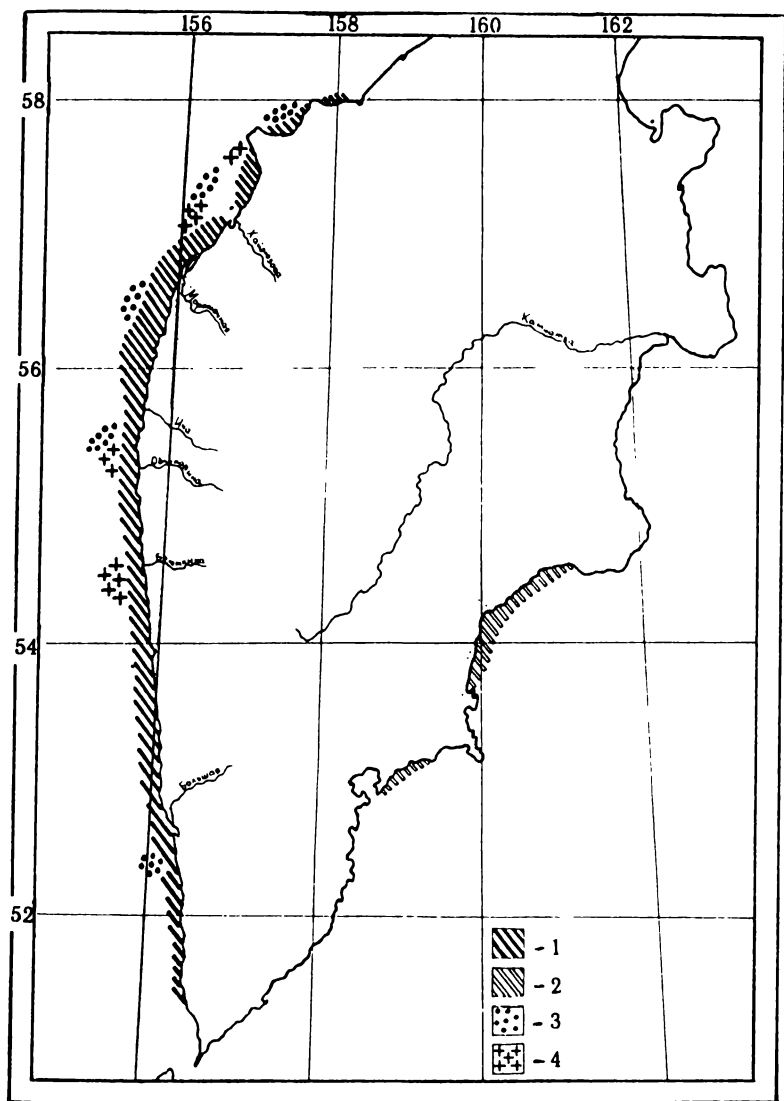


Рис.18. Районы предполагаемых скоплений клэмов на Камчатке:
 1 — острый клэм (по Нейман [1969]); 2 — острый клэм (по косвенным данным; береговые выбросы); 3 — розовая теллина (по Савилову [1961]; Нейман [1969]); 4 — мяя (по Савилову [1961]; Нейман [1969])

на глубине 10-21 м. В отдельных районах биомасса этого вида вместе с двумя сопутствующими — розовой теллиной и обрубленной мией — достигает 2 кг/кв.м. Наибольшего развития поселения острого клэма достигает в районах, примыкающих к устьям рек (Хайрюзова, Ича, Облуковина, Морошечная и др.). Эти поселения могут прерываться гравийно-галечными грунтами, а также пятнами, образуемыми плоским морским ежом *Echinarachnus parma*, который также селится на песчаном грунте.

О распределении этого вида на восточном побережье практически ничего не известно, но судя по многочисленным створкам и даже живым экземплярам, которых находили на песчаных пляжах Авачинского и Кроноцкого заливов, можно ожидать, что и здесь биомасса острого клэма является достаточно высокой (рис. 18).

Приведенные данные указывают на то, что скопления острого клэма на Камчатке существуют и запасы этого вида достаточно большие. Поэтому его также можно рассматривать как перспективный вид.

Взрослые моллюски прибойного клэма отмечены в диапазоне глубин 10-55 м на песчаном грунте. В Авачинском заливе они зафиксированы западнее 159°20'в.д. (рис. 18), однако скоплений не обнаружено (возможно, из-за небольшого числа станций в данном районе на данных глубинах). В Кроноцком заливе отмечено скопление в северо-западной части (рис. 196). Высокая биомасса этого вида (140 г/кв.м) указана для Олюторского залива. Очень много створок найдено в штормовых выбросах на песчаном пляже вблизи села Никольского (остров Беринга, Командорские острова).

На западном побережье скопление со средней биомассой 50 г/кв.м отмечено в районе мысов Хайрюзова и Южный, еще одно скопление указано для района рек Облуковина и Морошечная. Кроме того, отмечено, что прибойный клэм в значительном количестве встречается вместе с острым клэмом и плоским морским ежом [Савилов, 1961; Залесская, 1969; Нейман, 1969].

Большие скопления этого вида имеются в восточной части Берингова моря, например, у северного побережья полуострова Аляска запасы составляли 329 179 т [Hughes, Bourne, 1969].

Приведенные данные свидетельствуют о том, что к настоящему времени распределение прибойного клэма изучено мало, но поскольку существуют намеки на существование скоплений, этот вид также можно рассматривать как перспективный.

Использование и переработка

М и р о в о й в ы л о в. В 1990 г. общий вылов клэмов составил 1 488 163 т. Однако доля рассматриваемых видов в этой цифре ничтожна, так как большая часть приходится на виды, не обитающие на Камчатке. Так, из 24 330 т вылавливаемых сердцевидок 15 830 т приходится на европейскую *Cerastoderma edule* (в сводке

ФАО как *Cardium edule*), а для остальных 8500 т видовой состав не указан. Вылов американского острого клэма *Siliqua patula* в 1990 г. составил 156 т, а вылов прибойного клэма (в сводке ФАО как *Spisula polynima*) — 3438 т. Европейскую сердцевидку добывают главным образом во Франции (5268 т), Германии (3721 т), Дании (3042 т), Испании и Великобритании. Все 8500 т других сердцевидок добывается в Южной Корее. Вылов прибойного и острого клэмов полностью осуществляется в США [FAO, 1990].

Пищевая ценность. По качеству мясо сердцевидок и клэмов не уступает другим двустворчатым моллюскам. Оно малокалорийно, но концентрации белка, йода, железа и других веществ в нем повышены. Наиболее ценными в пищевом отношении являются нога и мускулы-замыкатели, остальные части тела, и в том числе мантия с сифонами, не используются [Mendelsohn, 1978].

Фармакология. Как и другие двустворчатые моллюски, клэмы способны накапливать токсины, содержащиеся в микроводорослях. Они также содержат иммуномодуляторы, гормоны и ферменты. Исследования, выполненные на американском тяжелом клэме (*Mercenaria mercenaria*), позволили получить препарат мерценин, обладающий противоопухолевым действием [Гурин, Ажгихин, 1981]. Не исключено, что аналоги мерценина могут содержаться и в наших видах.

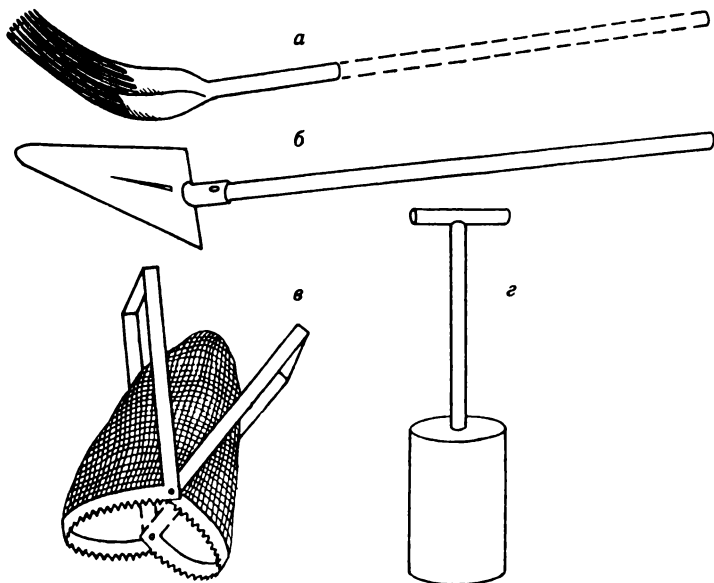


Рис.19. Орудия для ручного сбора клэмов:

a — грабли (по Cheney, Mumford [1986]); *b* — лопата; *v* — пробоотборник Грузова; *z* — ручной дночерпатель

Д о б ы ч а. Существует несколько типов орудий, применяющихся для сбора клэмов. Все они в той или иной степени приспособлены к извлечению моллюсков из грунта.

Наиболее простым орудием сбора является лопата (рис. 19г). От обычной штыковой она отличается более узким и более длинным лезвием. Используется для добывания клэмов в приливо-отливной зоне во время осушки.

Ручной дночерпатель (рис. 19а) представляет собой полый цилиндр, который вбуравливают в грунт с помощью рукоятки. При подъеме он вырезает кусок грунта вместе с зарывшимся моллюском. Используется также для добывания клэмов во время осушки. При сборе моллюсков под водой можно использовать пробоотборник Грузова (рис. 19в), замыкающийся в грунте за счет разведения ручек.

Грабли для сбора моллюсков (рис. 19а) [Cheney, Mumford, 1986] имеют короткую рукоятку и длинные (около 40 см) тонкие зубцы. При копании грунт просеивается между зубцами, а моллюск остается на поверхности инструмента. Прибор весьма эффективен при сборе мелких клэмов, образующих плотные поселения, но малопримоден для сбора моллюсков, которые глубоко зарываются в грунт.

Пневматический эйрлифт представляет собой полый цилиндр, подсоединенный к аквалангу шлангом высокого давления. На верхний конец одевается сетчатый рукав, а свободный нижний приставляется к месту зарывания моллюска. При подаче воздуха под давлением грунт вместе с клэмом поднимается вверх, и моллюск оседает в рукаве. Используется главным образом для спортивного промысла.

Подающаяся по шлангу струя воды гидравлического распылителя (water-jet) вымывает грунт вокруг клэма, которого извлекают из образовавшейся ямки [Cheney, Mumford, 1986].

Т а б л и ц а 7

Степень повреждения прибойных клэмов и эффективность их лова механической драгой со стороны квадрата ячеи 7 см и расстоянием между зубцами 5 см

Длина раковины (мм)	Число неповрежденных моллюсков	Число поврежденных моллюсков	Коэффициент эффективности лова
28	23	0	около 0
42	112	5	около 0
54	87	5	0,04
64	132	13	0,43
76	63	4	0,77
85	33	1	0,93
90	14	1	1,00
94	8	2	1,00
97	17	1	1,00
102	59	5	1,00

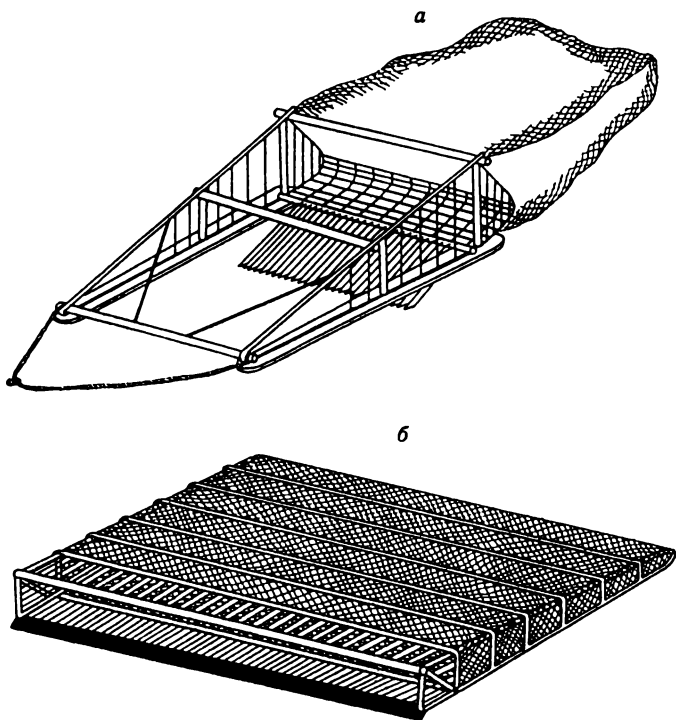


Рис.20. Механические драги для сбора клэмов:
 а — зубчатая драга (по Nasimoto et al. [1983]); б — драга-«этажерка» (по Charuchinada et al. [1990])

Все перечисленные орудия применяются при ручном сборе клэмов и поэтому имеют ряд недостатков, основными из них являются ограниченность глубины (не глубже, чем может работать водолаз) и затраты промыслового времени на поиск, который может быть затруднен ограниченной видимостью, волнением и т.д. В связи с этим более эффективными представляются различные типы драг, позволяющие за короткое время облавливать значительно большие площади.

Наиболее простым орудием сбора является механическая драга. В отличие от гребешковой драги, не приспособленной к глубокому зарыванию, драга для клэмов имеет длинные изогнутые зубья, позволяющие извлекать моллюсков из грунта (рис. 20а). Эффективность вылова [Nashimoto, 1984, 1985; Nashimoto et al., 1983] зависит от размеров моллюсков, качества грунта и глубины зарывания. Под эти характеристики подгоняется конструкция драги. Например, при расстоянии между зубцами в 4 см и длиной стороны квадрата ячеи

5 см прибойные клэмы меньше 4 см не вылавливаются, а моллюски длиной свыше 6,5 см вылавливаются полностью. Очевидно, что для острого клэма, промысловая длина которого составляет 9 см, размер ячей следует увеличить, а для сердцевидок, промысловая длина которых составляет 3 см, его следует уменьшить. Простая в обращении механическая драга удобна при поисковых работах, при добыче клэмов на мягком илисто-песчаном грунте, при сборе неглубоко зарывающихся видов.

Одним из типов механической драги является драга-«этажерка» (рис. 20б), также используемая для лова неглубоко зарывающихся клэмов.

Серьезным недостатком механической драги является повреждение моллюсков зубцами. Например, при работе с прибойными клэмами было установлено, что доля поврежденных моллюсков может достигать 25% (табл. 7); по другим данным, эта величина достигает 90% [Smolowitch, Nulk, 1982]. Кроме того, несмотря на длинные зубцы, такие драги плохо ловят глубоко зарывающихся моллюсков. Поэтому в последнее время механические драги все более вытесняются гидравлическими орудиями лова, которые работают более эффективно.

Среди этой группы орудий выделяют гидравлические грабли, гидравлические эскалаторы и несколько типов гидравлических драг.

Гидравлические грабли [Bougne, 1967] применяются при сборе клэмов у уреза воды или в приливо-отливной зоне во время прилива. В отличие от механических граблей к ним присоединен шланг, по которому подается вода, накачиваемая помпой, установленной в лодке. Струя воды проходит через насадку с шестью соплами и разрыхляет грунт, облегчая выкапывание клэмов. Буксировка граблей осуществляется вручную самим сборщиком.

Дальнейшим усовершенствованием гидравлических граблей является эскалатор [Adkins et al., 1983]. Вымытые из грунта клэмы подаются на бегущую ленту, которая транспортирует их к поверхности. Применение существующих моделей ограничено глубиной 8 м.

Гидравлические грабли и эскалаторы используются главным образом в бухтах [Chenev, Mumford, 1986], где не бывает сильных штормов, так как при сильном волнении (или океанической зыби) их эффективность снижается. Поэтому в условиях открытого побережья Камчатки, где почти круглый год присутствует океаническая (или охотоморская) волна, их использование при современном уровне знаний о распределении клэмов не представляется эффективным. Поэтому основным орудием лова должны стать гидравлические драги. Среди данной группы можно выделить драги с подачей клэма на борт судна и драги, снабженные садком, куда попадают собранные моллюски.

К первому типу относится драга Ольсена (рис. 21а), снабженная в задней части широким (диаметр 100 мм) шлангом, с помощью которого происходит отсасывание моллюсков на талубу. Очевидно,

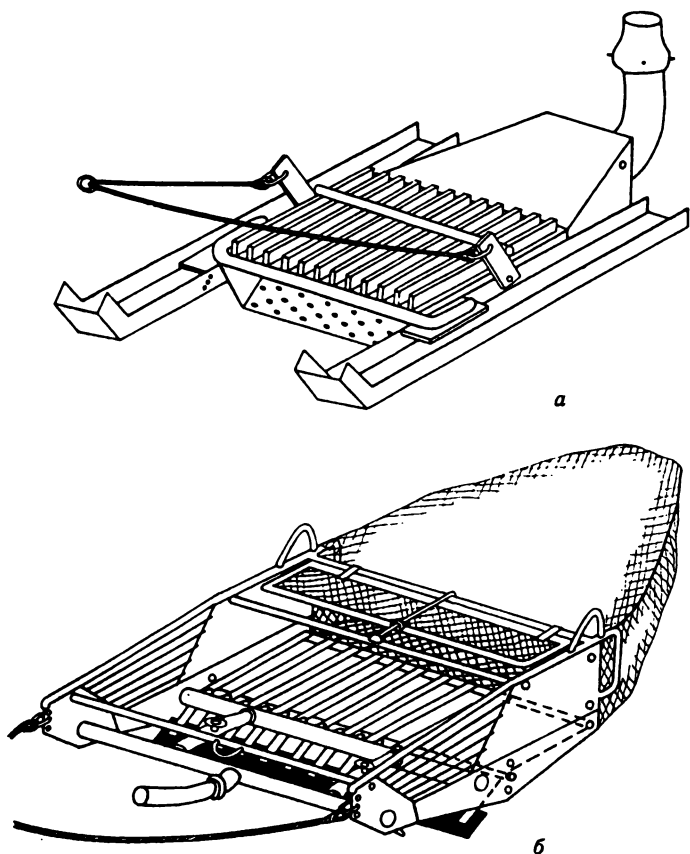


Рис.21. Легкие гидравлические драги:
 а — Ольсена; б — Рэббита (по Michael et al. [1990])

что такая драга весьма сходна с гидравлическим эскалатором и поэтому малопригодна для работы в открытом море: качка препятствует устойчивому контакту с дном, а осадки и эпифауна часто засоряют отверстия подающего шланга. Эти выводы были сделаны во время испытаний, проведенных в Новой Зеландии. Вместе с тем при работе в закрытых бухтах, особенно на чистых песчаных грунтах, драга успешно зарекомендовала себя [Michael et al., 1990].

В той же серии испытаний весьма эффективным оказалось применение драги Рэббита (Rabbit dredge), широко используемой в Японии [Nashimoto, Motoya, 1985; Michael et al., 1990]. Драга сделана из нержавеющей стали. В ее конструкцию (рис. 21б) помимо корпуса входят два патрубкa с соплами для выхода струй воды, фильтрующая

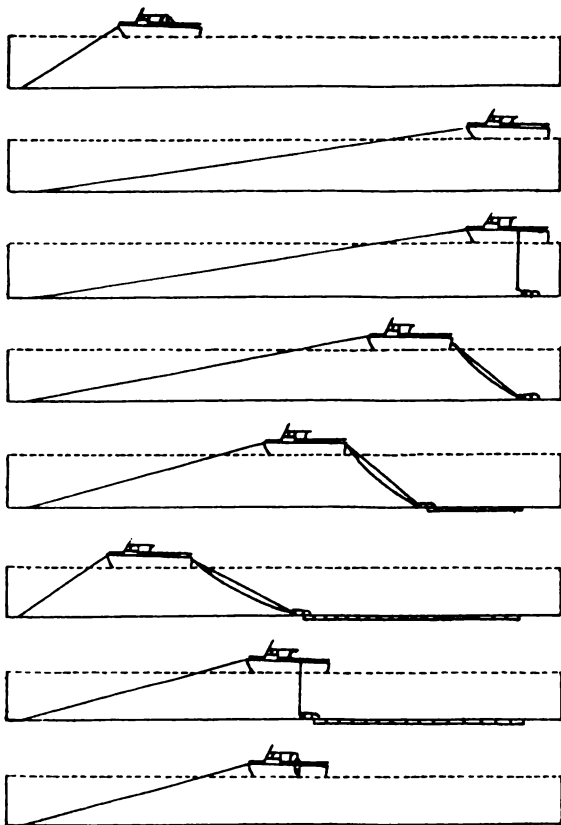


Рис.22. Последовательность операций при работе с драгами Ольсена или Рэббита (по Michael et al. [1990])

решетка, передняя часть которой загнута вниз, образуя лезвие драги, съемная верхняя рама, препятствующая вымыванию выловленных моллюсков. На заднюю часть корпуса одевается кутец. Линейные размеры каркаса указаны в таблице 8. Углы наклона сопел на каждом патрубке могут регулироваться за счет их вращения. Фильтрующая решетка изготовлена из нержавеющей прутьев длиной 53 см, передние 20 см каждого прута загнуты под углом 45° , формируя основу лезвия.

Принцип работы драги заключается в следующем: вода, подающаяся с борта судна под давлением (для сопла диаметром 19 мм оно

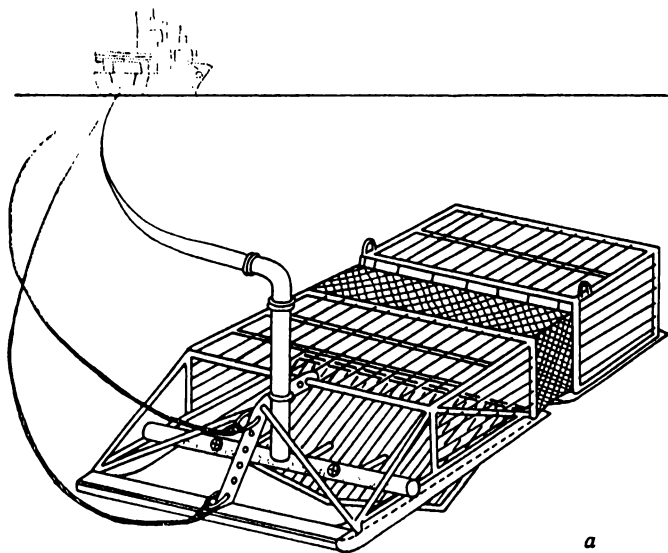
составляет 16,8 кПа), с силой выходит через сопла переднего патрубка и разрыхляет землю перед лезвием, тем самым облегчая извлечение моллюсков из грунта. Вода, выходящая через задний патрубок, смывает грунт с драги, очищая моллюсков и способствуя более быстрому ее движению.

Буксировка драги осуществляется при вытравленном якорю и включает в себя несколько этапов (рис. 22). Подача воды регулируется с помощью дроссельной заслонки на насосе и при изменении диаметра отверстий на подающем шланге и трубе, соединяющей передний и задний патрубки. При оптимальных параметрах эксплуатации (табл. 8) эффективность лова составляла 63%, а вместе с моллюсками, которые по разным причинам выпали из драги, — 99%. Следует, однако, подчеркнуть, что эффективность драги сильно зависит от конкретных условий — рельефа дна, типа грунта, волнения, скорости подводных течений; поэтому для каждого конкретного случая оптимальные параметры подбираются методом проб и ошибок, но в целом они близки к значениям, данным в табл. 8.

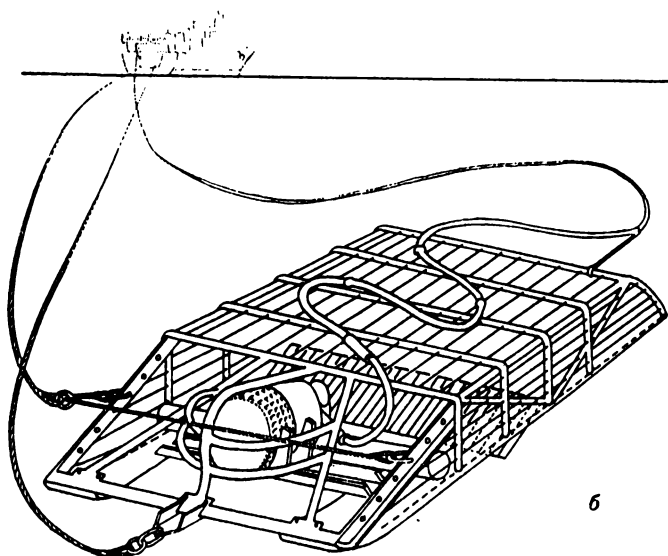
Т а б л и ц а 8

Основные характеристики и некоторые оптимальные параметры эксплуатации трех видов гидравлических драг

Характеристики	Типы драг		
	Рэббита	североамериканская с надводным насосом	североамериканская с подводным насосом
Масса, кг	87,0	1360	6180
Длина, м	2,06	4,65	6,2
Ширина, м	1,30	1,80	2,1
Ширина лезвия, м	1,30	1,22	1,52
Глубина зарывания лезвия, см	18,00	20-23	20-23
Кутец	съемный из дели	стационарный металлический	стационарный металлический
Число патрубков	2	1	1
Максимальная глубина, м	25-35	55	до 110
Оптимальные параметры			
Угол наклона лезвия и роющих сопел	45°	45°	45°
Расстояние между лезвием и роющими соплами, см	70	90	не указано
Соотношение между длиной вытравленного буксировочного конца и глубиной	3:1	3:1	(1,6-3):1
Оно же для вытравленного шланга	не указано	7:1	не указано
Скорость буксировки драги, узел	0,25	0,5-1	1,5



a



б

Рис.23. Тяжелые гидравлические драги:
a — с насосом на борту ; *б* — с подводным насосом (по Smolowitch, Nulk [1982])

Помимо драги Рэббита применяют гидравлическую драгу для клэмов (North East Fisheries Centre (NEFC) hydraulic clam dredge), получившую распространение в США, где ею промышляют главным образом прибойных клэмов [Smolowitch, Nulk, 1982; Meyer et al., 1986]. Такая драга имеет только один патрубок, а вместо кутца используется металлическая клетка (рис. 23а). Для удобства буксировки корпус драги устанавливается на металлические полозья шириной около 30 мм (12 дюймов) каждый. Крепление лезвия осуществляется с помощью двух пружин, позволяющих ему обходить плотные участки грунта (камни, глину и т.д.). Кроме наиболее распространенной 1,2-метровой драги (табл. 8) на восточном побережье США используют драгу шириной 2,12 м — для подачи воды требуется два насоса и два шланга.

Дальнейшее усовершенствование заключается в переносе насоса непосредственно на драгу (рис. 23б), что позволяет избежать потери энергии, достигающие 25%, и избавляет от необходимости работы с громоздким шлангом. Опыты, проведенные в США на судах «Delaware-1» и «Delaware-2», показали, что уловистость драги от этого не меняется и при оптимальных параметрах эксплуатации достигает 90-95% [Smolowitch, Nulk, 1982].

В отличие от драги Рэббита эксплуатация тяжелых североамериканских драг требует установки дополнительного оборудования на борт судна. В частности, для драги с подводным насосом предусмотрена система из двух рельсов, установленных на наклонной плоскости и спускающихся через аппарат до уровня воды. Опускание драги происходит за счет сползания под собственным весом, а подъем — за счет подтягивания троса, пропущенного через блоки, установленные на кормовой лебедке.

Очевидно, что гидравлическая драга, оставляя за собой глубокий след, оказывает влияние на окружающую экосистему. С этой целью при испытаниях драги был организован водолазный контроль. Исследования, проведенные в США и Новой Зеландии, показали, что оставляемый след замывается за 24 часа, а ущерба макрофауне практически не наносится (за исключением вылова животных, попадающих под лезвие). К сожалению, не были выполнены работы по изучению влияния драги на средние и мелкие организмы, обитающие в сообществах песчаного грунта, и поэтому их проведение является крайне необходимым.

Из вышесказанного следует, что для эксплуатации гидравлической драги требуются определенные навыки и существенные энергетические затраты. Кроме того, ее применение ограничено областью плотных песчаных грунтов, так как при работе на камнях ее можно повредить, а для работы на мягких илистых грунтах достаточно использовать механическую драгу. Поэтому ее использование в качестве орудия лова целесообразно только после выяснения типа грунта и оконтуривания скоплений клэмов.

К у л ь т и в и р о в а н и е. Ни один из рассматриваемых в данной работе видов в настоящее время не культивируется. Однако некоторые другие виды, в частности американский тяжелый клэм (*hard-clam*) *Mercenaria mercenaria*, культивируются весьма успешно [Bourne, 1986 и др.]. Культивирование клэмов основано на выращивании молоди непосредственно на грунте или в специально оборудованных бассейнах. Необходимыми условиями такого выращивания являются проточная аэрируемая морская вода, поддержание температурного режима и организация подкормки планктонными водорослями.

Существует несколько способов получения молоди. Один из них заключается в сборе молоди на побережье с помощью пневматического эйрлифта и дальнейшем ее перемещении в район культивирования [Westley et al., 1990]. Еще один способ заключается в стимулировании нереста у заранее отобранных особей и получении личинок в искусственных условиях. Личинок выпускают в бассейн или доводят до оседания, после чего также переносят в бассейн [Loosanoff, Davis, 1963 и др.], об особенностях устройства таких хозяйств полноциклического типа подробно рассказано в сводке А.В.Супруновича [1988].

П е р е р а б о т к а. Первичная переработка заключается в отделении мягкого тела от створок. Это может быть достигнуто путем механического измельчения раковины либо ее бланшировки горячей водой или паром. Например, обитающую в Приморье мактру варят в кипящем 3%-ном солевом растворе в течение 10-20 мин (в зависимости от размера моллюсков), в паровом ящике (при 98°C) 10-18 мин, в автоклаве обрабатывают паром в течение 8-12 мин. Обработка паром более предпочтительна, так как вызывает меньше негативных изменений в мясе (снижение вкусовых качеств, потемнение и т.д.). В последнее время получила развитие обработка СВЧ-излучением. Для этой цели используют микроволновые аппликаторы мощностью 5 кВт с энергией излучения 2450 мгц. При облучении моллюсков происходит размягчение мускулов, створки открываются, и тем самым облегчается извлечение мяса из раковины. Было подсчитано, что при использовании СВЧ-энергии затраты на получение мяса устриц снижаются с 0,423 до 0,325 доллара в час. При этом никакого ухудшения качества мяса не происходит. Отделение мяса от висцеральной массы осуществляется вручную [Борисочкина, 1988; Трухин, Комиссарова, 1988].

При невозможности быстрой обработки (например, в условиях сбора на судне) моллюсков можно поместить в контейнеры и периодически поливать забортной водой, что обеспечит их сохранность в течение 1-2 дней. При наличии морозильных установок клэмов можно заморозить в трюме. За рубежом часто используют сверхбыстрое замораживание с помощью жидкого азота: при таком способе потери тканевой жидкости (клеточного сока) во время дефростации сильно снижаются.

Полученное мясо либо консервируется, либо транспортируется и хранится в подмороженном виде. Выделяющийся при обработке клеточный сок используется для изготовления различных подливок и соусов [Mendelsohn, 1978].

Если моллюски добываются в загрязненных районах, то перед обработкой их следует выдержать в чистой обеззараженной воде в течение 48 ч при температуре 10°C. Это необходимо, чтобы избежать таких заболеваний, как брюшной тиф, сальмонеллез, гастроэнтерит, заражения колиформными бактериями и др., которые могут накапливать моллюски, обитающие вблизи больших городов. Если для данного района характерны «красные приливы», то необходима проверка на токсичность. Максимально допустимая концентрация составляет 80 мкг/г веса тела. Для разных видов величина уровня токсичности может варьировать. Так, исследования, проведенные в 1977 г. на прибойном, остром клэмах и сердцевидке Лаперуза показали, что в августе-сентябре 1977 г. токсичность мяса прибойного клэма не превышала максимально допустимого уровня, в то время как в висцеральной массе у некоторых моллюсков она была высокой (до 1000 мкг/г); в теле сердцевидки Лаперуза токсины отсутствовали; для острого клэма токсичность была отмечена во всех пробах и варьировала от 41 до 92 мкг/г в мясе и — от 135 до 310 мкг/г в висцеральной массе [Hughes, Nelson, 1978].

Раковины клэмов также можно использовать для производства кормовой крупки (величина помола 0,5-5 мм), кормовой муки (величина помола менее 0,5 мм) или, если наряду с помолом раковины налажена обработка непищевого мяса, для изготовления белково-минеральной муки. При невозможности быстрой обработки мясных отходов их можно консервировать с помощью соли (19,5%-ный раствор) или муравьиной кислоты (1,5%-ный раствор) [Трухин, Комиссарова, 1988].

СОПУТСТВУЮЩИЕ ВИДЫ

ГИГАНТСКАЯ ЙОЛЬДИЯ — *Megayoldia thraciaeformis* [Storer, 1838]
(другое название: *Yoldia thraciaeformis*)

Раковина (рис. 3и). Выпуклая, ее задняя часть сильно расширена по вертикали, достигая уровня макушек или превышая его. Наружный слой коричнево-оливковый, у молодых экземпляров светло-оливковый. Макушки выступают умеренно, смещены немного вперед. От них в задне-нижнем направлении идет отчетливая радиальная складка. Замок состоит из многочисленных одинаковых зубов, расположенных спереди и сзади от макушки, под макушкой расположена треугольно-округлая ямка для внутреннего лигамента, покры-

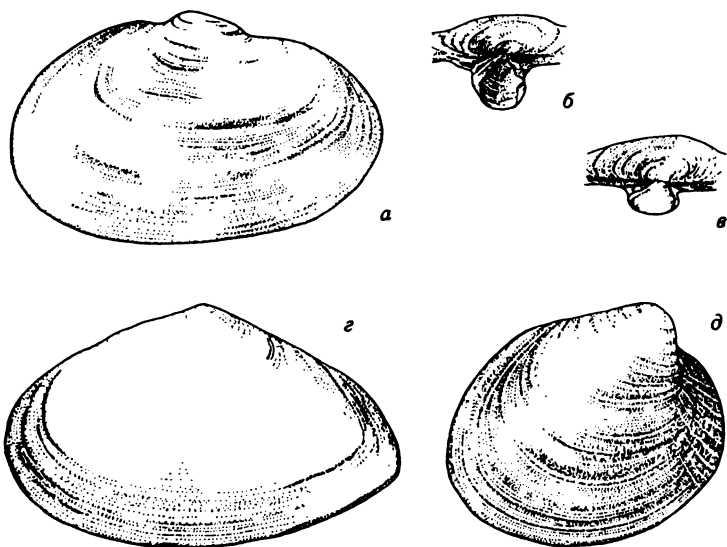


Рис.24. Сопутствующие виды двустворчатых моллюсков, обитающих на Камчатке (по Скарлато [1981]):

а — мя *Mya uzensis* ($\times 0,7$), левая створка; *б* — хондрофор левой створки *M.uzensis*; *в* — хондрофор левой створки мяи *M.truncata*; *г* — розовая теллина *Megangulus luteus* ($\times 0,7$); *д* — замечательная сердцевидка *Yagudinella notabilis* ($\times 0,5$)

тая тонкой радиальной исчерченностью. Мантийная линия с синусом [Скарлато, 1981]. Длина раковины взрослых особей 40-60 мм.

Э к о л о г и я. Встречается на обоих побережьях, однако заметные скопления отмечены только в заливе Шелихова и у Юго-Западной Камчатки. В остальных районах встречается редко. В заливе Шелихова скопления отмечены на глубине 50-90 м, а у Юго-Западной Камчатки — на глубине около 200 м [Савилов, 1961; Нейман, 1969].

По способу питания является собирателем. Предпочитает селиться на илистом и илисто-песчаном грунте.

Районы возможных скоплений этого вида не совпадают с таковыми для перспективных видов, поэтому попадание его в прилов маловероятно, хотя не исключена возможность обнаружения новых поселений этого моллюска.

РОЗОВАЯ ТЕЛЛИНА — *Megangulus luteus* [Wood, 1828]
(другие названия: *Tellina lutea*, *Peronidia lutea*)

Р а к о в и н а (рис. 24 г). Овально-треугольная, наружный слой сероватый или серо-оливковый, обычно сохраняется только в нижней части створок. Макушки выступают отчетливо, занимают

срединное положение или сдвинуты немного вперед. Изнутри створки имеют розовый оттенок. На правой створке различим слабо развитый боковой зуб, расположенный спереди от замковой площадки. Помимо бокового на каждой створке имеются по два подмакушечных зуба, один из которых раздвоен. Мантийная линия с глукоушным синусом одинаковой длины на обеих створках [Скарлато, 1981]. Длина раковины взрослых особей 60-80 мм.

Э к о л о г и я. В Охотском море отмечена на глубинах 5-50 м. Наиболее плотные скопления располагаются в диапазоне глубин 10-20 м на шельфе Северо-Западной Камчатки (рис. 18). Биомасса может достигать 1000 г/кв.м [Нейман, 1965; 1969].

На восточном побережье много створок находили в береговых выбросах на песчаных пляжах Авачинского и Кроноцкого заливов. В Олюторском заливе обитает на глубинах 8-80 м, в диапазоне 40-50 м биомасса достигает 200 г/кв.м.

По способу питания является собирателем-фильтратором. Предпочитает селиться на слабозаиленных песчаных грунтах.

Может попадаться в прилогах вместе с острым и прибойным клэмами, обитающими примерно на тех же глубинах.

ИЗВЕСТКОВАЯ МАКОМА — *Macoma calcarea* [Gmelin, 1790]

Р а к о в и н а (рис. 3к). Удлиненная, овально-треугольная или почти овальная, наружный слой сероватый, сохраняется только у нижнего края створок. Макушки слабо выступают, смещены от середины назад и расположены на границе 2/3 длины раковины. Створки изнутри белые. Подмакушечные зубы такие же, как у *Peronidia lutea*, боковой зуб отсутствует. Мантийный синус левой створки длиннее синуса правой [Скарлато, 1981]. Длина раковины взрослых особей 40-60 мм.

Э к о л о г и я. Вид широко распространен на обоих побережьях (см. табл. 1). Наиболее плотные скопления с биомассой до 700 г/кв.м отмечены в Гижигинской губе залива Шелихова, на западнокамчатском шельфе она не превышает 100 г/кв.м. На восточном побережье особенно широко распространена начиная с северной части Кроноцкого залива и далее на север до Анадырского залива включительно. Наибольшая биомасса — 606 г/кв.м — отмечена в Карагинском заливе. Вид обитает в широком диапазоне глубин (16-591 м), однако скопления образует на 50-80 м на западном побережье и на 40-200 м на восточном [Савилов, 1961; Кузнецов, 1963; Филатова, Барсанова, 1964; Нейман, 1969].

По способу питания является собирателем-фильтратором. Предпочитает селиться на илисто-песчаном грунте.

Крупные экземпляры могут попадаться в прилогах вместе с сердцевидками, главным образом на восточном побережье.

ЗАМЕЧАТЕЛЬНАЯ СЕРДЦЕВИДКА — *Yagudinella notabilis*
[Sowerby, 1915]

Р а к о в и н а (рис. 24д). Округло-треугольная, высота передней части значительно меньше задней. Наружный слой серовато-желтоватый, окрашен примерно так же, как у представителей рода *Serripes*. У переднего и заднего краев имеются следы радиальных ребер. Макушки сдвинуты вперед и сильно наклонены. На каждой створке имеются два примерно одинаковых подмакушечных зуба, у взрослых особей зубы выражены слабо. Мантийная линия без синуса [Скарлато, 1981].

Длина раковины живых экземпляров 50-80 мм. В Авачинском заливе находили пустые створки с максимальной длиной 90-100 мм.

Э к о л о г и я. На западном побережье отмечена только у Юго-Западной Камчатки, сведений о скоплениях нет. На восточном побережье распространена в Авачинском и Кроноцком заливах на глубине 115-140 м; в Корфо-Карагинском встречается редко, глубина обитания 60-180 м. Самостоятельных скоплений не образует.

По способу питания является фильтратором. Предпочитает селиться на илесто-песчаных и смешанных грунтах. Темпы роста достаточно высокие — в Авачинском заливе до 50 мм достигает в среднем за четыре года.

Может попадаться в прилогах вместе с другими сердцевидками.

ОБРУБЛЕННАЯ МИЯ — *Mya truncata* [Linne, 1758]

Р а к о в и н а (рис. 3л; 24в). Овально прямоугольная, задний край резко усечен, производя впечатление обрубленного, наружный слой сероватый. Макушки смещены от середины назад. Зубы замка отсутствуют. На левой створке имеется ложечковидный выступ, где располагается внутренний лигамент. Свободный край выступа при виде сверху почти прямой. На правой створке под макушкой имеется ямка. Мантийная линия с глубоким синусом, который полностью (или более чем наполовину) сливается с мантийной линией [Скарлато, 1981]. Длина раковины взрослых особей 40-70 мм.

Э к о л о г и я. Обитает на глубине 10-80 м. В Охотском море наиболее плотные скопления биомассой до 800 г/кв.м отмечены в районе Северо-Западной Камчатки на глубинах 25-60 м [Савилов, 1961; Нейман, 1965]. На восточном побережье створки находили в береговых выбросах на песчаных пляжах Авачинского залива.

По способу питания является фильтратором. Предпочитает селиться на песчаном и илесто-песчаном грунте. Один из наиболее глубоко зарывающихся видов.

Может попадаться в прилогах вместе с острым и приборным клэмами, а также с сердцевидками.

ОВАЛЬНАЯ МИЯ — *Mya uzensis* [Nomura et Zinbo, 1937]
(другое название: *Mya priapus*)

Р а к о в и н а (рис. 24а,б). Отличается от предыдущего вида овальной формой, с закругленным задним краем [Скарлато, 1981].

Э к о л о г и я. Обитает на глубине до 20 м. Сведения о распространении на западном побережье отсутствуют. На восточном побережье многочисленные створки находили в береговых выбросах на песчаных пляжах Авачинского залива.

По способу питания является фильтратором. Предпочитает селиться на илисто-песчаном грунте. Как и предыдущий вид, вероятно, может попадаться в приловах вместе с острым и прибойным клэмами.

Г л а в а 5. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ НА КАМЧАТКЕ

Регулирование промысла

Необходимость регулирования промысла обусловлена двумя обстоятельствами. Во-первых, в настоящее время разведанные запасы являются достаточно ограниченными, и их интенсивная эксплуатация неизбежно приведет к необратимому снижению численности. Во-вторых, двустворчатые моллюски являются одним из основных компонентов питания камчатского краба — наиболее ценного вида морских беспозвоночных на Камчатке, и поэтому подрыв его кормовой базы может также иметь катастрофические последствия [Нейман, 1965, 1969; Виноградов, Нейман, 1969; Тарвердиева, 1974; 1979 и др.]. В связи с этим организация промысла возможна только при жестком соблюдении ряда ограничительных мер. Вот некоторые из них.

1. В настоящее время любое промысловое изъятие из естественных поселений возможно в режиме научно-поискового лова, то есть на борту судна должен находиться наблюдатель, владеющий элементарными навыками определения, измерения и взвешивания пойманных объектов. Все работы должны проводиться в строгом соответствии с научной программой, согласованной с рыбоохранными органами. По-видимому, создание инструкции, подобной «Руководству по изучению десятиногих ракообразных...» [1979], позволило бы привлечь к этой работе не только специалистов по двустворчатым моллюскам.

2. Поскольку промысловые размеры достигаются моллюсками за несколько лет, промысел должен проводиться с обязательным ежегодным чередованием районов сбора — по аналогии с применявшейся до революции «трехпольной системой» при лове дальневосточного трепанга [Левин, 1982]. Это необходимо для того, чтобы дать возможность моллюскам восстановить изначальную размерно-возрастную структуру.

3. Промысел гребешков и клэмов следует начинать не раньше августа, чтобы дать им возможность отнереститься и обеспечить воспроизводство в текущем году. Кроме того, в это время камчатский краб, как правило, уходит с малых глубин [Родин, 1969], поэтому

повреждающее действие драг затронет его в меньшей степени, чем, например, в начале лета.

4. Все моллюски промысловых размеров, попавшие в драгу, должны немедленно возвращаться в море. Особенно быстро это надо делать при температуре воздуха ниже -4°C , так как молодь может погибнуть от холода.

Санитарно-биологический контроль. Влияние «красных приливов»

Поскольку двустворчатые моллюски являются фильтраторами, они могут накапливать болезнетворные бактерии, вирусы, тяжелые металлы, токсины. Поэтому Всемирной организацией здравоохранения совместно с ФАО была разработана программа исследований и контроля за их загрязнением химическими и биологическими веществами [Супрунович, 1988], согласно которой необходимо проводить оценку среды обитания моллюсков и их мяса. По техническим условиям, разработанным для мидий, содержание колиформных бактерий в 1 мл ткани не должно превышать 5 клеток [Супрунович, 1988].

Поскольку в настоящее время единственным районом, где разведаны промысловые скопления мидии, является Авачинская губа с портом Петропавловск-Камчатский, то санитарно-биологический контроль является необходимым условием при организации промысла или культивирования. Столь же необходимой мерой безопасности должно быть предварительное выдерживание моллюсков в стерилизованной проточной воде в течение как минимум 48 ч.

Другие виды (гребешки, клэмы) обитают в сравнительно чистых районах, и поэтому при их промысле достаточно ограничиться выборочным контролем готовой продукции.

Одним из специфических условий Камчатки, особенно ее восточного побережья, является существование так называемых «красных приливов» — бурых или красных пятен в море, возникающих вследствие интенсивного развития микроскопических водорослей или животных (например, инфузории *Mesodinium rubrum*). Особую опасность представляют собой именно водорослевые «красные приливы», поскольку водоросли содержат сильнейшие яды нервно-паралитического действия — токсины. Так как двустворчатые моллюски по способу питания являются фильтраторами, они могут засасывать водоросли и аккумулировать токсины в различных органах своего тела. Данные исследований показали, что иногда их концентрация может превышать предельно допустимый уровень — 80 мкг/г мягкого тела моллюска. Поэтому при промысле в потенциально опасных районах, в частности на восточном побережье, следует принять

дополнительные меры предосторожности, а именно немедленно прекратить промысел при регистрации явления, похожего на «красный прилив». Если есть подозрение, что «прилив» имел место накануне, перед началом промысла следует выдержать недельный карантинный срок, так как за этот период токсин выводится из тела моллюска [Jamieson, 1986].

Следует отметить, что, несмотря на потенциальную опасность водорослевого «красного прилива» для Камчатки, явление это достаточно редкое и достоверных данных о его возникновении в открытом море нет. Однако в эстуарных районах, в частности в Авачинской губе, этот феномен имел место (например, в июле 1987 г., по устному сообщению Н.К.Семаковой). Поэтому при промысле моллюсков в этом районе необходимо наряду с бактериологическим контролем организовать круглогодичный мониторинг на токсичность, чтобы выявить сезон риска отравления и в дальнейшем по аналогии с другими странами установить карантинный период для сбора моллюсков.

Основные рекомендации к промыслу мидий, гребешков и клэмов

М и д и и. В настоящее время единственным районом, где имеются промысловые скопления мидии, является Авачинская губа. По нашим оценкам, проведенным в 1984-1985 гг., запасы ее составили около 700 т в донных поселениях и около 5,5 тыс.т в обрастании. Около 90% этих ресурсов сосредоточено в восточной части губы — от района бухты Авача до полуострова Завойко. По-видимому, потенциально пригодные к промыслу районы существуют на северо-востоке — бухты Оссора, Карага и некоторые другие. Поэтому представляется целесообразным проведение в этих районах разведки запасов и оценки нормы вылова моллюсков.

Промысловая добыча может осуществляться двумя путями — изъятием моллюсков из естественных поселений и культивированием.

Успешному изъятию из естественных поселений способствует быстрая скорость заселения оголенных поверхностей, в частности, в обрастании поселение практически полностью обновляется за два-три года, с такой же скоростью заселяются и донные поселения. Поэтому в основу должен быть положен принцип ежегодного чередования районов сбора с периодом покоя в два-три года.

В настоящий момент трудно дать точную цифру вылова, однако, если ориентироваться на запасы 1984-1985 гг., представляется, что изъятие 100-200 т в год вполне возможно. При проведении дополнительных исследований с применением современных методик расчета норм вылова эту цифру можно существенно увеличить. Соотношение

между мидиями, добытыми со дна и из обрастаний, должно соответствовать соотношению между величинами запасов: около 90% следует добывать из обрастаний.

Опыты по выращиванию мидии на коллекторах позволяют надеяться, что марикультура мидии в Авачинской губе может быть весьма перспективной, однако и здесь требуются дополнительные исследования, которые позволили бы точнее оценить объем выращенного урожая.

Наилучшая сохранность мидий наблюдалась на коллекторах, изготовленных из толстого (длина окружности 6 см) каната, с узлами через 10-20 см и грузом 1-2 кг в нижней части. Поскольку сроки оседания ежегодно варьируются, коллекторы лучше выставлять в конце мая — начале июня.

Если промысел предполагается проводить рядом с большим городом, где имеется опасность «красного прилива», то использование мидий в пищу или на корм животным предъявляет к технологии переработки ряд необходимых требований:

1) необходимо выдерживать моллюсков в чистой проточной воде в течение нескольких дней, так как при культивировании или промысле моллюсков вблизи города в них накапливаются различные бактерии и загрязнения, после выдерживания в чистой воде мидия избавляется от этих компонентов; еще одним опасным загрязнителем являются тяжелые металлы, но их содержание в Авачинской губе не превышает фоновых значений для северной части Тихого океана;

2) необходим регулярный мониторинг на токсичность (карантинный уровень содержания токсинов составляет 80 мкг/г веса мягкого тела моллюска, в чистой воде очищение от токсинов происходит за 4-6 дней);

3) убедившись в отсутствии инфекции, загрязнителей и токсинов, мидию можно пускать на переработку; сбор урожая лучше всего осуществлять в мае-июне, когда относительная масса тела является наибольшей, а вероятность токсичного «красного прилива» достаточно низка.

Очевидно, мидию следует использовать не только для пищевых и кормовых целей, но и как источник биологически активных веществ — токсинов, митилана, МИГИ-К и др. Этому способствует принципиальная возможность культивирования моллюска, позволяющая получать сравнительно дешевое сырье в большом количестве. Переработку, по-видимому, целесообразно осуществлять комплексно, чтобы получать несколько классов соединений.

Раковины моллюсков, являющиеся отходом промысла, можно использовать для получения кормовой муки либо как поделочный или строительный материал, в том числе для укрепления проселочных дорог.

Гребешки. В настоящее время для прикамчатских вод известно три скопления гребешков — на западном побережье в заливе Шелихова, на восточном побережье в Авачинском заливе и в олюторско-карагинском районе Берингова моря. Кроме того, скопления светлого гребешка существуют у Северных Курил и в северной части Охотского моря, а берингоморского — у корякского берега (северная часть) и в Анадырском заливе.

Точные границы скопления светлого гребешка в Авачинском заливе пока неизвестны (рис. 12). Верхней границей является изобата 140 м, поскольку на меньших глубинах светлый гребешок не встречался. Поэтому требуются дополнительные исследования по оконтуриванию скоплений и оценке запасов в этом районе. То же самое можно сказать и о скоплении в заливе Шелихова.

Площадь скоплений берингоморского гребешка в олюторско-карагинском районе варьирует от 700 до 1500 кв.м. Общая биомасса с 1982 по 1989 г. увеличилась с 2,8 до 3,7 тыс.т — эта цифра занижена, так как драга сильно недолавливала молодь; запасы промысловых животных составляли в 1989 г. 3 тыс.т. По мнению В.Г.Мясникова, ежегодно в районе Олюторского залива и восточнее острова Карагинский можно добывать по 150 т берингоморского гребешка. Однако промысел необходимо вести в режиме контрольного лова при постоянном наблюдении за состоянием популяции. Важнейшим критерием оценки должна быть доля молоди среди пойманных моллюсков. За максимальный можно принять показатель 5%, как в некоторых штатах США. В дальнейшем по мере накопления информации эту цифру можно будет изменить.

Промысел лучше начинать не раньше августа, чтобы дать возможность моллюскам отнереститься и оставить потомство, так как в отличие от мидий состояние половых желез гребешка не влияет на качество мяса. После подъема улова на палубу необходимо проводить сортировку и всех моллюсков непромысловых размеров возвращать обратно в море. Не рекомендуется также вести промысел при температуре воздуха ниже -4°C , так как молодь может замерзнуть и погибнуть.

Как и для других моллюсков, промысел гребешков должен базироваться на обязательном ежегодном чередовании районов сбора. В зависимости от размерно-возрастной структуры поселения сроки временного запрета на лов в том или ином районе могут варьировать от 1 до 6 лет.

На начальном этапе работ лучше иметь два типа драг — треугольную для лова на песке и бегунковую для работы на каменистом грунте. Уловы тралом пока нельзя прогнозировать, и требуются специальные исследования, позволяющие сравнить их с драгой.

При осуществлении первичной обработки на судне мясо следует хранить в замороженном или в консервированном виде. При необхо-

димости транспортировки в живом виде моллюсков следует держать в контейнерах с морской водой, которую надо периодически (1-2 раза в сутки) менять. Пустые створки можно хранить на палубе, но при этом желательно избегать их контакта с пресной водой, которая может повредить внутреннюю поверхность раковины. Будучи внешне весьма привлекательными, створки гребешков могут служить сырьем для использования в художественном промысле — для изготовления сувениров.

К л ы. По сравнению с мидиями и гребешками клэмы являются наименее изученной группой, поэтому перспектива исследований и работ по их использованию представляется следующим образом.

Основное внимание должно быть уделено острому клэму *Siliqua alta*, так как этот моллюск образует большие скопления, является крупным по размеру и растет достаточно быстро. Основные скопления, вероятно, расположены на западном побережье в районах рек Большая, Облуковина, Морощечная, Ича, Хайрюзова на глубинах 4-20 м. Оконтуривание скоплений следует проводить зубчатой механической драгой, она проста в обращении и не требует профессиональных навыков. Расстояние между зубцами должно быть около 4 см, высота зубцов 30-35 см, диаметр ячеи — не меньше 5 см.

Естественной границей скоплений острого клэма вдоль изобат следует считать гравийно-галечные грунты и поселения плоского морского ежа *Echinarachnius parma*. Нижней границей являются поселения розовой теллины, мии и известковой макамы. После оконтуривания скоплений можно приступать к оценке запаса и лову с помощью гидравлической драги. При этом также следует придерживаться принципа ежегодного чередования районов сбора.

В процессе работ по острому клэму будут выявлены скопления других двустворчатых моллюсков — розовой теллины, мии и прибойного клэма.

На восточном и юго-западном побережьях особый интерес представляют скопления сердцевидок. Здесь также необходимо провести работы по их оконтуриванию и оценке запасов. Поскольку сердцевидки зарываются неглубоко, для их добычи можно использовать зубчатую драгу с расстоянием между зубцами около 3 см и таким же диаметром ячеи.

Помимо скоплений сердцевидок, определенный интерес представляют мелководные районы, примыкающие к песчаным пляжам Авачинского и Кроноцкого заливов, а также залива Корфа [Алексеев, устное сообщение], где, судя по береговым выбросам, обитает значительное количество острого и прибойного клэма, а также розовой теллины и мии.

Хранение, транспортировку и переработку клэмов следует осуществлять примерно так же, как это было описано для гребешков. Массивные раковины клэмов содержат значительное количество

известии и органики и могут быть использованы как для производства костной муки, так и для получения строительных материалов. Вместе с тем раковины крупных экземпляров могут быть использованы для изготовления декоративных поделок (в композициях интерьеров, в качестве пепельниц и т.д.).

Районы предполагаемой добычи сердцевидок и клэмов не являются загрязненными, однако существует потенциальная опасность «красных приливов». Поэтому следует соблюдать указанные выше меры предосторожности. В перспективе же целесообразно создать специальную службу слежения, которая, используя опыт США и Канады, позволит устанавливать карантинный сезон, во время которого следует запрещать вылов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, среди промысловых двустворчатых моллюсков, обитающих на Камчатке, наиболее изученной является мидия. Известны районы и примерный объем ее вылова, разработана методика культивирования, получены предварительные данные об ожидаемом урожае. Основная проблема заключается в организации переработки и сбыта продукции.

Для гребешка известны районы промысловых скоплений и запасы в этих районах. Возможна организация промысла в контрольном режиме с постоянным наблюдением за состоянием популяции. Известны также районы, где следует провести разведку ресурсов.

В меньшей степени изучены сердцевидки и клэмы. Известны районы, где могут содержаться промысловые запасы этих моллюсков, однако требуются дополнительные исследования для оценки этих запасов и установления размерно-возрастной структуры, чтобы на основании этих данных определить квоту вылова, необходимо также подобрать оптимальные орудия лова. Кроме того, в связи с работой зарывающимися драгами необходимы исследования, связанные с влиянием драгировок на донные сообщества в целом и на популяции промышляемых видов. В перспективе возможна организация культивирования клэмов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Б а б у ш к и н а К.И., Б а б е н к о Л.А. Использование мидии некондиционного размера на пищевые цели // Рыбное хозяйство. - 1986. - №11. - С.71.
- Б а р н с Р., К е й л о у П., О л и в П., Г о л д и н Г.Д. Беспозвоночные. Новый обобщенный подход / Пер. с англ. - М.: Мир, 1992. - 583 с.
- Б е р г е р В.Я., К у л а к о в с к и й Э.Е., К у н и н Б.Л. и др. Экология и перспективы культивирования мидии в Белом море // Исследования мидии Белого моря. Л.: Зоологический институт АН СССР, 1985. - С. 98-114.
- Б о р и с о ч к и н а Л.И. Безотходная и малоотходная технология производства продукции из нерыбных объектов. - М.: ЦНИИТЭИРХ, 1988. - 51 с.
- Б р а у н К. Машина для извлечения мяса из раковин гребешка / Пер. с англ. // Экспресс-информация. - Сер. «Рыбная промышленность». - 1968 - №28. - С. 7-8.
- Б р ы к о в В.А., Б л и н о в С.В., Ч е р н я е в М.Ж. Экспериментальное культивирование съедобной мидии в заливе Восток Японского моря // Биология моря. - 1986. - №4. - С.7-14.
- Б у я н о в с к и й А.И. Особенности размножения и роста мидии *Mytilus edulis* L. Юго-Восточной Камчатки // Биология объектов марикультуры. Экология и культивация беспозвоночных и водорослей. - М.: ИО АН СССР, 1987а. - С.25-32.
- Б у я н о в с к и й А.И. Размножение и рост *Mytilus edulis* L. Юго-Восточной Камчатки. // Автореферат диссертации... канд.биол.наук. - Владивосток: БПИ ДВО АН СССР, 1987б. - 27 с.
- Б у я н о в с к и й А.И. Изменение аллометрических соотношений у мидии *Mytilus edulis* в Авачинской губе // Гидробиологические исследования в Авачинской губе. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. - С.30-38.
- Б у я н о в с к и й А.И. Экология личинок и оседание молоди мидии в Авачинской губе (Восточная Камчатка) // Биология моря. - 1990. - №4. - С.16-22.
- Б у я н о в с к и й А.И. Возрастная структура поселений и рост тихоокеанской мидии у Юго-Восточной Камчатки и Северных Курильских островов // Биология морских беспозвоночных. - Владивосток: ДВО АН СССР, 1990б. - С.53-60.
- Б у я н о в с к и й А.И. Основные типы мидиевых поселений на побережье Восточной Камчатки и Командорских островов // Доклады АН СССР. - 1991. - 318 №2. - С.496-499.
- Б у я н о в с к и й А.И. Морфологическая изменчивость раковины мидии *Mytilus trossulus* (Gould) в зависимости от условий обитания // Ruthenica. - 1992а. - №2(1). С.105-110.
- Б у я н о в с к и й А.И. Экология мидии *Mytilus trossulus* в связи с ее выеданием нуцеллой *Nucella freycinetii* (Gastropoda, Prosobranchia) на литорали острова Атласова (Северные Курильские острова) // Зоологический журнал. - 1992б. - №71(3). - С.132-135.
- Б у я н о в с к и й А.И. Двухлетний цикл мидиевого поселения в лагуне Гладковской (остров Медный, Командорские острова) // Зоологический журнал. 1992в. - №71(9). С.5-11.
- В а л е е в А.Е., В ы с о ц к а я Т.И., О л е й н и к о в а Г.К., Е л я к о в Г.Б. Эффект альфа-бета-II-гидроксисакситоксинсульфата на натриевые токи нейронов млекопитающих // Доклады АН СССР. - 1989. - №309(4). - С.377-379.
- В и л л и с Е.Д. Обработка морских гребешков / Пер.с англ. // Экспресс-информация. - Сер. «Рыбная промышленность» - 1971. - №44. - С. 11-17.
- В и н о г р а д о в Л.Г., Н е й м а н А.А. Донное население шельфа восточной части Охотского моря и некоторые черты биологии камчатского краба // Океанология. 1969. - №9 (2). - С.329-340.
- В о д о п ь я н о в П.А., Б а б и й Т.М. Роль морепродуктов в укреплении кормовой базы животноводства // Использование морских ресурсов в народном хозяйстве. - Киев: Институт экономики АН УССР, 1981. - С.35-43.
- Г о р д и е в с к а я В.С., Б е л о у с о в а Г.А. Анализ научно-технических требований стандартов к гребешку мороженому // Исследования по технологии рыбных продуктов. - Владивосток: ТИПРО, 1977. - Вып.7. - С. 52-57.

Г у р и н И.С., А ж г и х и н И.С. Биологически активные вещества гидробионтов - источник новых лекарств и препаратов. - М.: Наука, 1981. - 136 с.

Г у с е в А.П. Выращивание мидии и ее переработка // Рыбное хозяйство. - 1983. - №11. - С.75-76.

Д о л г о в Л.В., Б у я н о в с к и й А.И., М и з и н ч и к о в а Е.А. Протандрическая реализация пола в стационарном поселении съедобной мидии в Авачинском заливе // Биология моря. - 1987. - №3. - С.30-33.

Е в т у ш е н к о З.Е., Ч е л о м и н В.П. Биохимический состав // Приморский гребешок. - Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. - С.110-117.

Ж и л и н Н.И., Н о в и к о в С.И., Ф е д о с е н к о В.И. и др. Получение мяса мидии без биссуса // Рыбное хозяйство. - 1988. - №9. - С.91-92.

З а л е с с к а я Н.Т. Распределение донной фауны в южной части залива Шелихова (Охотское море) // Труды ВНИРО. - М., 1969. - №65. - С.233-247.

З а ц е п и н В.И., Ф и л а т о в а З.А. Класс двусторчатые моллюски (*Bivalvia*) // Жизнь животных. - М.: Просвещение, 1968. - Т.2. - С.95-155.

И в а н о в А.В. Промысловые водные беспозвоночные. - М., 1955. - 355 с.

И в а н о в А.И. Применение механизированных линий для добычи и очистки мидий // Рыбное хозяйство. - 1966. - №3. - С.52-58.

И в а н о в М.Б. К распространению и распределению *Mytilus edulis L.* на литорали дальневосточных морей СССР // Промысловые двусторчатые моллюски - мидии и их роль в экосистемах. - Л.: Зоологический институт АН СССР, 1979. - С.58-60.

К а с ь я н о в В.Л., К р ю ч к о в а Г.А., К у л и к о в а В.А., М е д в е д е в а Л.А. Личинки морских двусторчатых моллюсков и иглокожих. - М.: Наука, 1983. - 201 с.

К а ф а н о в А.И. Двусторчатые моллюски шельфов и континентального склона северной Пацифики // Аннотированный указатель. - Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. - 200 с.

К у д р я ш о в Ю.Б., П а р х о м е н к о И.М., Д е е в Л.И., Т е л е г и н а Т.А. Гидролизат из мидий как средство, повышающее радиорезистентность организма // Тезисы докладов совещания «Проблемы ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в агропромышленном производстве». - Обнинск, 1991. - Т.2. - С.53.

К у з н е ц о в А.П. Фауна донных беспозвоночных прикамчатских вод Тихого океана и Северных Курильских островов. - М., 1963. - 271 с.

К у л а ч к о в а В.Г. Болезни и паразиты мидий *Mytilus edulis L.* // Промысловые двусторчатые моллюски - мидии и их роль в экосистемах. - Л.: Зоологический институт АН СССР, 1979. - С.71-74.

К у л и к о в а В.А., Н а й д е н к о Т.Х. Сравнительное исследование личинок съедобной мидии из Авачинской губы и залива Петра Великого // Биология моря. - 1987. - №3. - С.36-41.

К у н н и Б.Л., К у л а к о в с к и й Э.Е. Особенности роста *Mytilus edulis* на искусственных субстратах плотов-коллекторов в Белом море // Промысловые двусторчатые моллюски - мидии и их роль в экосистемах. - Л.: Зоологический институт АН СССР, 1979. - С.75-76.

Л а г у н о в Л.Л. Пищевая ценность мидий и их использование // Промысловые двусторчатые моллюски - мидии и их роль в экосистемах. - Л.: Зоологический институт АН СССР, 1979. - С.80-81.

Л е в и н В.С. Дальневосточный трепанг. Владивосток: Дальневосточное книжное издательство, 1982. - 192 с.

Л у с В.Я., К у з н е ц о в А.П. Материалы по учету донной фауны в Корфо-Карагинском районе (Берингово море) // Труды Института океанологии АН СССР. 1961. №46. - С.124-139.

М а к Д о н а л д Д.Х., К о э н Р.К., Б а л а к и р е в Е.С. и др. Видовая принадлежность «съедобной мидии», обитающей в приазиатской части Тихого океана // Биология моря. - 1990. - №1. - 13-22.

М е й е р Л. Устройство для обработки гребешков // Экспресс-информация. - Сер. «Рыбная промышленность». - 1970. - №36. - С.10-12.

М я с н и к о в В.Г. Промысел и обработка // Приморский гребешок. - Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. - С.212-219.

М я с н и к о в В.Г. Промысловые гребешки рода *Chlamys (Bivalvia, Pectinidae)* умеренных вод северо-западной части Тихого океана, их распределение, рост и ресурсы

// Автореферат диссертации... канд. биол. наук. - СПб: Зоологический институт РАН, 1992. - 22 с.

Мясников В.Г., Згуровский К.А., Темных О.С. Морфологическая дифференциация промысловых гребешков рода *Chlamys* (*Bivalvia*, *Pectinidae*) в северо-западной Пацифике // Зоологический журнал. - 1992. - №71(9). - С.22-32.

Надточий В.А. Двусторчатые моллюски (*Bivalvia*) шельфа Камчатки, распределение, экология, роль в экосистемах // Автореферат диссертации... канд. биол. наук. СПб: Зоологический институт РАН, 1992. - 23 с.

Нейман А.А. Количественное распределение бентоса на шельфе Западной Камчатки и некоторые вопросы методики его исследований // Океанология. - 1965. - №5 (6). - С.1052-1059.

Нейман А.А. Бентос западнокамчатского шельфа // Труды ВНИРО. - М., 1969. №65. - С.223-232.

Нехорошев М.В., Усо Ю.А. Особенности биохимического состава мидий // Тезисы доклада на III Всесоюзной конференции по промысловым беспозвоночным - Киев, 1988. Ч.1. - С.55-56.

Новикова М.В., Рехина М.И., Беседина Т.В. и др. Гидролизат из мидий как биологически ценный продукт // Эколого-гигиенические проблемы питания населения. - Киев: Минздрав Украины, 1992. - С.104.

Оводов Ю.С. Химия и биохимия морских организмов // Биологически активные вещества морских организмов. - М.: ИО АН СССР, 1989. - Вып.1. - С.5-19.

Оводов Ю.С., Оводова Р.Г., Лоенко Ю.И. Биогликаны-иммуномодуляторы // Химия природных соединений. - 1983. - №6. - С.675-694.

Ошурков В.В., Бажин А.Г., Лукин В.И. Изменение структуры бентоса Командорских островов под влиянием хищничества калана // Природные ресурсы Командорских островов (Запасы, состояние, вопросы охраны и использования). - М.: Изд-во МГУ, 1991. - С.171-185.

Ошурков В.В., Блинов С.В., Буяновский А.И. и др. Структуры поселений, распределение и запасы съедобной мидии в Авачинской губе // Гидробиологические исследования в Авачинской губе. - Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. - С.15-29.

Ошурков В.В., Буяновский А.И. Распределение и экология съедобной мидии на шельфе Юго-Восточной Камчатки // Биология моря. - 1986. - №4. - С.21-28.

Познохири Ф.Л. О ценах на кормовые мидии // Использование морских ресурсов в народном хозяйстве. - Киев: Институт экономики АН УССР, 1981. - С.23-29.

Промысел морского гребешка в Канаде / Пер. с англ. // Экспресс-информация. - Сер. «Рыбная промышленность». - 1967. - №19(7). - С.17-20.

Рехина М.И., Терентьев В.А., Телегина Т.А. Меланинсодержащий препарат из мидий (МИГИ-К) и его некоторые характеристики // Биологические науки. - 1991. - №10. - С.47-51.

Ржавский А.В., Солохина Е.В., Буяновский А.И. Личинки полихет в планктоне Авачинской губы // Биологические ресурсы шельфа, их рациональное использование и охрана: Тезисы доклада на III региональной конференции молодых ученых и специалистов Дальнего Востока. - Южно-Сахалинск, 1986. - С.58-59.

Родин В.Е. Особенности распределения скоплений камчатского краба у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО - М., 1969. - №65. - С.368-377.

Руднев М.И., Малюк В.И., Атаманюк Н.П. и др. Влияние мидийного гидролизата МИГИ-К на содержание и распределение ¹³⁷Cs в организме крыс // Проблемы радиационной медицины. - Киев: Здоровье, 1992. - С.114-117.

Руководство по зоологии. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940. - 683с. Т.2. Кольчатые черви, моллюски.

Руководство по изучению десятиногих ракообразных дальневосточных морей. - Владивосток: ТИНРО, 1979. - 59 с.

Савилов А.И. Экологическая характеристика донных сообществ беспозвоночных Охотского моря // Труды Института океанологии АН СССР. - 1961. - №46. - С.3-84.

Садыхова И.А. Биология мидий (Обзор иностранной литературы). - М.: ВНИРО. - 1964. - 44 с.

Скалкин В.Г. Биология и промысел морского гребешка. - Владивосток: Дальневосточное книжное изд-во, 1966. - 30 с.

Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски дальневосточных морей СССР (Отряд *Dysdonta*). - Л.: Наука, 1960. - 150 с.

Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана. - Л.: Наука, 1981. - 480 с.

Скарлато О.А., Кафанов А.И. Дополнения к фауне двустворчатых моллюсков дальневосточных морей СССР // Зоологический журнал. 1988. №67 (6). С.937-942.

Скарлато О.А., Садыхова И.А., Кулаковский Э.Е. Состояние и основные задачи культивирования моллюсков в морях европейской части СССР // Биологические основы аквакультуры в морях европейской части СССР. - М.: Наука, 1985. - С.33-40.

Скарлато О.А., Старобогатов Я.И. Основные черты эволюции и система класса *Bivalvia* // Морфология, систематика и филогения моллюсков. - Л.: Зоологический институт АН СССР, 1979. - Т.80 - С.5-38.

Стефанов К., Сеизова К., Коначьева М. и др. Анализ жирных кислот черноморских организмов // Биологически активные вещества морских организмов. - М.: ИО АН СССР, 1989. - Вып.1. - С.51-73.

Супрунович А.В. Аквакультура беспозвоночных. - К.: Наукова думка, 1988. - 150 с.

Супрунович А.В., Макаров Ю.Н. Культивируемые беспозвоночные. Пищевые беспозвоночные: мидии, устрицы, гребешки, раки, креветки. - К.: Наукова думка, 1990. - 264 с.

Тарвердиева М.И. Распределение питания мальков камчатского краба *Paralithodes camtschatica* у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО. - М., 1974. Т.99 (5). - С. 54-62.

Тарвердиева М.И. Питание синего краба *Paralithodes platypus* в Беринговом море // Биология моря. - 1979. - №1. - С.53-57.

Тишин В.Е. Обработка морского гребешка // Сборник научно-технической информации ВНИРО. - М., 1966. - №7. - С.115-116.

Трухин Н.В., Комиссаров А.Н.Ю. Современная обработка моллюсков. - М.: ЦНИИТЭИРХ, 1988. - 51 с.

Филатова З.А. Количественное распределение двустворчатых моллюсков в дальневосточных морях СССР и западной части Тихого океана // Труды Института океанологии АН СССР. - 1960. - №41. - 132-145.

Филатова З.А. О некоторых массовых видах двустворчатых моллюсков из ультраабиссали Курило-Камчатского желоба // Труды Института океанологии АН СССР. - 1971. - №92. - С.46-60.

Филатова З.А., Барсанова Н.Г. Сообщества донной фауны западной части Берингова моря // Труды Института океанологии АН СССР. - 1964. - №59. - С.5-97.

Христоворова Н.К., Кавун В.Я. Мидиевый контроль прибрежных вод дальневосточных морей СССР // Моллюски. Результаты и перспективы их использования. - Л.: Наука, 1987. - С.431-432.

Цалкина А.В. К характеристике эпифауны западнокамчатского шельфа // Труды ВНИРО. - М., 1969. - Т.65. - С.248-257.

Цыбульский А.В., Оводов А.Р.Г., Глазкова В.Е. и др. Иммуномодулирующее действие митилана при экспериментальной гриппозной инфекции // Вопросы вирусологии. - 1990. - №3. - С.194-197.

Шелудько Н.С. Биологически активные вещества морских беспозвоночных: поиск перспективных объектов и введение клеток-продуцентов в культуры // Материалы I Всесоюзной планоно-отчетной конференции по направлению «Генная и клеточная инженерия». - М., 1991. - С.84.

Шепель Н.А. Биологические основы культивирования съедобной мидии в Южном Приморье // Биология моря. - 1986. - №4. - С.14-21.

Adkins В.Е., Harbo R.M., Bourne N. An evaluation and management considerations of the use of a hydraulic escalator clam harvester on intertidal clam populations in British Columbia // Canadian Manuscript Report of Fisher. and Aquatic Sciences. - 1983. - №1716. - 31 p.

Amos M.H. Commercial clams of the North American Pacific coast // Fishery and Wildlife Service circular. - 1966. - №237. - 18 p.

A y r e s D.L., S i m o n s D.D. The spring and fall 1988 razor clam fisheries with a review of razor clam sampling methodology // Progr.Report of the State Washington Dep. Fisher. - 1988. - №276. - pt. I - IV. - P.1-67.

B o u r n e N. Digging efficiency trials with a hydraulic clam rake // Fisher. Res. Board of Canada. Technical Report. - 1967. - №15. - 31 p.

B o u r n e N. Population studies on the razor clam at Masset, British Columbia // Fisher.Res.Board of Canada. Technical Report. - 1969. - №118. - 23 p.

B o u r n e N. Intertidal clams // Invertebrate and marine plant fishery resources of British Columbia. - Ottawa: Dep.Fish.Oceans, 1986. - P.22-31.

B o u r n e N., Q u a y l e D.B. Breeding and growth of razor clams in British Columbia // Fisher.Res.Board of Canada. Technical Report. - 1970. - №232. - 42 p.

B i o a c t i v e compounds from the sea / Ed. by H.J.Humm and C.E.Lane (Marine Science,v.1). - New-York: Marcell Dekker Inc., 1974. - 251 p.

B r e e s e W., R o b i n s o n A. Razor clams *Siliqua patula* (Dixon); Gonadal development, induced spawning and larval rearing // Aquaculture. 1981. №22(1-2). P.27-33.

B r i c e l j v.M., L e e J.H., C e m b e l l a A.D., A n d e r s o n D.M. Uptake kinetics of paralytic shellfish toxins from the dinoflagellate *Alexandrium fundyense* in the mussel *Mytilus edulis* // Mar.Ecol. Progress Ser. - 1990. - №63(2/3). - P.177-178.

B u y a n o v s k y A.I., S o l o k h i n a E.V. Molluscan larvae as prey of the nectochaetian larvae of *Polydora limicola* (Annenkova) // J. Mollusc.Stud. - 1991. - №58 (1). - P.79-81.

C h a n g D.-S., S h i n J.-S., K i m J.-H. and oth. Detoxication of PSP and relationship between PSP toxicity and *Protogonyaulax* sp. // Bull.Kor.Fish.Soc. 1989. №22(4). P.177-188.

C h e n e y D.P., M u m f o r d T.T. Clams // Shellfish and seaweed Harvests of Puget Sound. Ser. Puget Sound Books. - Seattle: Univ. of Washington Press, 1986. - P.40-59.

D a r e P.J., D a v i e s G. Experimental suspended culture of mussels (*Mytilus edulis*) using spat transplanted from distant settlement ground // Aquaculture. - 1975. - №6 (13). P.257-274.

F A O yearbook: Fishery statistics (catches and kindings). - 1990. - P.70.

F i e l d I.A. Biology and economic value of the sea-mussel *Mytilus edulis* L. // Bull.US Bur.Fisher. - 1922. - №38. - P.127-259.

H a l s t e a d B.W. Poisonous and venomous marine animals of the world. - Washington, 1965. - 1070 p.

H u g h e s S.E., B o u r n e N. Stock assesment and life history of a newly discovered Alasca surf clam (*Spisula polytima*) resource in the south-eastern Bering Sea // Canad. J. Fish. Aquat. Sci. - 1981. - №38 (10). - P.1173-1181.

H u g h e s S.E., N e l s o n R.W. Distribution, abundance, quality and production fishing studies on the surf clam *Spisula polytima* in the South-Eastern Bering Sea // Washington: NOAA, 1979. - 63 p.

J a m i e s o n G.S. Paralytic shellfish poisoning // Invertebrate and marine plant fishery resources of British Columbia. - Ottawa: Dep.Fish.Oceans, 1986. - P.44-46.

K i y o s h i T., I t o E., O a r a d a M. and oth. Histopathological studies on experimental marine toxin poisoning. 5. The effects in mice of yessotoxin isolated from *Patinopecten yessoensis* and of desulfated derivative. // Toxicon. 1990. №28(9). P.1095-1104.

L a s s u s P., F r e m y J.N., L e d o u x M.B., B o h e c M. Patterns of experimental contamination by *Protogonyaulax tamarensis* in some French commercial shellfish. // Toxicon. - 1989. - №27(12). - 1313-1322.

L i g g e t P.E., C a n o M., R o b i n J.B. and oth. Intravitreal biocompatibility of mussel adhesive protein: A preliminary study. - Retina, 1990. - №10(2). - P.144-147.

L o o s a n o f f V., D a v i s H.C. Rearing of bivalve molluscs // Advances in marine biology. - London: Academic press, 1963. - V.1. - P.1-163.

M a k i n g scallop dredge fish more efficiently // World fishing. - 1984. - №33 (5). P.26-27.

M a r u m o K. An attempt for clinical applications of adhesive protein from marine mussel, *Mytilus edulis* L. // J.Jpn. Orthop. Assoc. - 1989. - №63(8). - P.852-859.

M e n d e l s o h n J.M. Clams // Collected Reprints of North East Fish.Center for 1977. - Woods Hole: Massch., 1978. - G.14.

M e y e r T.L., C o o p e r R.A., P e c c i K.J. The performance and environmental effects of a hydraulic clam dredge // Mar.Fish.Rev. - 1981. - №43 (9). - P.14-22.

M i c h a e l K.P., O l s e n J.P., U v i d B.T., C r a n f i e l d H.J. Design and performance of two hydraulic subtidal clam dredges in New Zealand // N.Z. Fish. Technical Report. - 1990. - №21. - 16 p.

N a s h i m o t o K. The selectivity of the sunray surf clam dredge // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. - 1984. - №50 (7). - P.1145-1155.

N a s h i m o t o K. Damage caused by dredging to Japanese surf clam shells // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. - 1985. - №51 (11). - P.1631-1637.

N a s h i m o t o K., M i y a z a v a H., H i r a s h i T. The tooth selectivity of Japanese surf clam dredge // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. - 1983. - №49 (3). - P.379-385.

N a s h i m o t o K., M o t o y a S. The selectivity of great northern tellin hydraulic jet dredge // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. - 1985. - №51 (11). - P.1781-1788

N i c k e r s o n R.B. A critical analysis of some razor clam (*Siliqua patula*, Dixon) populations in Alaska // Alaska: Alaska Departm. Fish. & Game. - 1975. - №13. - P.1-294.

R e i s - H e n r i q u e s M.A., C o i m b r a J. Variations in the levels of progesterone in *Mytilus edulis* during the animal reproductive cycle. - Compar. Biochem. Physiol. A Comp. Physiol. - 1990. - №95 (3). P.343-348.

S c h l e n k D., M a r t i n e z P.G., L i v i n g s t o n e D. Studies of myeloperoxidase activity in the common mussel, *Mytilus edulis* L. // Compar. Biochem. Physiol. - 1991. - №99(1-2). - P.63-68.

S e e d R. Ecology // Marine mussels: their ecology and physiology. Cambridge Univ.Press, 1976. P.13-65.

S e l v a r a n i C., B h a r a t h i M.S., R a m a l i n g a m K. Digestive enzymes of marine bivalves *Donax cuneatus* and *Perna viridis*. // Indian J. Mar. Sci. 1989. №18(3). - P.217-218.

S m o l o w i t c h R.J., N u l k V.E. The design of an electrohydraulic dredge for clam surveys // Marine Fisheries Review. - 1982. - №44 (4). P.1-18.

S t e p h e n s R.E., G o o d M.J. Filipin-sterol complexes in molluscan gill ciliated epithelial cell membranes: intercalation into ciliary necklaces and induction of gap junctional particle arrays. // Cell Tissue Res. - 1990. - №262(2). - P.301-306.

T e o L.H., S a b a p a t h y U. Preliminary report on the digestive enzymes present in the digestive gland of *Perna viridis*. // Mar. Biol. - 1990. - №106(3). - P.403-407.

W e s t l e y R.E., R i c k a r d N.A., G o o d w i n C.L., S c h o l t z A.J. Enhancement of molluscan shellfish in Washington state // NOAA, Technical Report NMFS. - 1990. - №85. - P.49-52.

Алексей Ильич БУЯНОВСКИЙ

**МОРСКИЕ ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ КАМЧАТКИ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Заведующая редакцией Т. Г. ТАРИВЕРДИЕВА
Редактор И. В. ЕРМАКОВА
Технический редактор Е. П. КУДИЯРОВА
Компьютерная верстка В. С. ШТЕРЕНБЕРГ

ЛР №020636

Подписано в печать 12.08.94. Формат 60×84¹/16. Заказ № 147.
Объем 5,3 уч.-изд. л., 6,25 п. л. Тираж 500 экз.

107140, Москва, Веховыя Красносельская, 17
ТОО «Нерей» ВНИРО