

Департамент образования города Севастополя
Государственное бюджетное образовательное учреждение
Центр дополнительного образования
«Малая академия наук»

РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ ДВУСТВОРЧАТОГО
МОЛЛЮСКА *LENTIDIUM MEDITERRANEUM* В РАЗЛИЧНЫХ БУХТАХ
ЮЖНОЙ ЧАСТИ АЗОВСКОГО МОРЯ

Работу выполнила:
Алёмова Александра Сергеевна,
учащаяся творческого объединения
«Экотоксикология» ГБОУ ЦДО
«МАН», СОШ №3, 11 класс

Научный руководитель:
Скуратовская Екатерина Николаевна,
педагог творческого объединения
«Экотоксикология» ГБОУ ЦДО
«МАН», к.б.н., зам. директора
ФГБУН ИМБИ РАН по научно-
образовательной работе

СОДЕРЖАНИЕ

	Страница
ВВЕДЕНИЕ	3
РАЗДЕЛ 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	5
1.1. Флора и фауна Азовского моря	5
1.2. Донная фауна Казантипского природного заповедника	7
1.3. Двустворчатые моллюски	8
1.4. Лентидиум средиземноморский	9
1.5. Определение возраста двустворчатых моллюсков	12
РАЗДЕЛ 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	14
2.1. Характеристика района исследований	13
2.2. Сбор и обработка материала	16
РАЗДЕЛ 3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	
3.1. Размерно-частотные гистограммы для поселений <i>L. mediterraneum</i>	16
3.2. Показатели уравнения масс-размерных характеристик	19
3.3. Возрастная структура поселений <i>L. mediterraneum</i>	21
ВЫВОДЫ	22
СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ	

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Прибрежные зоны, где сосредоточены наиболее высокопродуктивные экосистемы и осуществляются основные процессы взаимодействия Мирового океана и суши, играют важнейшую роль в обеспечении устойчивости биосферы. На протяжении последних лет активная хозяйственная деятельность человека привела к тому, что районы шельфа оказались ареной, где происходят глубокие экологические изменения.

Макрозообентос – это неотъемлемая составляющая часть экосистемы любых водоёмов, которая играет чрезвычайно важную в функционировании водных экосистем. Макробеспозвоночные, обитающие на поверхности и в толще грунта, являющиеся по типу питания фильтраторами и собирателями (детритофаги), играют огромную роль в самоочищении водоёма, формируя тем самым качество среды обитания. Для многих видов рыб, в том числе промысловых, организмы зообентоса являются одним из основных компонентов рациона. Получение фактических данных о видовой структуре донных биоценозов, количественных характеристик входящих в них видов, выявление пространственных и временных особенностей в распределении бентоса, создает возможности для более объективного прогнозирования изменений в ихтиофауне исследуемых районов.

Роль моллюсков в бентосных сообществах Азовского моря давно определена как доминирующая, а сам водоем В.П. Воробьев называл «...моллюсочным морем» [1]. Одним из наиболее распространённых видов двустворчатых моллюсков в Азовском море является лентидиум средиземноморский (*Lentidium mediterraneum* (O.G. Costa, 1829)). Данный вид также достаточно обилен в ряде районов в Чёрном море и в морях Средиземноморского бассейна [2].

Несмотря на то, что лентидиум широко распространённый вид, для Азовского моря не проводились исследования масс-размерных соотношений (соотношение длины раковины моллюска и его общей массы).

Цель и задачи исследования. Целью работы было определить показатели масс-размерных соотношений *L. mediterraneum* в различных участках южной части Азовского моря.

Для решения цели были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать размерный состав локального поселения лентидиума в б. Русская и б. Татарская.
2. Определить среднюю массу особей лентидиума средиземноморского размерных групп от 1 до 3,9 мм и индивидуальную массу моллюсков размерных групп от 4 мм и более.
3. Определить коэффициенты аллометрического соотношения (уравнения регрессии).
4. Сравнить полученные результаты для различных участков.

Объект исследования – *Lentidium mediterraneum*.

Предмет исследования – аллометрические характеристики *L. mediterraneum*.

Методы исследования – методы гидробиологии и зоологии (для определения размерного состава, массы лентидиума), математической статистики (для определения коэффициентов аллометрического соотношения, для анализа и оценки достоверности полученных данных).

Теоретическое и практическое значение полученных результатов.

Так как на Южном побережье Азовского моря таких исследований не проводилось, то полученные результаты могут дать новые данные о популяциях лентидиума в данном районе. При помощи полученных уравнений регрессии при необходимости можно с достаточной степенью достоверности переходить от размерных характеристик *L. mediterraneum* к весовым, что позволяет оперативно проводить оценку продукционного потенциала данного вида в конкретных условиях обитания. Также результаты исследований позволят изучать популяции этого моллюска не причиняя им вреда.

РАЗДЕЛ 1

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Флора и фауна Азовского моря

Бентос (от греч. – глубина) – совокупность организмов, обитающих на грунте и в грунте дна водоёмов. Зона обитания бентоса называется «бенталь».

Бентос делят на животный (зообентос) и растительный (фитобентос). Зообентос – это экологическая группа видов водных организмов, объединяющая животных, живущих в грунте и на грунте, подвижных, малоподвижных и неподвижных, внедрившихся частично в грунт или прикрепленных к нему. По способу питания в зообентосе можно выделить плотоядных, растительноядных и детритофагов (питающихся органическими частицами) [3]. Некоторые виды могут использовать различные способы питания. К макрозообентосу обычно относят организмы донной фауны с длиной тела более 1 мм [4].

В Азовском море развит фитопланктон и бентос. Фитопланктон состоит (в %): из диатомовых – 55, перидиниевых – 41,2 и сине-зелёных водорослей – 2,2. Среди биомассы бентоса моллюски занимают доминирующее положение. Остатки их раковин, в значительной степени участвуют в формировании современных донных осадков.

К началу XXI века ихтиофауна Азовского моря состояла из 103 видов и подвидов рыб. Морские рыбы Азовского моря размножаются и нагуливаются в солёных водах. Среди них выделяются виды, постоянно обитающие в Азовском море – пеленгас, черноморский калкан, камбала-глоса, тюлька, перкарина, трёхиглая колюшка, длиннорылая рыба-игла и все виды бычков. Большая группа морских рыб не обитает в Азовском море постоянно, а заходит в него из Чёрного моря, совершая регулярные миграции - это азовская и черноморская хамса, барабуля, сингиль, черноморская сельдь, остронос, лобан, черноморский калкан, ставрида, скумбрия и др. [5].

Из морских млекопитающих (дельфинов) в Азовском море обитает только один вид – морская свинья.

В состав донной фауны Азовского моря входят в основном моллюски, значительно меньше видов многощетинковых червей и ракообразных [1].

Первое и наиболее полное описание бентосных биоценозов Азовского моря, было дано Воробьевым В.П. в его монографической сводке (1949 г.) [1]. В связи с развитием процессов осолонения моря, распределение донных биоценозов по акватории Азовского моря в настоящее время в значительной степени изменилось. Вместе с тем, основные их характеристики, описанные Воробьевым В.П. справедливы и на настоящий момент. По мере роста солености вод моря происходила аутоакклиматизация черноморских видов, что не могло не отразиться на структуре биоценозов, вплоть до образования новых донных сообществ. К началу XXI века только в районе Казантипского и Арабатского заливов было обнаружено свыше 30 нехарактерных для Азовского моря видов бентоса. Так, если В.П. Воробьев указывал для Азовского моря всего 8 видов брюхоногих и 15 видов двустворчатых моллюсков, то в первой декаде XXI века донная фауна моря состояла почти из 100 видов бентоса - 70 видов брюхоногих и 26 видов двустворчатых моллюсков [6].

В последние годы в Азовском море выделяют 8 основных типов донных сообществ, определенных по степени доминирования следующих видов: брюхоногого моллюска гидробии (*Hydrobia acuta*), двустворчатых моллюсков - сердцевидки (*Cerastoderma glaucum*), абры (*Abra segmentum*), лентидиума (*Lentidium mediterraneum*), митилястера (*Mytilaster lineatus*), многощетинковых червей: нефтиса (*Nephtys hombergii*) и нерейса (*Alitta succinea*), и усонного рачка балянуса (*Amphibalanus improvisus*). Первые 3 типа сообществ наиболее распространены в Азовском море и имеют различные варианты в разных частях моря. В юго-западной части моря в последние десятилетия значительно возросла роль видов-вселенцев. В результате здесь выделяют три основных биоценоза - сердцевидки, анадары (*Anadara inequivalvis*) и мии (*Mya arenaria*).

Максимальное разнообразие двустворчатых моллюсков отмечалось в составе биоценоза сердцевидки, который занимал наибольшую площадь в этой части моря [6].

1.2. Донная фауна Казантипского природного заповедника

Исследования беспозвоночных прибрежных районов Казантипского природного заповедника на твердых субстратах (скалы), рыхлых грунтах (песок) и сообществах макрофитов в 2006 г. выявили 39 видов макрозообентоса. Однако, эти работы были выполнены только в мелководных участках (глубины до 3 м) [5]. В связи с этим, для уточнения видового состава макрозообентоса и количественных характеристик донных сообществ в акватории заповедника в мае 2011 г. были проведены исследования на 9-ти участках в прибрежной акватории мыса Казантип [5]. В 2011 г. в составе донных сообществ в количественных пробах было найдено 32 вида макрозообентоса, в том числе ракообразные (Crustacea) – 10 видов, многощетинковые черви (Polychaeta) – 12, моллюски – 7, среди которых брюхоногие (Gastropoda) – 1, двустворчатые (Bivalvia) – 6, а также малощетинковые черви, плоские черви и кишечнополостные *Actinia equina* [5]. Доля моллюсков в общем видовом богатстве колебалась от 24 до 50%. Ранее для юго-западной части Азовского моря (севернее м. Казантип) было отмечено 17 видов донных животных, среди которых по видовому составу доминировали двустворчатые моллюски (8 видов или 46% видового богатства), далее шли многощетинковые черви (18%), брюхоногие моллюски и немертины (6%) [5]. Таким образом, донные биоценозы в прибрежной зоне Казантипского заповедника характеризуются гораздо большим видовым разнообразием зообентоса, в частности, среди ракообразных и многощетинковых червей.

Наибольший вклад в общую численность зообентоса в прибрежной зоне мыса Казантип вносят двустворки. Их доля на трех станциях составляет 72–78%, а в районе бухты Татарская достигает 92–99%. В районе мыса Носорог

численность двустворок снижается до 50% от общей численности макробентоса. Здесь существенно возрастает доля многощетинковых червей (в основном гетеромастуса и nereid) и ракообразных (балянус) – до 40 и 8% соответственно. Вклад двустворчатых моллюсков в общую биомассу бентоса составляет на всех участках от 85 до 98% [5].

1.3. Двустворчатые моллюски

Двустворчатые, (лат. *Bivalvia*) – класс морских и пресноводных малоподвижных моллюсков, тело которых уплощено с боков и заключено в раковину из двух створок. К ним относят таких известных моллюсков, как устрицы, мидии, морские гребешки. Экологическая специализация к малоподвижному или неподвижному образу жизни определяет особенности внешнего и внутреннего строения двустворчатых моллюсков [7].

Общее число ныне живущих видов составляет приблизительно 9200. В России встречается около 1000 видов двустворчатых. Морские пластинчатожаберные представлены примерно 800 видами, которые включают в 4 подкласса, 99 семейств и 1100 родов. Крупнейшие семейства пластинчатожаберных – венериды, а также теллиниды (*Tellinidae*) и люциниды (*Lucinidae*). Пресноводные *Bivalvia* составляют 7 семейств, крупнейшее из которых – униониды (*Unionidae*) – включает около 700 видов. Несмотря на то, что количество видов двустворчатых моллюсков в несколько раз меньше, чем брюхоногих, их численность и биомасса на единицу площади морского дна значительно выше, чем других групп моллюсков.

Большинство двустворчатых моллюсков являются фильтраторами (сестонофагами) и питаются, в частности, фитопланктоном и зоопланктоном. У наиболее примитивных видов двустворчатых (*Protobranchia*) встречаются различные способы питания, в том числе и соскабливание детрита с морского дна. Очевидно, данный способ питания был исходным для двустворчатых моллюсков, пока они ещё приспособились к питанию путём фильтрования. При

использовании этой модели питания моллюски ощупывают субстрат с помощью пары щупалец, которые образуются краем мантии. Щупальца покрыты слизью и снабжены ресничками. Щупальца собирают со дна пищевые частицы и сортируют их: слишком крупные отбрасываются, а остальные направляются в ротовое отверстие [7].

Особо велика роль двустворчатых моллюсков в биологической очистке вод. Двустворчатые моллюски выступают как биофильтраторы, очищающие водоёмы от органического загрязнения. Кроме того, они поглощают и накапливают в своём теле тяжёлые металлы, тем самым способствуя очищению водоёмов от химического загрязнения [8]. Помимо этого, в районах разведения моллюсков повышается общая продуктивность морских вод, в том числе и увеличивается численность рыб, которые питаются моллюсками и прочими беспозвоночными.

Двустворчатые моллюски играют большую роль в образовании осадочных известковых пород [6]. Из их раковин в основном немалой частью состоят такие горные породы, как ракушечник, мрамор, известняки.

Некоторые двустворчатые моллюски вступают в симбиоз с бактериями, участвующими в их процессе пищеварения, или же питаются за их счёт. Отдельные представители (семейство корабельные черви - *Teredinidae*) имеют червеобразную форму тела и питаются древесиной деревянных подводных предметов, в которую вгрызаются сверлильным аппаратом раковинки [7].

На поверхности раковин лентидиумов, в задней части, часто поселяются диатомеи, хетофорацеи, баянусы, а также *Nassa neritea*, *Hidrobia*, коконы трубелярий и др. Основным элементом летнего эпибиоза является усоногий рак баянус. В мантийной полости лентидиума поселяются копеподы *Canuella perplexa* [2].

1.4. Лентидиум средиземноморский

Лентидиум средиземноморский (*Lentidium mediterraneum* (O.G. Costa, 1829)) – один из самых распространённых видов двустворчатых моллюсков в Азовском море [6]. Этот моллюск широко распространён в Азовском море при солёности не ниже 5‰. Также распространён и в Черном море и в морях Средиземноморского бассейна [2] (рис. 1.1).

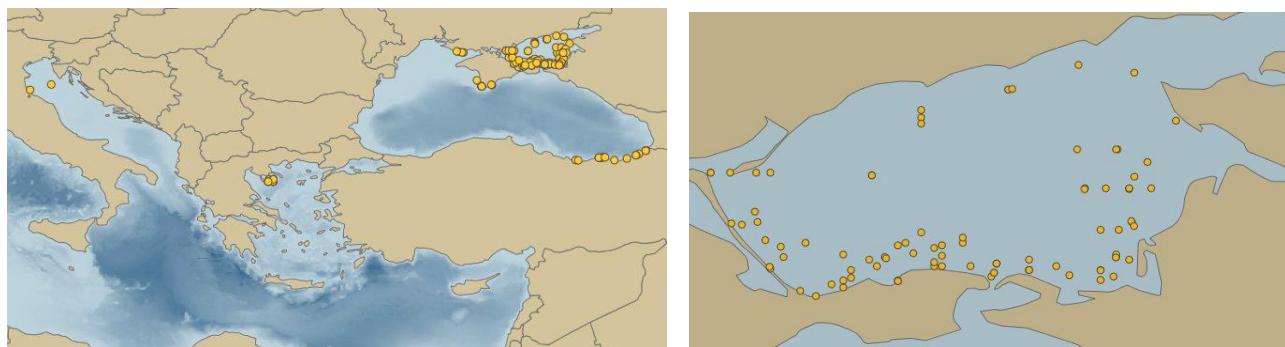


Рис. 1.1 Встречаемость лентидиума средиземноморского в морях Средиземноморского бассейна и в Азовском море (по данным Ocean Biogeographic Information System)

Во время отбора проб более чем на половине станций у побережья Казантипского заповедника встречался небольшой двустворчатый моллюск лентидиум средиземноморский и, как правило, при невысоких значениях численности 26-94 экз./м² и биомассы 0,3-1,6 г/м² [5]. Зачастую образует биоценозы и является доминирующим видом в биогеоценозах. Так, например, в бухте Татарская лентидиум доминировал, составляя 95% общей биомассы и 98% численности зообентоса.

Длина раковины у лентидиума обычно до 10 мм (редко до 12 мм). В прибрежье Казантипа единично отмечены особи лентидиума длиной до 7 мм, а большинство моллюсков (60%) имели длину раковины не более 5 мм. Лентидиум также является важным звеном в трофической цепи бычка [5]. Средиземноморский лентидиум относится к сестонофагам [2].

Раковина у лентидиума удлинённо-овальная, слабовыпуклая, с макушками, расположенными посередине спинного края (рис. 1.2). Поверхность

створок покрыта концентрическими линиями нарастания с мало заметными радиальными линиями. Кардинальный зуб правой створки крупный треугольный, на левой створке - маленький. На правой створке спереди и сзади у спинного края лежат зубовидные пластинки. Хондрофор крупный, раздвоенный на конце. Мускульные отпечатки округлые, передний несколько крупнее заднего. На месте синуса мантийная линия выпрямлена, часто этот участок мантийной линии слабо выгнут вперед. Окраска белая, желтая или оранжевая [7].



Рис. 1.2 Внешний вид лентидиума средиземноморского

Лентидиум ведет зарывающийся образ жизни. При помощи ноги он зарывается в верхний слой грунта, который относительно неподвижен. При этом он остается в вертикальном положении или под углом в 20° к поверхности грунта [2].

Лентидиумы достаточно стойки по отношению к изменению солености воды [6]. Согласно некоторым исследованиям, лентидиум может несколько недель прожить в сосуде, наполненном соленой водой, не требуя особого ухода. Если условия в сосуде ухудшаются, лентидиумы полностью выходят на поверхность песка, и снова погружаются в грунт при нормализации условий.

Лентидиумы – теплолюбивые организмы, они живут только в средиземноморской области. В связи с сезонными колебаниями, лентидиум средиземноморский изменяет глубины обитания. В зимнее время моллюск опускается на большие глубины, летом же поднимается выше [2].

Систематическое положение лентидиума средиземноморского [7]:

Надцарство: Эукариоты

Царство: Животные (Animalia)
Тип: Моллюски (Mollusca)
Класс: Двустворчатые (Bivalvia)
Подкласс: Разнозубые (Heterodonta)
Инфракласс: Euheterodonta
Надотряд: Imparidentia
Порядок: Мииды (Myida)
Надсемейство: Myoidea
Семейство: Corbulidae
Род: Лентидиум (Lentidium)
Вид: Лентидиум средиземноморский (*Lentidium mediterraneum*)

1.5. Определение возраста двустворчатых моллюсков

Наружная поверхность створок раковинных моллюсков не всегда является гладкой, часто на ней видны концентрические линии, которые, аналогично годичным кольцам деревьев, свидетельствуют о возрасте моллюска и скорости роста его раковины. По кольцам нарастания нетрудно догадаться о причинах задержки роста раковины. Такое замедление роста происходит, например, зимой или в неблагоприятные периоды, когда мало питательного корма.

Существует шесть основных подходов к определению возраста у моллюсков и получению данных о размерно-возрастных соотношениях у этих животных. Это наблюдение за приростами моллюсков, которые содержатся в природных условиях в садках или в аквариумах в лаборатории; наблюдение в природных условиях за ростом моллюсков, меченых с помощью различных технологий; использование физико-химических методов для изучения состава раковины моллюсков; изучение структуры раковины на различных спилах, шлифах и пр.; подсчет количества скульптурных периодических образований (например, наружных колец роста); анализ размерно-возрастной структуры

популяций. Последняя группа методов дает только статистическую оценку возрастного состава популяции, не позволяя определить возраст отдельной особи [11].

Наиболее часто в качестве структур регистрации возраста используются так называемые «годовые» кольца (линии остановки роста) на поверхности периостракума. Реже для определения возраста используют линии задержек роста на мускульных отпечатках или количество линий на лигаменте. Метод подсчета колец на поверхности раковины (или крышечки) отличается простотой и доступностью. Серьезными ограничениями этого метода следует считать два следующих. У очень старых двустворчатых моллюсков поверхность макушки раковины сильно корродированна, что мешает обнаружению самых первых колец. Также, снижение интенсивности роста особей к концу жизни приводит к тому, что у старых животных линии нарастания сильно сближаются, и это тоже затрудняет выделение уже последних колец. Оба эти обстоятельства могут привести к занижению возраста особи, причем последнее (сближение колец) наблюдается, в основном, для очень медленно растущих моллюсков с большой продолжительностью жизни [11].

РАЗДЕЛ 2

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика района исследований

Мыс Казантип. Представляет собой полуостров, расположенный в южной части Азовского моря на Керченском полуострове. Омывающие его берега воды, по своим характеристикам относятся к центральному району моря. Сам м. Казантип – овальной формы, вытянутый с северо-востока на юго-запад. В восточной части мыса находится гора Казантип (высота 106 м над уровнем моря), в центре – котловина, а обрывистое, скалистое побережье изрезано множеством бухт [5].

Глубины постепенно увеличиваются и на удалении 200 – 300 м от берега достигают 7 – 8 м. В узкой прибрежной зоне грунт представлен скалами, валунами и камнями, которые образованы кремниевыми скелетами ископаемых мшанок (Bryozoa). На глубинах более 2 – 3 м грунт песчаный и илисто-песчаный. Зимой море в районе мыса может замерзать, летом вода прогревается в среднем до 24 – 25°C. В июле и августе в прибрежье температура воды может достигать 28,5 - 32,5°C. Вариабельность показателей солености в поверхностном слое морской воды незначительно и составляет 9,39 – 9,50 ‰. Волнение моря в основном связано с воздействием ветра и может развиваться довольно быстро, достигая установившегося состояния примерно через 2 часа после возникновения ветра. При сильных северо-восточных ветрах высота волн может достигать 2,1 до 3,0 м [5].

2.2. Сбор и обработка материала

Для изучения масс-размерных характеристик *L. mediterraneum* пробы были отобраны в июле 2016 года в основании мыса Казантип в прибрежной части бухт Русская и Татарская (рис. 2.1) при помощи водолазного

дночерпателя с площадью захвата 0,08 м² на глубине 1 м. Собранный материал промывали через систему сит с минимальным размером ячеей 1 мм. Пробу фиксировали 96% этанолом.

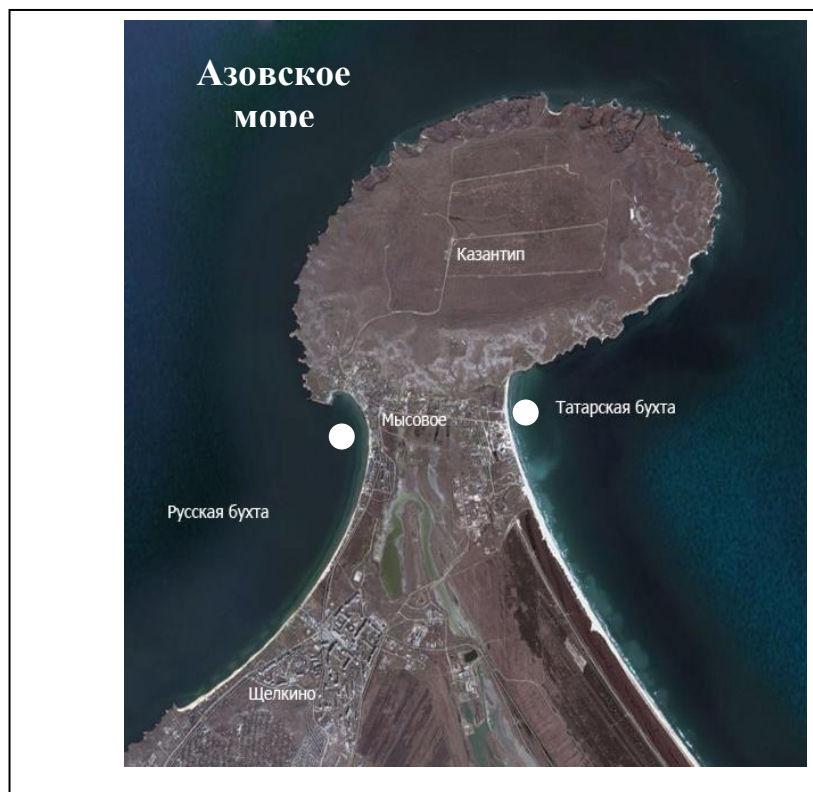


Рис. 2.1. Схема расположения места отбора проб

Последующая обработка фиксированного материала проводилась в лабораторных условиях с использованием бинокля МБС-10 – из собранных проб извлекали моллюсков. Длину раковины определяли с точностью до 0,1 мм с помощью окуляр-микрометра. Массу моллюска определяли с точностью до 0,0001 г. на аналитических весах ВЛР-200. Перед взвешиванием моллюсков вскрывали с помощью препаровальной иглы, удаляли фиксирующий раствор из мантийной полости и затем просушивали на фильтровальной бумаге.

Для моллюсков размерных групп свыше 4 мм определяли индивидуальную массу (сырых тканей вместе со створками), для моллюсков менее 4 мм определяли суммарную массу по группам: до 2 мм, 2,0–2,9 мм, 3,0–3,9 мм с последующим расчётом средней индивидуальной массы.

Всего измерено 3127 экземпляров *L. mediterraneum*, индивидуальный вес определён для 671 экземпляров.

Полученные данные представляли в виде степенного уравнения [9, 10]:

$$M = aL^b \quad (2.1)$$

где M – масса моллюска со створками (мг), L – длина моллюска (мм), a и b – постоянные величины (a – коэффициент пропорциональности, b – основная искомая аллометрическая постоянная).

На поверхности раковины моллюска параллельно её вершине расположены изогнутые линии - это годовые линии прироста. С ростом моллюска растёт и раковина. Вершина раковины – наиболее старая её часть. По количеству годовых линий можно определить возраст моллюска.

Определение возраста моллюска проводили посредством определения колец задержки роста, формирующимся на наружной поверхности раковины с годовой периодичностью. Измеряли длину раковины от макушки до наиболее удаленной части годового кольца. Возраст был определён для 106 экземпляров лентидиума.

Личный вклад: отбор проб зообентоса, первичная обработка (промывка проб через сита в море, разбор фиксированных проб в лаборатории), измерение моллюсков, взвешивание моллюсков (определение индивидуальной массы), определение длины моллюсков до первого годового кольца, анализ полученных данных, анализ литературных источников.

РАЗДЕЛ 3

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Размерно-частотные гистограммы для поселений *L. mediterraneum*

В ходе работы были так же составлены размерно-частотные гистограммы для поселений *L. mediterraneum* в прибрежной зоне бухт Русская и Татарская.

Высота раковины исследованных моллюсков была в пределах от 0,58 мм до 7,5 мм. Размах колебаний показателей общей массы моллюсков составлял 0,6–40,4 мг.

В составе локального поселения в бухте Русская преобладают особи с длиной раковины 1,6–1,9 мм – около 50 % общего количества (рис. 3.1).

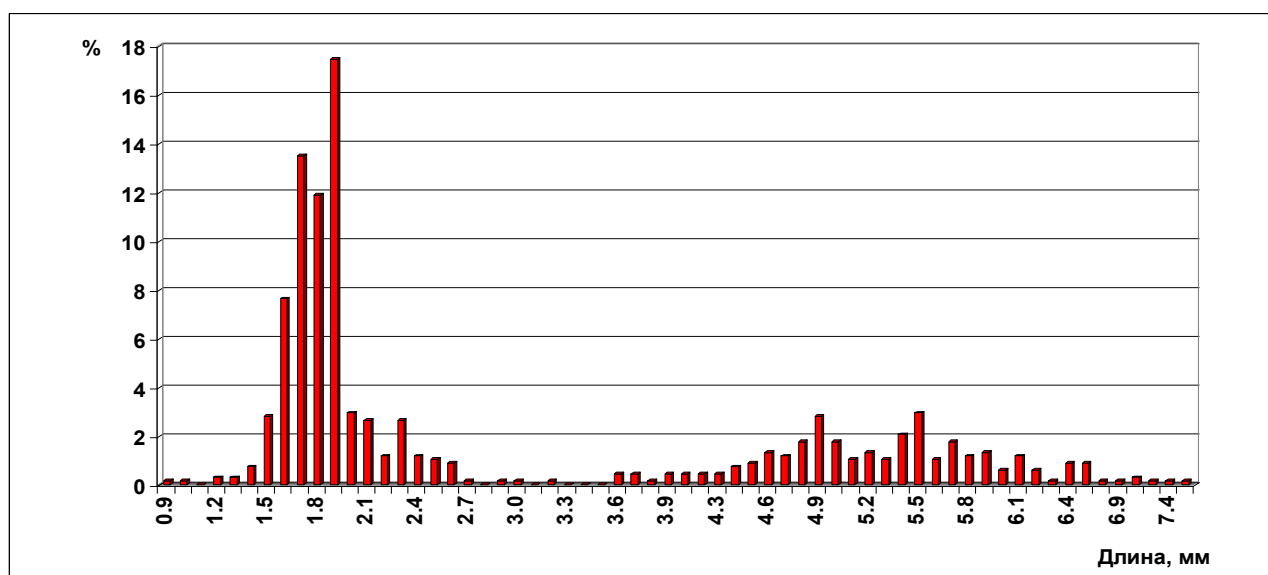


Рис. 3.1 Размерно-частотная гистограмма для поселений *L. mediterraneum* с высотой раковины от 0,9 мм до 7,5 мм в б. Русская

В исследованиях, проведенных в мае 2011 г. [5], моллюски размерной группы 1–2 мм присутствовали в минимальном количестве, а размерная группа 2–3 мм отсутствовала. Следовательно, группу моллюсков размером до 2,7–3,0 мм, очевидно, можно отнести к сеголеткам, что подтверждает наличие пика размножения лентидиума в весенний период.

В составе размерной группы 1–3,9 мм наибольшее количество отмечено для особей с длиной раковины 1,7–1,9 мм. В составе размерной группы свыше 4 мм отмечено два локальных пика с максимумами 4,9 мм и 5,5 мм (рис. 3.1). Возможно, это связано с наличием двух пиков размножения у лентидиума. Особи с длиной раковины более 6,5 мм встречены в небольшом количестве, что может быть вызвано выеданием старших возрастных групп рыбами.

В составе локального поселения в бухте Татарская доля особей с длиной раковины 1,4–2,0 мм и 4,9–5,9 примерно одинакова (рис. 3.2).

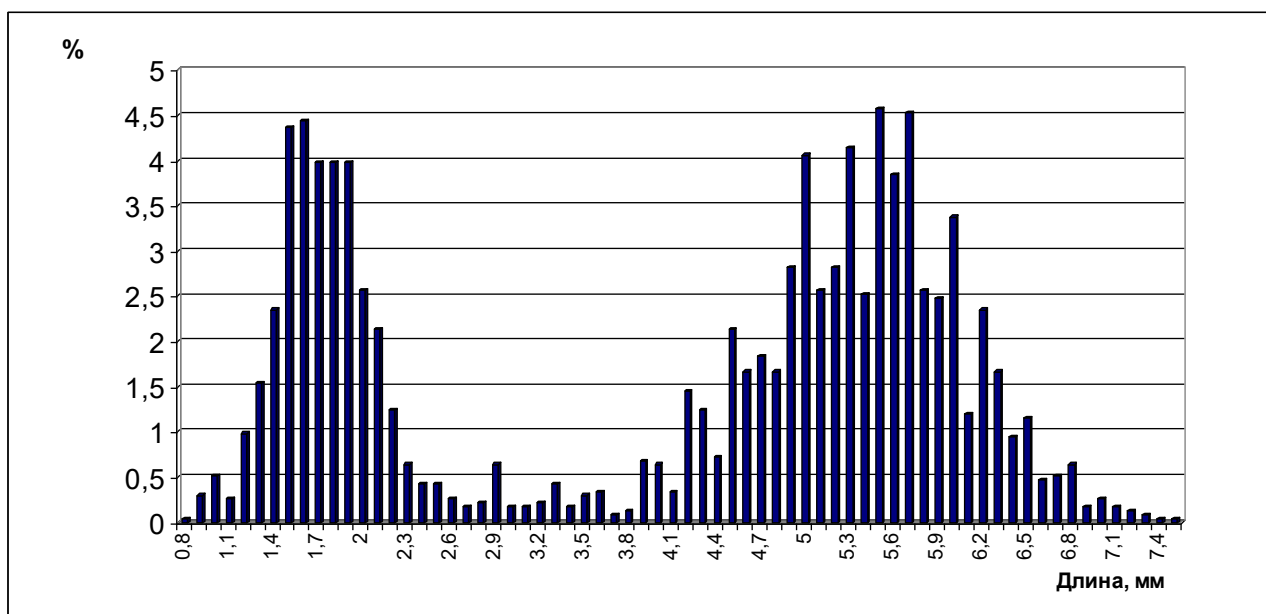


Рис. 3.2 Размерно-частотная гистограмма для поселений *L. mediterraneum* с высотой раковины от 0,9 мм до 7,5 мм в б. Татарская

Таким образом, в бухте Татарская, при общей более высокой плотности популяции, значительно выше количество особей старших возрастных групп.

3.2. Показатели уравнения масс-размерных характеристик

В результате проведенных измерений получен ряд степенных уравнений, связывающих высоту раковины с общей массой моллюска. Уравнения, полученные на основе данных по средней массе моллюсков различных размерных групп с диапазоном 1 мм имеют вид: $M = 0,417L^{2,376}$ для б. Русская и $M = 0,321L^{2,412}$ для б. Татарская, и демонстрируют высокую степень достоверности (рис. 3.3).

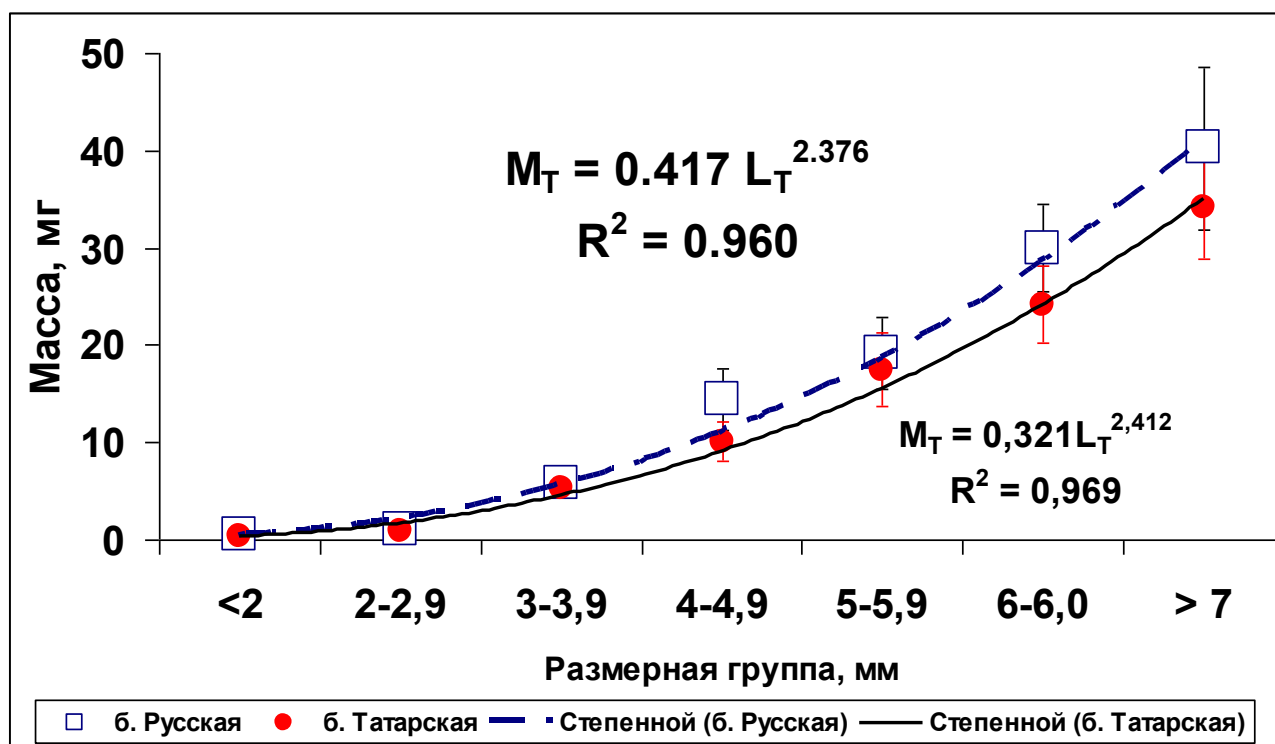


Рис. 3.3 Аллометрические характеристики *L. mediterraneum* с высотой раковины от 0,5 мм до 7,5 мм.

Расчеты, проведенные для отдельных размерных групп, показали разные значения коэффициентов и различную степень достоверности групп (рис. 3.4 - 3.6). В бухте Русская у моллюсков с длиной раковины 4,0-4,9 мм и 5,0-5,9 мм результаты не столь точные ($M = 0,3887L^{2,3359}$ и $M = 0,3607L^{2,3311}$ соответственно), так как коэффициент корреляции уравнений находится в пределах от 0,31 до 0,37. А при размерах от 6,0 мм до 7,5 мм показатели масс моллюсков очень тесно связаны с высотой их раковины ($M = 0,4848L^{1,949}$ и M

= $0,5299L^{2,189}$ соответственно), поскольку коэффициент корреляции уравнений находится составляет 0,66-0,68.

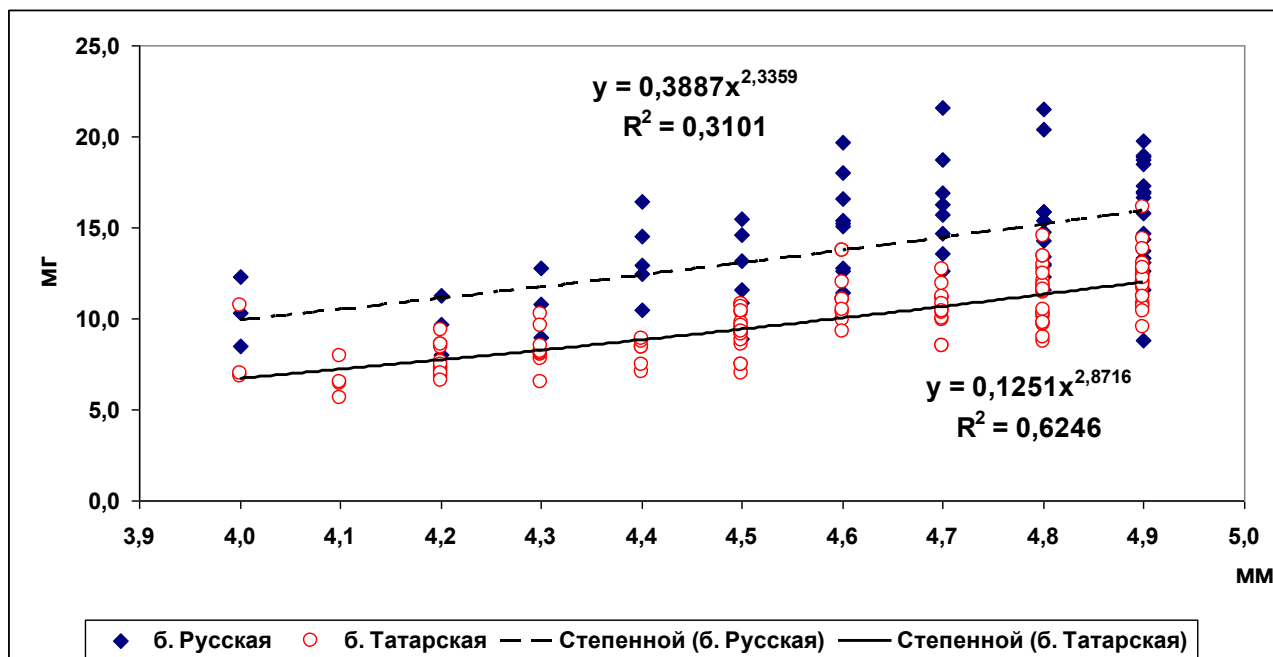


Рис. 3.4 Аллометрические характеристики *L. mediterraneum* с высотой раковины от 4,0 мм до 4,9 мм

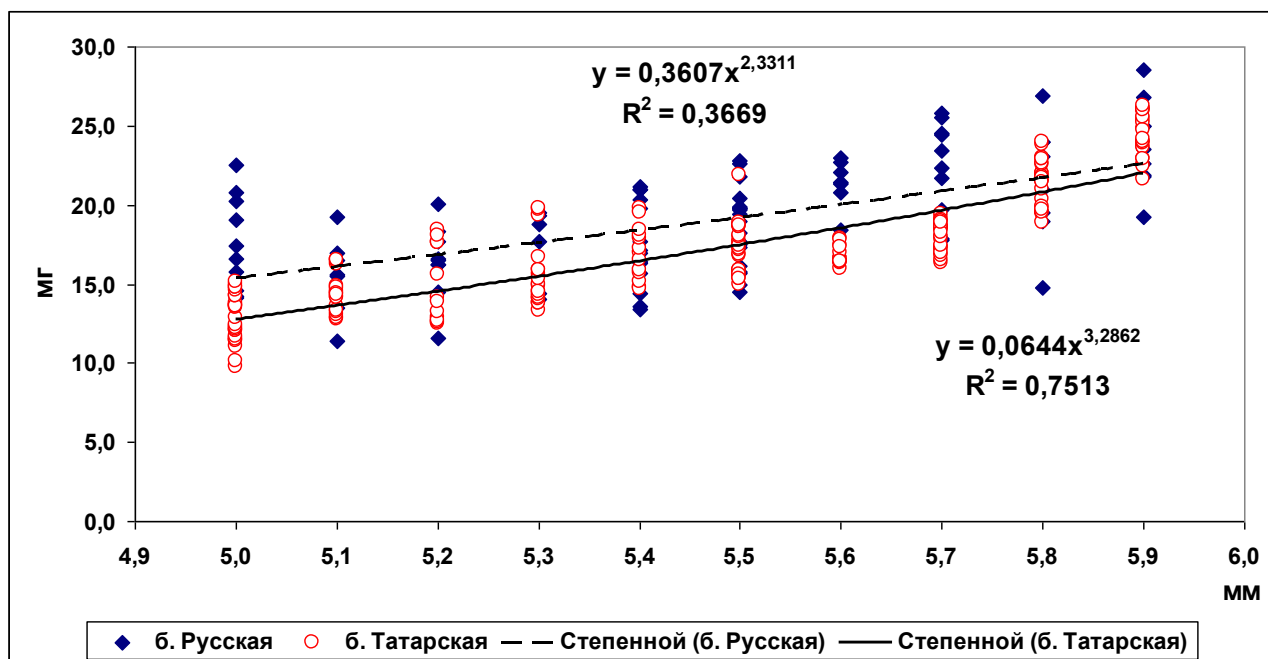


Рис. 3.5 Аллометрические характеристики *L. mediterraneum* с высотой раковины от 5,0 мм до 5,9 мм

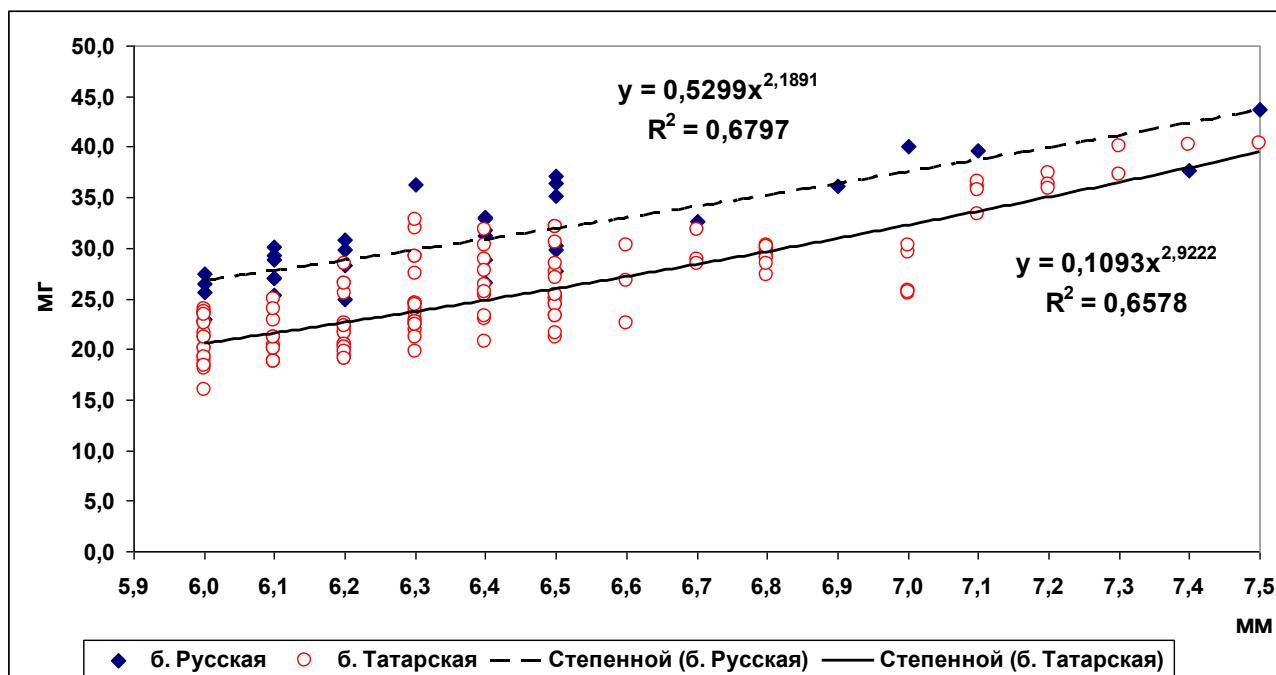


Рис. 3.6 Аллометрические характеристики *L. mediterraneum* с высотой раковины от 6,0 мм до 7,5 мм

В бухте Татарская во всех указанных размерных группах коэффициенты корреляции достаточно высоки (0,62 – 0,75). Возможно, это связано с гораздо большей представленностью данных размерных групп в локальной популяции. При этом в б. Татарская отмечается более низкие значения средней массы моллюсков этих размерных групп по сравнению с популяцией в б. Русская.

Полученные уравнения регрессии можно использовать, при необходимости, чтобы с высокой степенью достоверности переходить от размерных характеристик *L. mediterraneum* к весовым, что позволяет оперативно проводить оценку продукционного потенциала данного вида в конкретных условиях обитания.

В полевых условиях использование полученных уравнений масс-размерных характеристик может позволить изучать данный вид, не причиняя вреда его популяции (без фиксации проб).

3.3. Возрастная структура поселений *L. mediterraneum*

В ходе работы была составлена гистограмма, показывающая количество особей с определенной длиной раковины в первый год жизни (первое годовое кольцо) (рис. 3.7 А). Проведя изучение возрастной структуры популяций по группам разным размеров было выявлено, что за год моллюск вырастает в длину на 4-4,5 мм (рис 3.7. Б). Моллюски с двумя годовыми кольцами не выявлены, следовательно в исследованных популяциях присутствуют особи с возрастом 1 и 2 года жизни.

Присутствие особей размерных групп от 3 – 3,8 и более 5 мм в малом количестве можно объяснить тем, что эти значения являются крайними значениями в диапазоне роста моллюска.

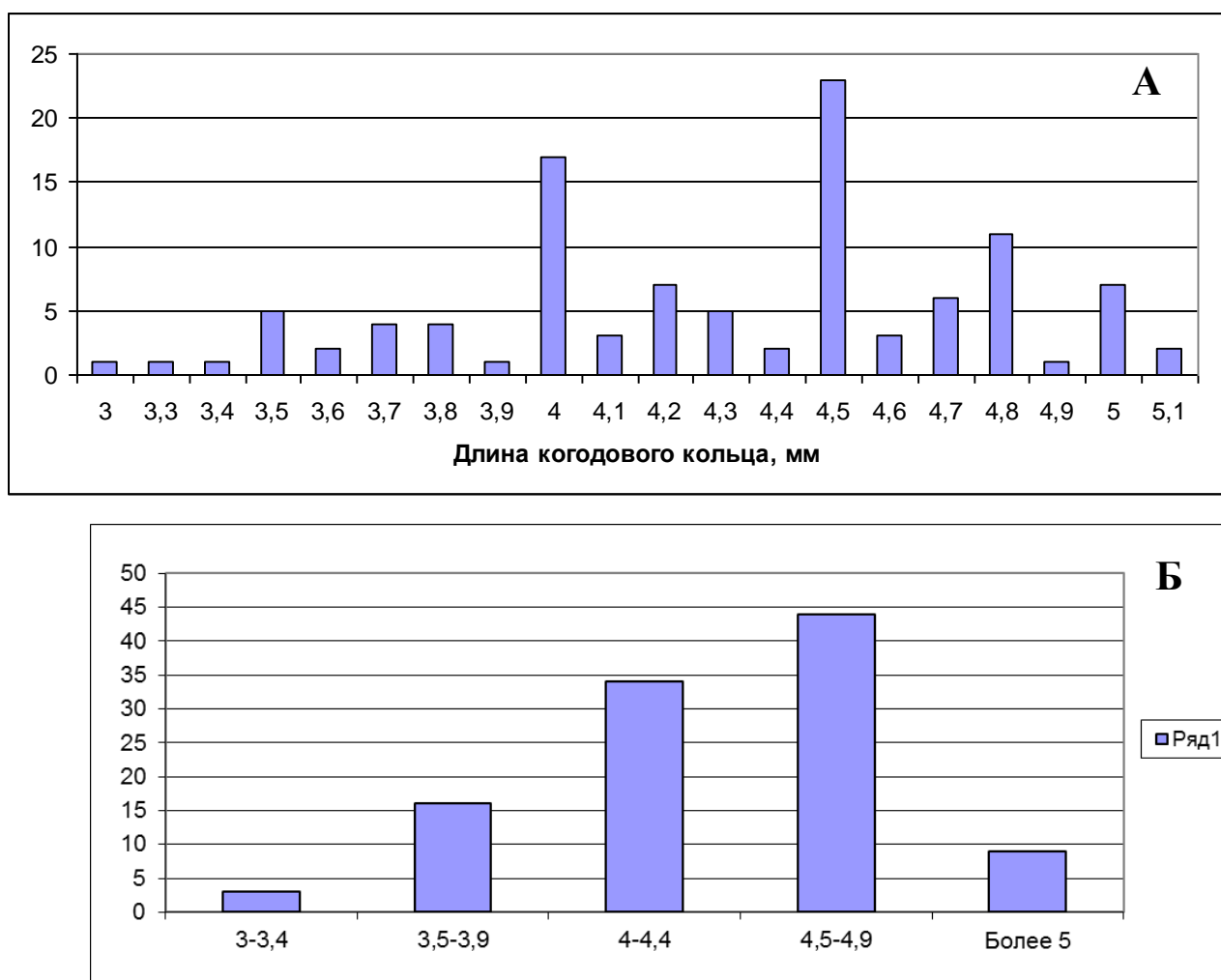


Рис. 3.7 Количество особей *L. mediterraneum* с различной длиной годового кольца (общее – А, по размерным группам – Б).

Средний размер моллюсков в возрасте 1 год составил 4,3 мм.

На гистограммах размерной структуры поселений лентидиума (рис. 3.1, 3.2) видно, что в бухте Русской количество особей возрастом одного года значительно превышает количество особей, возраст которых больше одного года. Это может быть связано с тем, что в бухте Русская больше хищников, которые выедают из популяции моллюсков возрастом больше года и размерных групп от 4,5 до 6,5 мм. В бухте Татарская популяция менее подвержена влиянию хищников, поэтому присутствует два примерно одинаковых пика.

На основании полученных данных, можно сказать, что обе популяции находятся в стабильном состоянии, потому что если взять размерную группу моллюсков 4,5 – 6,5 мм, то есть моллюсков примерно одного возраста, то мы увидим, что все особи в популяции стремятся к среднему значению роста. Отбор в пользу средних значений является показателем стабилизирующего естественного отбора, который присутствует в популяциях, находящихся в стабильном состоянии.

ВЫВОДЫ

1. Составлены размерно-частотные гистограммы для поселений *L. mediterraneum* в различных участках южной части Азовского моря (бухты Русская и Татарская).

2. Определены показатели уравнения масс-размерных характеристик локальных поселений *L. mediterraneum* в южной части Азовского моря (б. Русская и б. Татарская). Уравнения, полученные на основе данных по средней массе моллюсков различных размерных групп с диапазоном 1 мм имеют вид: $M = 0,417L^{2,376}$ для б. Русская и $M = 0,321L^{2,412}$ для б. Татарская.

3. Характер распределения особей различных размерных групп в локальных поселениях бухт примерно одинаков (преобладают особи с длиной раковины 1,4 – 2,0 и 4,9 – 5,9), но показатели уравнений масс-размерных характеристик несколько различаются. В б. Татарская отмечается более низкие значения средней массы моллюсков размерных групп 4-7 мм по сравнению с популяцией в б. Русская.

4. С помощью полученных уравнений можно при необходимости с высокой степенью достоверности переходить от размерных характеристик отдельных популяций лентидиума к весовым и, таким образом, оперативно проводить оценку продукционного потенциала данного вида в конкретных условиях обитания.

5. В полевых условиях использование уравнения масс-размерных характеристик может позволить изучать данный вид без причинения вреда его популяции (без фиксации проб).

6. Средний размер моллюсков в возрасте 1 год составляет 4,3 мм. Моллюски старше 2-х лет не обнаружены.

7. Популяции в обеих бухтах находятся в стабильном состоянии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Воробьев В. П. Бентос Азовского моря / В. П. Воробьев. - Симферополь: Крымиздат, 1949. - 190 с.
2. Киселёва М.И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря / М.И. Киселева.- Киев: Наукова думка, 1981.- 168 с.
3. Бентос // Биологический энциклопедический словарь / глав. ред. М. С. Гиляров. — М.: Советская энциклопедия, 1986. — С. 56.
4. Зайцев Ю.П. Введение в экологию Черного моря / Ю.П. Зайцев - Одесса: Эвен, 2006. — 224 с.
5. Болтачев, А.Р. Подводный мир Казантипского природного заповедника / А.Р. Болтачев [и д.р.] – Бизнес-Информ Симферополь, 2016.- 112 с.
6. Анистратенко, В.В. Моллюски Азовского моря / В.В. Анистратенко, И.А. Халиман, О. Ю. Анистратенко. – Киев: Наукова думка, 2011.- 184 с.
7. Определитель фауны Чёрного и Азовского морей: в 3 т. / АН УССР. ИнБЮМ. – К.: Наук. думка, 1968-1972. – Т. 3. – 340 с.
8. Шилов И. А. Экология / И. А. Шилов - М.: Высшая школа, 1997. - С. 373-389.
9. Заика В. Е. Аллометрия раковины двустворчатых моллюсков / В.Е. Заика // Морск. экол. журн. – 2004.- № 1, т. 3. – С. 47-50.
10. Варигин А.Ю. Аллометрические характеристики двустворчатого моллюска *Abra ovata* (PHILIPPI, 1836) в условиях северо-западной части Черного моря / А.Ю. Варигин // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Биол., 2010.- № 3 (44). – С. 38-40.
11. Уваева Е.И., Михайлова Ю.В. Определение индивидуального возраста у моллюсков / Біологічні дослідження – 2017: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2017. – 103-104.