МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ, ГЕОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

УЧРЕЖДЕНИЕ «ИНСТИТУТ ГИДРОБИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ»

М.Т. Баймуканов, А.У. Шагилбаев, А.А. Искаков

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОТОЛИТОВ РЫБ – ОБЪЕКТОВ ПИТАНИЯ КАСПИЙСКОГО ТЮЛЕНЯ *(PUSA CASPICA GMELIN, 1788)*

АЛМАТЫ, 2022

МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ, ГЕОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

УЧРЕЖДЕНИЕ «ИНСТИТУТ ГИДРОБИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

М.Т. Баймуканов, А.У. Шагилбаев, А.А. Искаков

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОТОЛИТОВ РЫБ – ОБЪЕКТОВ ПИТАНИЯ КАСПИЙСКОГО ТЮЛЕНЯ *(PUSA CASPICA GMELIN, 1788)*

АЛМАТЫ, 2022

Министерство экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан

Учреждение «Институт гидробиологии и экологии»

ISBN 978-601-08-2777-6

УДК 599.745.31

ББК 28.693.36

Б 18

М.Т. Баймуканов, А.У. Шагилбаев, А.А. Искаков Методическое пособие по изучению отолитов рыб – объектов питания каспийского тюленя *(Pusa caspica Gmelin, 1788)*. Алматы, 2022. 48 стр.

Утверждено и рекомендовано к печати
Ученым советом ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства»
(выписка № 3 из Протокола заседания № 3 от 13 октября 2022 г.)

Каспийский тюлень *(Pusa caspica Gmelin, 1788)* - единственное млекопитающее в фауне Каспийского моря, эндемик, вид трансграничный. Международным союзом охраны природы вид признан как «Исчезающие». Занесен в Перечень редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных РК. Статус тюленя предполагает применение прижизненных методов для оценки рациона питания животных.

Настоящее пособие описывает последовательно методики работ, необходимые для формирования коллекций отолитов рыб, сбора фекалий тюленей, формирования коллекций отолитов рыб, содержащихся в них, с последующим определением их видовой принадлежности и восстановления длин съеденных рыб, представляет описание и иллюстрированный атлас отолитов.

Методическое пособие разработано по заказу Министерства экологии, геологии и природных ресурсов РК (Грант №BR10264205) и предназначено для исследователей, занимающихся питанием каспийского тюленя, преподавателей и студентов высших учебных заведений с целью обучения применения копрологических методов для оценки питания животных.

ISBN 978-601-08-2777-6

На обложке: отолиты Sagitta сингиля

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	4
1	Методика формирования коллекций отолитов рыб	6
2	Методические рекомендации работы с коллекциями отолитов	12
2.1	Принципы описания отолитов	12
2.2	Атлас отолитов рыб Каспийского моря – объектов питания каспийского тюленя	14
2.3	Методика измерения отолитов	33
3	Метод сбора и первичной обработки фекалий	37
4	Восстановление длины рыб по отолитам с фекальных проб	42
	Библиография	44

ВВЕДЕНИЕ

Каспийский тюлень *(Pusa caspica)* – единственное водное млекопитающее и эндемик Каспийского моря. Включен в Красный список МСОП, как вид, находящийся под угрозой исчезновения [1]. С ноября 2020 г. включен в Перечень редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных Республики Казахстан [2].

Известно, что предыдущие исследования питания каспийских тюленей были основаны на убое животных [3,4,5], что в настоящем неприемлемо в связи с «краснокнижным» статусом вида [6]. В то же время, существуют копрологические методы [7-10], основанные на анализе содержимого фекалий ихтиофагов, к которым относится, каспийский тюлень, с целью обнаружения в них не перевариваемых отолитов рыб [11,12].

Отолиты (или статолиты) – твердые образования беловатого цвета, состоящие преимущественно из кальция. Они попарно располагаются в капсулах перепончатого лабиринта черепа рыб и являются органами равновесия. Отолиты обладают видоспецифичностью [13,14], то есть у каждого отдельного вида рыбы отолит имеет свою форму, что служит хорошим систематическим признаком и позволяет их идентифицировать даже после всех процессов жизнедеятельности тюленя.

Таким образом, изучив состав отолитов в фекалиях каспийских тюленей, можно прижизненно определить рацион питания животных, располагающихся на лежбищах.

Методическое пособие по изучению отолитов рыб – объектов питания каспийского тюленя представляет собой издание, в котором в хронологическом порядке описаны процедуры для изучения питания каспийского тюленя по сборам их фекалий.

Ориентировано данное методическое пособие на прижизненные исследования питания каспийского тюленя, но может быть использовано при исследовании разнообразия отолитов рыб, определения или уточнения систематического статуса рыб, изучения питания других млекопитающих, а также птиц, являющихся ихтиофагами.

1 Методика формирования коллекций отолитов рыб

1. Отолиты рыб имеют видовую и популяционную специфику, для целей определения в фекалиях тюленей, важно составить их коллекцию. Коллекция отолитов рыб должна быть составлена на основе извлечения и описания отолитов от видов рыб, отловленных в Каспийском море.

2. Для составления коллекции необходимо отловить и провести биоанализ не менее 25-30 особей каждого исследуемого вида, включающих рыб, относящихся к различным размерно-возрастным группам.

3. При отлове используют все возможные методы отлова рыб, включая жаберные сети, вентери, бимтралы, другие, исходя из образа жизни рыб – пелагический или донный..

4. Место отлова отмечается на навигаторе, записываются глубина и другие характеристики в соответствующий протокол (таблица 1, 2)

Таблица 1 – Протокол лова рыбы в порядке жаберных сетей

№ сети	Дата	Время, от/до	Место	Координаты	Глубина, м	Температура воды, ^{0}C	Характеристика сети (мононить, многожильный и др.)	Длина сети, м	Ячея сети, мм	Состав улова (вид - кол-во экз.)

Таблица 2 – Протокол лова рыбы бимтралом

№ траления	Дата	Время, от/до	Место	Координаты	Глубина, м	Скорость траления, м/сек	Температура воды, ^{0}C	Состав улова (вид - кол-во экз.)

5. Для описания внутрипопуляционной изменчивости отолитов, отлов рыб производится в нескольких районах моря по аналогичной вышеописанной схеме.

6. Определение вида отловленных рыб производится по соответствующим определителям [15,16], при этом желательно фотографировать типовые экземпляры рыб каждого вида, выбирая для этого неповрежденные особи, после извлечения их из орудий лова.

7. Проводится биологический анализ рыб с указанием длины рыб, массы, пола, других параметров согласно соответствующего руководства [17], данные заносятся в соответствующий протокол (таблица 3). Биоанализ крупных по размерам рыб (в длину более 200 мм) производится преимущественно в полевых условиях. Головы рыб после проведения биоанализа отсекаются от тела и фиксируются в формалине или спирте согласно [17,18], при этом в ротовую полость каждой рыбы вкладывается скрученная этикетка с указанием: даты сборов, места, виды рыбы, его номера в журнале биоанализа данного вида рыбы, фамилии ответственного за сбор материала. Для этикетки используется плотная белая бумага, записи наносятся

простым карандашом. Производится от каждой рыбы отбор регистрирующей структуры для дальнейшего определения возраста (чешуя, жаберные крышки или позвонки), которые складываются в чешуйные книжки или специальные пакеты, где записываются исходные данные: Дата, место, вид рыбы, порядковый номер в журнале биоанализа рыб.

Таблица 3 – Биологический анализ рыб

№	Вид	Длина полная, мм	Длина до конца чешуйного	Масса полная, г	Масса без внутренностей, г	Пол	Стадия зрелости гонад	Жирность, по 5 шкале	Примечание

8. При невозможности проведения биологического анализа в полевых условиях производится фиксирование рыб согласно [17, 18]. Этикетки на банках с фиксированными рыбами содержат: дату сборов, место, вид рыбы и их количество, фамилию исследователя, ответственного за сбор материала. Отметим, что отолиты рыб, сохраненные в спирте, более прозрачные и лучше пригодны для измерений, но структура у них более хрупкая, чем у отолитов, фиксированных в формалине.

9. Каждый исследователь обязан самым аккуратным образом вести дневник и ежедневно записывать в него подробно все то, что сделал или наблюдал за прошедший день. Если какие-либо сведения получены от других лиц, то об этом необходимо сделать пометку и указать этих лиц. Банки со

сборами и другие материалы должны пересылаться с надежными людьми, доставляться самим наблюдателем

в лабораторию или направляться почтой, проверенной компанией, чтобы исключить потерю.

10. Все заполненные тетради с дневником, журналами измерений, протоколами и другими записями, книжки с чешуей и другими регистрирующими структурами доставляются в лабораторию, получают индивидуальный номер и заносятся в специальный журнал регистрации проб.

11. При камеральной обработке материалов полевых сборов все данные заносятся в электронную базу данных.

12. Отолиты представлены тремя парами – астерискус (asteriscus), лапиллюс (lapillus), сагитта (sagitta). У большинства рыб сагитта – наиболее крупный отолит, поэтому чаще всего его и используют в качестве определения вида съеденной тюленем рыбы.

13. Для составления коллекции отолитов необходимо, не повреждая, извлечь их из черепа рыбы. Схема расположения отолитов представлена на рисунке 1.

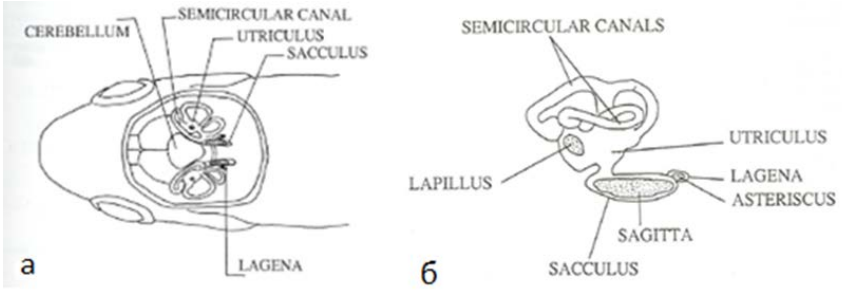


Рисунок 1 – Расположение отолитов в черепе и внутреннем лабиринте костных рыб (а) вид сверху на внутренний лабиринт костных рыб, (б) вид сбоку на правую половину внутреннего лабиринта рыб тресковых. Sacculus – капсула в которой располагается отолит Sagitta, Lagena – капсула в которой располагается отолит Asteriscus, Ultriculus – капсула в которой находится отолит Lapillus [по 7].

14. Извлечение отолитов у крупных по размерам рыб осуществляется путем продольного разреза головы вдоль сагиттальной плоскости следующим образом. Скальпелем производился с верхней части разрез по середине головы от затылочной части к носовой, тем самым разделяя череп на 2 половины. Для полного разделения головы за затылочными костями черепа осуществляется поперечный разрез. Глазным пинцетом производится выемка наиболее крупного отолита – сагитта (sagitta) из капсулы (Sacculus) вестибулярного аппарата рыбы. Для коллекции и изучения отбирают пару отолитов – с обеих сторон головы. У карповых рыб сагитта небольшого размера, уступающая астерискусу (asteriscus) и лапиллюсу (lapillus). осуществляют Астерискус вынимается с капсулы Lagena, лапиллюс из самой большой из капсул - Ultriculus.

15. У мелких особей и некрупных видов рыб необходимо отделить голову рыбы от тела, затем с нижней части головы постепенно удалять жаберные дуги, нижнечелюстные кости, и в конце концов отделить мозговую часть черепа. Затем под бинокуляром искать места соединения черепных костей, после аккуратно с помощью препаровальной иглы и скальпеля отделять черепные кости, и искать капсулы,

содержащие отолиты. Этот способ даёт возможность избежать разрезы черепа, чтобы не повредить отолиты, а также помогает обнаружить остальные пары отолитов (asteriscus, lapillus).

16. Для обоих способов требуется выработка определенного навыка, чтобы точно определять места расположения отолитов, их вид и способ извлечения. После извлечения при необходимости отолиты аккуратно промываются водой в чашке Петри.

17. Извлеченные отолиты следует хранить в бумажном или полиэтиленовом пакетике также можно помещать в небольшие пробирки с этикетками, в которые записывается: дата отлова рыбы, вид рыбы, линейные размеры, порядковый номер в журнале биоанализа и в базе данных, дата извлечения отолита, вид отолита, фамилия коллектора.

18. Коллекции отолитов раздельно по видам хранятся в специальной коллекционной комнате. Составляется каталог коллекций, который заносится в электронную базу данных.

2 Методические рекомендации работы с коллекциями отолитов

2.1. Принципы описания отолитов

Для описания отолитов необходимо знать их основные морфологические признаки, которые приведены на рисунке 2 для отолитов трех видов рыб.

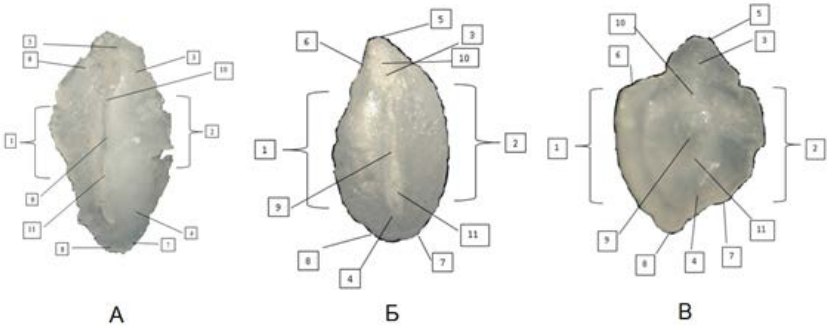


Рисунок 2 - Основные морфологические признаки отолитов: А – отолит кефали, Б – отолит атерины, В – отолит бычка; 1 – основание (дорсальная часть), 2 – открылок (вентральная часть), 3 – передняя (оральная) часть, 4 – задняя (каудальная) часть, 5 – рострум, 6 – антирострум, 7 – постростру м, 8 – парарострум, 9 – желобок, 10 – остиум, 11 – кауда

Внутри отолита всегда есть продольная выемка, называемая бороздкой (желобок), расположенная близко к центру отолита. Форма и размеры бороздки очень важны. Передняя часть бороздки называется остиум, а задняя кауда.

Обе части борозды могут сливаться вместе. Если они достигают края полей отолита, они называются открытыми, а если нет, то закрытыми. Дорсальная и часто вентральная части борозды, в основном имеют плоские или вогнутые формы. Часто у отолита есть более или менее обособленный рострум, выступающий из передней части.

Уметь определять внешнюю и внутреннюю стороны отолита необходимо для разделения левых и правых отолитов, а также это важно в измерении. Обычно внутренняя сторона отолита выпуклая и на ней располагается бороздка, а внешняя сторона более вогнутая и на ней бороздка отсутствует (рисунок 3).

Рисунок 3 - Фотография отолита каспийской атерины: а – внешняя сторона, б – внутренняя

Отолиты имеют важное систематическое значение, их используют для изучения внутривидовой структуры и разделения близких видов. Отмечается, что признаки на внутренней поверхности отолита используются для определения видовой принадлежности, а признаки и промеры на внешней поверхности – для изучения внутривидовой структуры и разделения близких видов [19].

Существует размерная изменчивость формы отолита. В целом, отолиты молоди округлы, и такие признаки как рострум, антирострум и дорсальная и вентральная части слабо развиты или отсутствуют (рисунок 4). Это затрудняет определение отолитов молоди рыб у близкородственных видов.

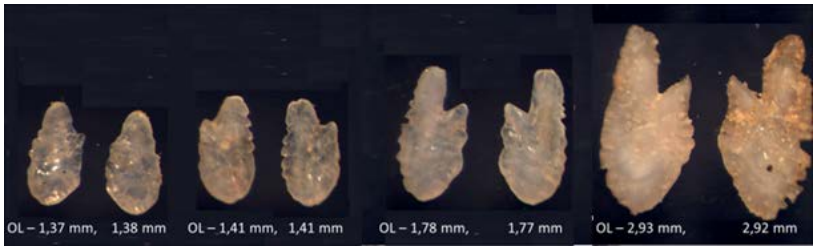


Рисунок 4 – Размерная изменчивость отолитов Sagitta каспийского пузанка (Alosa caspia) – левый/правый отолиты каждой указанной длины

Следовательно, сравнительное описание отолитов у близкородственных видов по коллекциям должно идти по отолитам, относящихся примерно к одним размерным группам рыб.

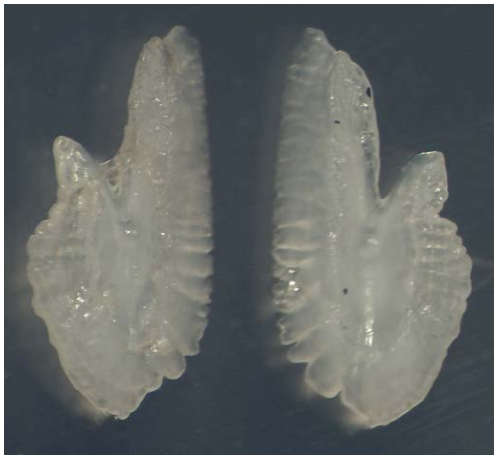
2.2. Атлас отолитов рыб Каспийского моря – объектов питания каспийского тюленя

2.2.1. На основе работы с коллекцией и описания отолитов рыб – объектов питания каспийского тюленя составлен Атлас отолитов рыб Каспийского моря – объектов питания каспийского тюленя, включающий в себя 14 видов: *Alosa braschnikowi* (Borodin, 1904) *sensu lato* - каспийская морская сельдь, *Alosa caspia* (Eichwald, 1838) *sensu lato* — каспийский пузанок, *Clupeonella caspia* Svetovidov, 1941 — каспийская килька, *Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758) — чехонь, *Rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870) — вобла, *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) — лещ, *Chelon auratus* (Risso, 1810)

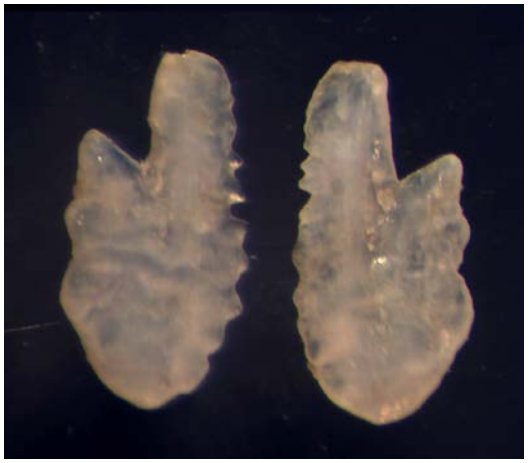
— сингиль, *Atherina caspia* Eichwald, 1831 — каспийская атерина, *Neogobius melanostomus affi nis* (Eichwald, 1831) — каспийский бычок-кругляк, *Neogobius pallasi* (Berg, 1916) — каспийский бычок-песочник, *Ponticola gorlap* (Iljin, 1949) — каспийский бычок - головач, *Ponticola syrman eurystomus* (Kessler, 1877) — каспийский бычок-ширман, *Proterorhinus nasalis* (De Filippi, 1863) — каспийский морской бычок-цуцик, *Hyrcanogobius bergi* Iljin, 1928 — бычок Берга.

2.2.2. Атлас содержит в себе систематическое положение вида, начиная с названия отряда; фотографию типичной формы отолита с характерной для вида формой, описание отолита. Сравнение изображений и описаний, приведенные в настоящем Атласе, позволяет определить видовую принадлежность рыб – объектов питания каспийского тюленя, по найденным в их фекалиях отолитам.

1) Характеристика отолитов каспийской морской сельди

Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **CLUPEIFORMES** – сельдеобразные Семейство **CLUPEIDAE** – сельдевые Вид ***Alosa braschnikowi* (Borodin, 1904) *sensu lato*** – каспийская морская сельдь	 Типичная форма отолита каспийской морской сельди
Описание отолитов	
Форма отолита (**сагитта**) вытянутая, с хорошо выраженными рострумом и антирострумом. Угол между рострумом и антирострумом острый. Открылок (вентральная часть) прямой, немного зазубренный. Основание (дорсальная часть) неровно закругленное. Парарострум длиннее постростурма.	

2) Характеристика отолитов каспийского пузанка

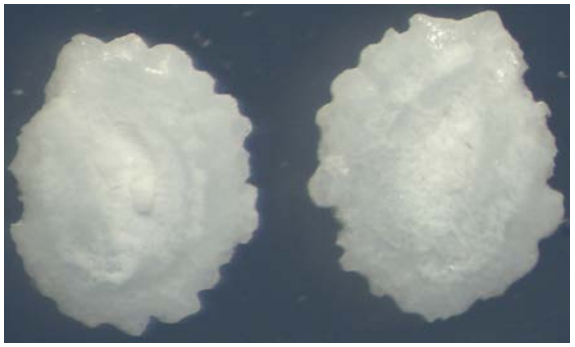
Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **CLUPEIFORMES** – сельдеобразные Семейство **CLUPEIDAE** – сельдевые Вид ***Alosa* caspia (Eichwald, 1838) *sensu lato*** – каспийский пузанок	 Типичная форма отолита каспийского пузанка
Описание отолитов	
Форма отолита (**сагитта**) вытянутая, с отдельно выраженными рострумом. Вершина рострума закруглена. Угол между рострумом и антирострумом острый. Антирострум менее выражен, чем у отолитов сельдей. Основание (дорсальная часть) неровно закругленное, но перед антирострумом имеется выступающий «бугорок», сливающийся с антирострумом. Открылок (вентральная часть) прямой, зазубренность реже, чем у сельдей, но зазоры шире. Парарострум длиннее постростурма. Постростурм слабо выражен.	

3) Характеристика отолитов каспийской кильки

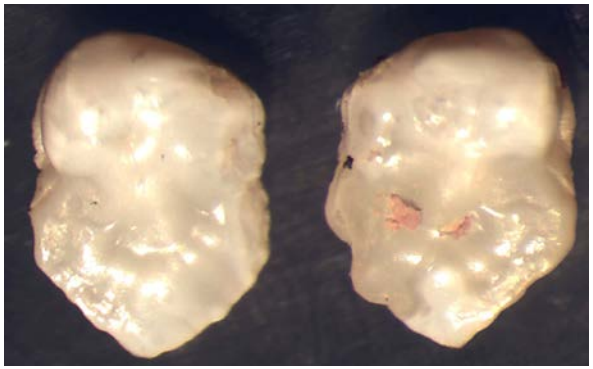
Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **CLUPEIFORMES** – сельдеобразные Семейство **CLUPEIDAE** – сельдевые Вид ***Clupeonella caspia* Svetovidov, 1941** – каспийская килька	 Типичная форма отолита каспийской кильки
Описание отолитов	
Рострум отолита (**сагитта**) вытянутый, хорошо выражен. Антирострум выражен менее. Угол между рострумом и антирострумом не такой острый, как у долгинской сельди. Основание (дорсальная часть) округленное, с небольшими неровностями. При переходе открылка в рострум образуется небольшой угол, который выделяет отдельно выраженный рострум. Параростру короче постростру. Все края отолита закругленные, нет такой явной зазубренности, как у сельди.	

4) Характеристика отолитов чехони

4.1 Характеристика астерискусов чехони

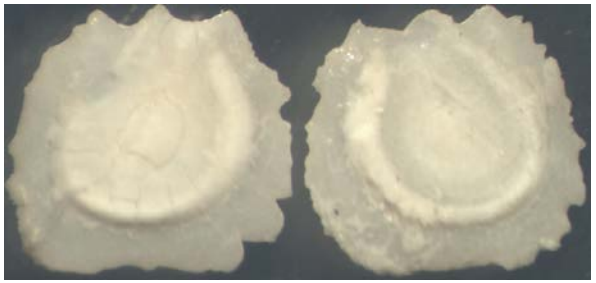
Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **CYPRINIFORMES** – карпообразные Семейство **CYPRINIDAE** – карповые Подсемейство **PELECINAE** – пелецины Вид ***Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758)** – чехонь	 Типичная форма отолитов астерискус чехони
Описание отолитов	
Астерискус кругловатой, но слегка вытянутой в орально-каудальном направлении формы. На всех краях отолита имеются неровности. Рострум слабо выражен. Антирострум, параростру и постростру плохо выражены. В медиальной плоскости есть углубление, открывающееся в переднюю (оральную) часть отолита.	

4.2 Характеристика лапиллюсов чехони

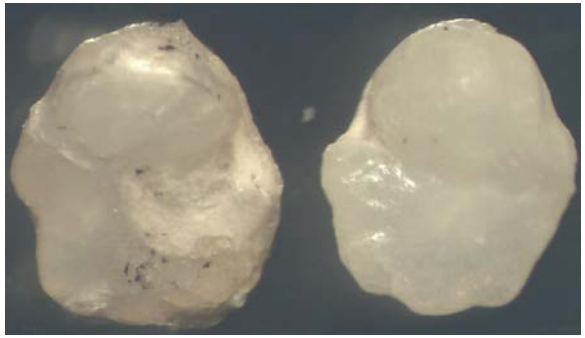
Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **CYPRINIFORMES** – карпообразные Семейство **CYPRINIDAE** – карповые Подсемейство **PELECINAE** – пелецины Вид ***Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758)** – чехонь	 Типичная форма отолитов липпилюс чехони
Описание отолитов	
Лаппилюс имеет неравномерную форму. Края ровные, целые. Имеется ярко выраженная выпуклость в задней части, и легкая вогнутость в передней части. Вентральная часть выпуклая и неровная. У мелких особей лапиллюс имеет чуть отличающуюся форму, но выпуклость уже присутствует.	

5) Характеристика отолитов воблы

5.1 Характеристика астерискусов воблы

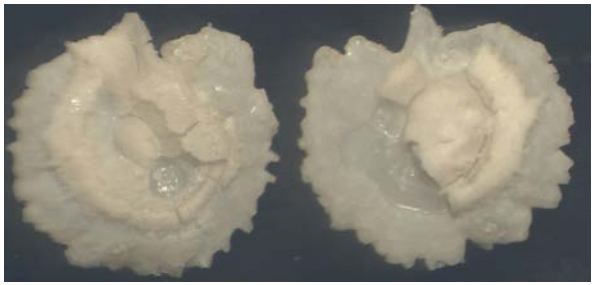
Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **CYPRINIFORMES** – карпообразные Семейство **CYPRINIDAE** – карповые Вид – ***Rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870)** – вобла	 Типичная форма отолитов астерискус воблы
Описание отолитов	
Астерискус имеет дискообразную форму с зубчатыми, заостренными дорсальными и вентральными краями. В медиальной плоскости есть углубление с гребневидным краем, открывающимся в переднюю (оральную) часть отолита. Оральная часть остроконечна.	

5.2 Характеристика лапиллюсов воблы

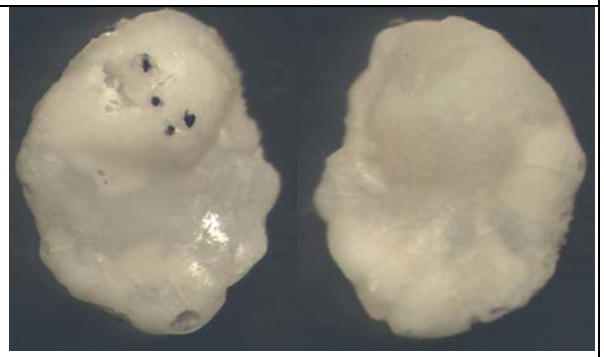
Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **CYPRINIFORMES** – карпообразные Семейство **CYPRINIDAE** – карповые Вид – ***Rutilus caspicus*** **(Yakovlev, 1870)** – вобла	 Типичная форма отолитов лапиллюс воблы
Описание отолитов	
Лапиллюс имеет неравномерную форму. Края ровные, целые. Имеется ярко выраженная выпуклость в задней части, и легкая вогнутость в передней части. Вентральная часть выпуклая и неровная. У мелких особей лапиллюс имеет чуть отличающуюся форму, но выпуклость уже присутствует.	

6) Характеристика отолитов леща

6.1 Характеристика астерискусов леща

Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **CYPRINIFORMES** – карпообразные Семейство **CYPRINIDAE** – карповые Вид ***Abramis brama*** **(Linnaeus, 1758)** — лещ	 Типичная форма отолитов астерискус леща
Описание отолитов	
Астерискус имеет дискообразную форму с заострёнными зубчатыми краями. В медиальной плоскости есть углубление с гребневидным краем, открывающимся в переднюю часть отолита. Оральная часть остроконечна. Рострум более выраженный, чем у каспийской воблы. Отолиты сохраняют ту же форму у всех особей, но изменяется число заостренностей.	

6.2 Характеристика лапиллюсов леща

Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **CYPRINIFORMES** – карпообразные Семейство **CYPRINIDAE** – карповые Вид ***Abramis brama* (Linnaeus, 1758)** – лещ	 Типичная форма отолитов лапиллюс леща
Описание отолитов	
Лапиллюс имеет форму неравномерную, как у воблы, но отолиты немного более вытянуты. Имеется ярко выраженная выпуклость в задней части, и лёгкая вогнутость в передней части. Вентральная часть выпуклая и неровная. С увеличением размеров леща, лапиллюс чуть меняет структуру, но сильной размерной изменчивости не наблюдается.	

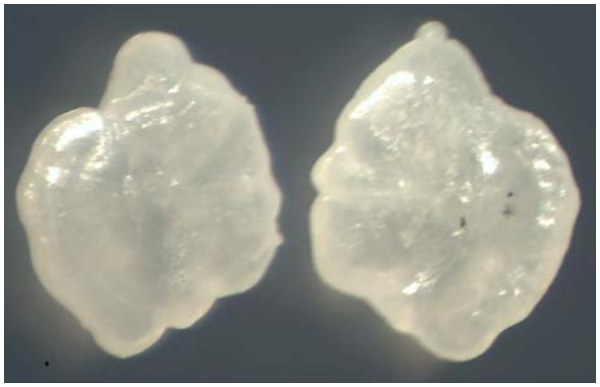
7) Характеристика отолитов кефали – сингиля

Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **MUGILIFORMES** – кефалеобразные Семейство **MUGILIDAE** – кефалевые Вид ***Chelon* auratus (Risso, 1810)** – сингиль	 Типичная форма отолитов сингиля
Описание отолитов	
Отолиты (**сагитта**) имеют подошвообразную форму. Края немного зазубрены. С вентрального края, чуть ниже середины, находится одна или несколько выемок. Рострум небольшой, не сильно выражен. Постростурм немного выделяется. Отолиты у особей отличаются числом выемок и неровностями, но общая форма сохраняется.	

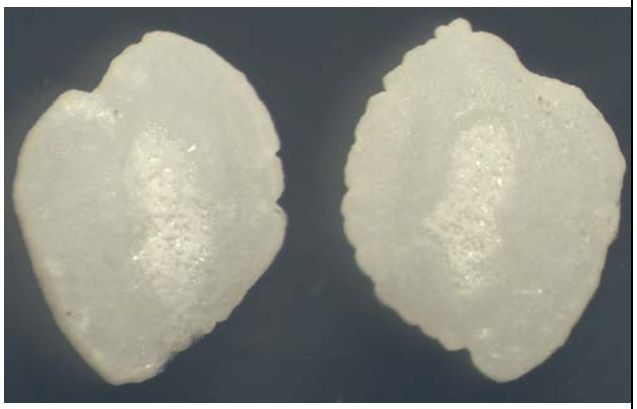
8) Характеристика отолитов каспийской атерины

Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **ATHERINIFORMES** – атеринообразные Семейство **ATHERINIDAE** – атериновые Вид ***Atherina caspia* Eichwald, 1831** – каспийская атерина	 Типичная форма отолитов каспийской атерины
Описание отолитов	
Отолиты (**сагитта**) овально-вытянутой или вальковатой формы. Дорсальный край с неровностями, вентральный край закруглен. Вершина рострума заострена, постростру м слабо выражен. Некоторые отолиты отличаются отношением длины рострума к длине отолита, в остальном форма одинакова у всех особей.	

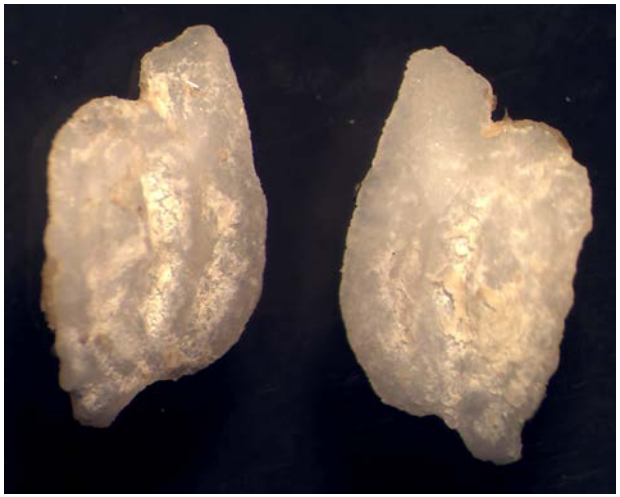
9) Характеристика отолитов каспийского бычка-кругляка

Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **PERCIFORMES** – окунеобразные Семейство **GOBIIDAE** – бычковые Вид ***Neogobius melanostomus affinis* (Eichwald, 1831)** – каспийский бычок-кругляк	 Типичная форма отолитов бычка-кругляка
Описание отолитов	
Отолиты (**сагитта**) ромбообразной формы. Рострум выдается вперед, и сужается к вершине, антирострум слабо выражен. Парарострум значительно длиннее постростру ма. Дорсальная и вентральные части отолита закруглены. В основном форма отолитов сильно не изменяется.	

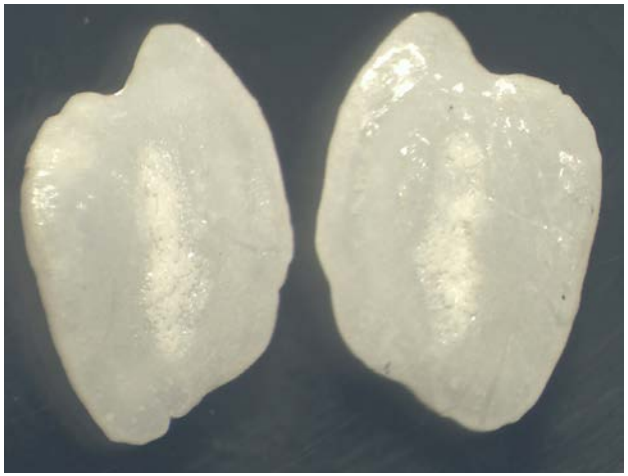
10) Характеристика отолитов каспийского бычка-песочника

Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **PERCIFORMES** – окунеобразные Семейство **GOBIIDAE** – бычковые Вид ***Neogobius pallasi* (Berg, 1916)** – каспийский бычок-песочник	 Типичная форма отолита бычка-песочника
Описание отолитов	
Отолиты (**сагитта**) имеют ромбообразную форму. Рострум закругленный, антирострум слабо выражен. Дорсальная и вентральная части отолита закруглены. В основном форма отолитов сильно не изменяется. Парарострум заметно выдается вперед, постростум не выделяется. Дорсальная и вентральная части отолита закруглены.	

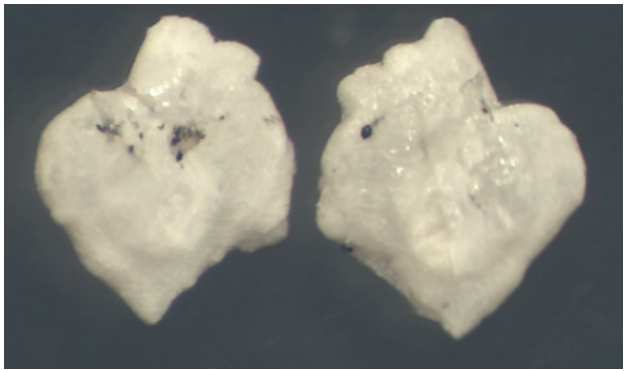
11) Характеристика отолитов каспийского бычка-головача

Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **PERCIFORMES** – окунеобразные Семейство **GOBIIDAE** – бычковые Вид ***Ponticola gorlap* (Iljin, 1949)** – каспийский бычок-головач	 Типичная форма отолита бычка головача
Описание отолитов	
Отолиты (**сагитта**) имеют специфическую для бычков ромбообразную форму. Рострум хорошо выражен, его вершина суживается к вершине, антирострум слабо выражен. Постростум и парарострум ярко выражены. Дорсальная часть отолита имеет закругленную форму, вентральная часть прямая.	

12) Характеристика отолитов каспийского бычка-ширмана

Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **PERCIFORMES** – окунеобразные Семейство **GOBIIDAE** – бычковые Вид ***Ponticola syrman eurystomus* (Kessler, 1877)** – каспийский бычок-ширман	 Типичная форма отолитов бычка-ширмана
Описание отолитов	
Отолиты (**сагитта**) овально-ромбообразной формы. Рострум закруглен, слегка выдается вперед, антирострум слабо выражен. Парарострум значительно длиннее, чем постростум. Дорсальная и вентральная части отолита закруглены.	

13) Характеристика отолитов каспийского морского бычка-цуцика

Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **PERCIFORMES** – окунеобразные Семейство **GOBIIDAE** – бычковые Вид ***Proterorhinus nasalis* (De Filippi, 1863)** – каспийский морской бычок-цуцик	 Типичная форма отолитов бычка цуцика
Описание отолитов	
Отолиты (**сагитта**) ромбообразной формы, рострум сужается к вершине, антирострум слабо выражен. Из-за своеобразной формы, парарострум остроконечный и значительно длиннее постростурма. Дорсальный край отолита неровный с выпуклостями, вентральный край сглажен.	

14) Характеристика отолитов бычка Берга

Наименование вида	**Фотографии отолитов**
Отряд **PERCIFORMES** – окунеобразные Семейство **GOBIIDAE** – бычковые Вид ***Hyrcanogobius bergi* Iljin, 1928** – бычок Берга	 Типичная форма отолитов бычка Берга
Описание отолитов	
Отолиты (**сагитта**) округло-ромбообразной формы. Рострум закругленный, антирострум слабо выражен. Парарострум относительно на одном уроне с постростурмом. Дорсальная и вентральная части отолита закруглены, изредка дорсальная часть имеет неровности.	

2.3. Методика измерения отолитов

Для изучения размерной изменчивости отолитов необходимо проводить их измерения на коллекционном материале по единой схеме. Для описания морфологической структуры отолита используют параметры, согласно рисунка 5.

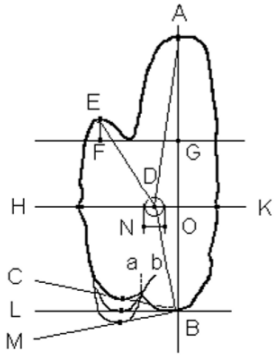


Рисунок 5 − Внешняя поверхность отолита Sagitta с основными промерами: AB - длина или главная ось отолита, HK - ширина, DH- дорсальный радиус, AG - длина рострума, EF - длина антирострума, DE- антиростральный радиус, AD - ростральный радиус, BD - постростральный радиус, NO- диаметр ядрышка; положение парарострума относительно постростурма: ABC -парарострум короче постростурма, ABL - равен по длине, ABM - длиннее; положение малой выемки относительно главной оси AB: a - параллельно оси, b - под углом к оси

Для измерения отолитов используются тринокулярные микроскопы с соответствующими программами, примеру Motic, с программным обеспечением Motic Images Plus 2.0 (рисунок 6).

Рисунок 6 – Демонстрация работы программы Motic Images Plus 2.0

Пара отолитов помещается под тринокуляр в чашку Петри. Левый и правый отолиты фотографируются на Motic с внутренней и внешней сторон. На внутренней стороне отолита обычно хорошо виден желобок (углубление). Продолговатость и глубина желобка отличаются у разных видов рыб. Внешняя сторона фотографируется дополнительно для дальнейших измерений. Некоторые маркеры измерений отходят от ядрышка отолита [19, 20, 21], поэтому необходимо выделить его на фотографии. У многих отолитов, особенно фиксированных в формалине, ядрышка не видно, поэтому аккуратно их точат с внутренней стороны в районе ядра. Для точки отолита можно приспособить маникюрные пилки разной абразивности (жесткости). Для просветления на отолит наносят спирт или глицерин и находят месторасположения ядрышка [7], отолит фотографируют под проходящим снизу светом, что позволяет по фотографии различить ядрышко (рисунок 7).

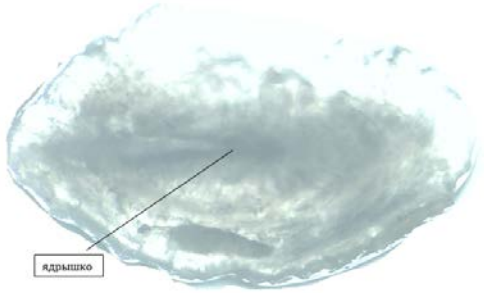


Рисунок 7 − Месторасположение ядрышка отолита Sagitta сингиля

У сфотографированного отолита, через программу Moticam, измеряются все вышеуказанные параметры. На рисунке 8 приведен пример измерения длины отолита (L1), ширины отолита (L2), длины рострума (L3), рострального радиуса (L4) и постростального радиуса (L5).

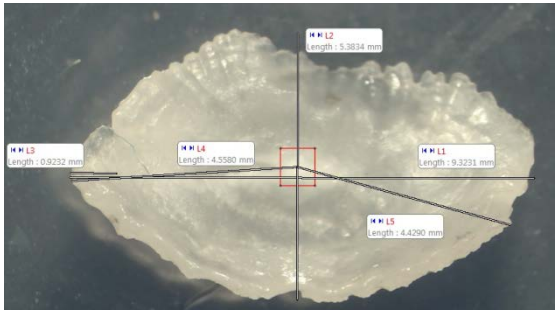


Рисунок 8 − Измерения отолита Sagitta: L1 – длина отолита, L2 – ширина отолита, L3 – длина рострума, L4 – ростральный радиус, L5- постростальный радиус

Длина отолита измеряется от края передней (оральной) до края задней (каудальной) части. Ширина отолита измеряется через ядрышко от края основания (дорсальная часть) до края открылка (вентральная часть). Длина рострума измеряется от края начала рострума перпендикулярной линией до границы с антиростромом. Ростральный радиус измеряется от края начала рострума

до ядрышка. Постростральный радиус измеряется от края начала построструма до ядрышка.

Полученные данные измерений заносятся в таблицы, формируется база данных в Microsoft Excel.
Фотографии измерений сохраняются для дальнейшего анализа и относятся к материалам коллекции отолитов, равно как и все данные измерений.
Проводится анализ зависимости роста рыб и роста отолитов. Рассчитываются коэффициенты корреляций и выводятся формулы зависимости изменения тех или иных параметров отолитов от длины тела рыб.
Полученные формулы позволяют затем восстанавливать длину тела съеденной тюленем рыбы по отолиту, найденному в его фекалиях (п. 4).

3. Метод сбора и первичной обработки фекалий

На лежбищах каспийского тюленя проводится поиск и сбор их фекалий, которые имеют продолговатую, цилиндрическую форму серого цвета.

Фекалии, которые длительное время пребывали на солнце - высохшие и твердые, но встречаются влажные и мягкие. Если в первом случае сбор фекалия осуществляется рукой в медицинских перчатках, то во втором необходимо использовать скребок. Зачастую на лежбищах обнаруживаются фрагменты фекалий, видимо, образующиеся вследствие разрушения при передвижении тюленей на лежбище или по другим причинам. В этом случае невозможно выяснить – обнаруженные фрагменты фекалий от одного или нескольких тюленей.

С целью дальнейшего анализа и сравнения индивидуального питания тюленей необходимо описывать и фотографировать обнаруженные фекалии. Для этого после нахождения фекалия пишется этикетка, в которой отмечается дата, место, порядковый номер обнаруженного фекалия (пробы). Этикетка располагается у фекалия или фрагментов фекалий и фотографируется (рисунок 9).

Рисунок 9 – Фекалии каспийского тюленя с этикеткой. Дата обнаружения 31.10.2015, кендирлинское лежбище

Фрагменты фекалий, расположенные в непосредственной близости друг от друга, объединяются в одну пробу. После проба помещается в полиэтиленовый пакетик вместе с этикеткой.

В камеральных условиях содержимое каждого пакетика выкладывается в какую-либо емкость и заливается водой. Для получения качественно промытых отолитов фекалии могут замачиваться на несколько дней, но для ускорения возможно при промывании добавление в воду какого-либо моющего средства.

После замачивания следует очистка материала, посредством последовательного промывания фекальной массы через сито с диаметрами ячей 1 мм и 0,355 мм (рисунок 10). Воздействие на очищаемую массу осуществляется посредством перемешивания на начальной стадии щеткой и после полного раздробления фекальной массы в сите кистью при постоянном промывании водой.

Рисунок 10 – Промывки фекальной пробы в сите

После промывки все очищенные элементы перемещаются из сита на ровную гладкую поверхность для просушки, после чего складываются в отдельный полиэтиленовый пакетик с этикеткой соответствующей пробы.

Просмотр и разбор пробы производится под бинокуляром (например, МБС с увеличением до 8х23) и включает в себя сортировку выделенных элементов и поиск отолитов. При этом используются чашка Петри, глазной пинцет, препаровальная игла. В пробе во множестве встречаются песчинки, кусочки глины. Для отбора мелких отолитов может применяться кусочек пластилина, насаженного на кончик пинцета. Пластилин играет роль своеобразного «магнита», облегчая выборку из пробы отолитов. Препаровальная игра используется для сортировки отобранных отолитов по формам.

Все отобранные и рассортированные элементы помещаются раздельно в полиэтиленовые пакетики вместе с пояснительными этикетками. Кроме отолитов в фекалиях тюленей обнаруживаются кости рыб (позвонки, челюсти, глоточные зубы, другие кости), чешуя рыб, раздробленные части раковин моллюсков, остатки

хитинового покрова креветок. Протокол первичной обработки фекалий тюленей включает даты отбора и обработки, место отбора и фото места обнаружения, описание и фото фекалий, обнаруженные объекты питания тюленей, общее число отолитов. Пример свода данных Протоколов первичной обработки проб фекалий тюленей приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Сводные данные Протоколов первичной обработки проб фекалий каспийских тюленей сборов за 2015 год, (+) - присутствие, (-) – отсутствие

Дата	Место	№ проб	Креветки	Моллюски	Рыбы		
					Отолиты, шт.	Позвонки	Кости
осень 2015 г.							
31.10.2015	у косы Кендрли	1	-	+	-	+	+
31.10.2015	---	2	-	+	-	-	-
31.10.2015	---	3	+	-	77	-	-
31.10.2015	---	4	-	-	5	+	+
31.10.2015	---	5	-	+	1	-	-
31.10.2015	---	6	+	-	63	-	-
31.10.2015	---	7	-	-	-	+	+
31.10.2015	---	8	+	-	21	-	-
Всего проб		8	8	8	8	8	8

Отолиты каждой пробы сортируются по форме на группы. С целью формирования коллекций отолитов из фекалий из каждой группы выбирается образец для фотографирования - не поврежденный, наиболее чистый отолит. Переворачивание отолитов в процессе ведения съемки осуществляется с помощью препаравальной иглы и пинцета или двумя препаравальными иглами. Фотографирование выбранных объектов осуществляется на тринокуляре (к примеру, с помощью камеры moticam 2000 на устройстве Motic (рисунок 11).

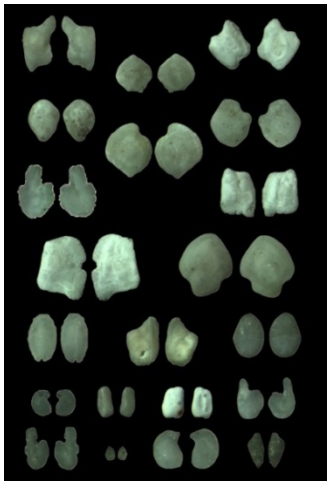


Рисунок 11 – Фотоколлекция отолитов Sagitta рыб, добытых из фекалий

Идентификация отолитов рыб, добытых из фекалий, их морфологическое описание проводится согласно пп. 2.1, 2.2 настоящего пособия.

4 Восстановление длины рыб по отолитам с фекальных проб

Измерения отолитов с проб фекалий производится по схеме, изложенной в п. 2.3. Если отолиты с фекалий соответствуют под диапазон изученных длины или ширины отолитов по коллекционным данным, для восстановления длины рыбы, съеденной тюленем длину отолитов умножали на вычисленный коэффициент соотношения данного диапазона.

Если отолиты с фекалий не подходят под известные диапазоны, используют график зависимости отношения длины рыбы к длине отолита от длины отолита (пример, рисунок 12), построенный на основе всех измеренных отолитов с коллекционного материала. Построение данного графика позволяет с помощью инструментов программы Excel вывести соответствующую функцию зависимости.

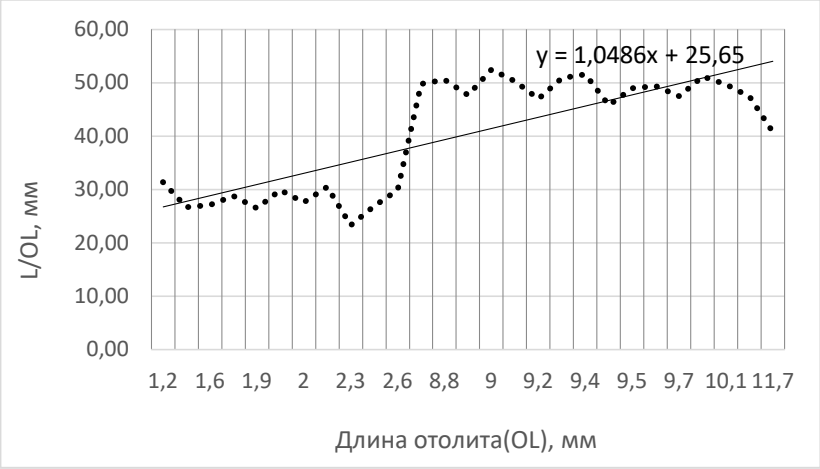


Рисунок 12 – Зависимость отношения длины рыбы к длине отолита от длины отолита сингиля

В полученное уравнение вместо «х» вставляют длину отолита с фекалий и получают для него коэффициент соотношения длины отолита к длине рыбы. После этого, коэффициент умножают на длину отолита и восстанавливают длину рыбы, съеденной тюленем.

Для восстановления длины рыб, в случае его частичного разрушения, имеет место использовать другой мерный признак – ширину отолита. Все вычисления производят вышеописанным способом.

Библиография

1 Goodman, S. & Dmitrieva, L. Pusa caspica. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T41669A45230700. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T41669A45230700.en. Downloaded on 11 August 2017.

2 Постановление Правительства Республики Казахстан от 9 ноября 2020 года № 746 О внесении дополнения в постановление Правительства Республики Казахстан от 31 октября 2006 года № 1034 «Об утверждении Перечней редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных».

3 Бадамшин Б. И. О питании каспийского тюленя // Труды Волго-Каспийской научной рыбохозяйственной станции. 1948. Т. 10. С. 129–134.

4 Ворожцов Г. А., Румянцев В.Д., Склярова Г.А., Хураськин Л.С. Питание тюленя в Северном Каспии // Труды Всесоюзного научно-исследовательского иститута морского рыбного хозяйства и океанографии. - 1972. - Т. 89. - С. 19–29.

5 Румянцев В.Д., Гришина Г.А., Хураськин Л.С., Юсупов М.К. Опыт оценки годового потребления пищи популяцией каспийского тюленя // Изучение, охрана и рациональное использование морских млекопитающих: Тез. Докл. 7-го Всесоюзн. совещ. М., 1978. - С. 283.

6 Баймуканов М.Т. О перспективах развития учета численности, мечения и сопутствующих прижизненных исследований каспийских тюленей (Pusa caspica)//Сборник научных трудов Научно-производственного центра рыбного хозяйства. Алматы. – 2019. ─ С. 188-197.

7 Härkönen T. Guide to the Otoliths of the Bony Fishes of the Northeast Atlantic. Hellerup, Denmark: DanbiuApS., 1986 - 256 p.

8 Spitz J., Dupuis L., Becquet V., Dubief B., Trites A.W. Diet of the harbour seal Phoca vitulina: Implication for the flatfish nursery in the Bay of Somme (English Channel, France) // Aquatic Living Resources. - 2015. - Vol. 21. - P. 11–19.

9 Mahfouz C., Meziane T.,Henry F., Ghanem C., Spitz J., Jauniaux Th., Bouveroux Th., Khalaf G., Amara R. Multi-approach analysis to assess diet of harbourporpoises Phocoena phocoena in the southern North Sea // Marine Ecology Progress Series. - 2017. - Vol. 563. - P. 249–259.

10 Planque Y., Spitz J., Authier M., Guillou G., Vincent C., Caurant F. Trophic niche overlap between sympatric harbour seals (Phoca vitulina) and grey seals (Halichoerus grypus) at the southern limit of their European range (Eastern English Channel) // Ecology and Evolution. - 2021. - Vol. 11. - P. 10004–10025.

11 Баймуканов М.Т., Жданко Л.А., Сыдыкова Ж.А. К развитию метода сбора и первичной обработки фекалий каспийских тюленей (Pusa caspica) с целью изучения их питания//Сборник статей научно-практической конференции с международным участием 11-15 сентября 2017. г. Севастополь, 2017. С.125-128.

12 Шагилбаев А.У., Искаков А.А., Баймуканов М.Т. Атлас отолитов рыб каспийского моря-объектов питания Каспийского тюленя (Pusa caspica)//Сборник тезисов "Морские млекопитающие Голарктики". XI Международная конференция / Россия, (он-лайн. 1-5 марта). – 2021. - С.107-108.

13 Павлов Д. А., Широкова Е. А. Изменчивость структуры отолитов в популяциях ротана Perccottus glenii (Odontobutidae) Центральной России // Вопросы ихтиологии. - 2020. - Т. 60. - № 1. - С. 52–62.

14 Павлов Д. А. Морфология отолитов и родственные отношения некоторых видов рыб подотряда Scorpaenoidei // Вопросы ихтиологии - 2021. - Т. 61. - № 1. - С. 20–34.

15 Богуцкая Н. Г., Кияшко П.В., Насека А.М., Орлова М.И. Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря. Санкт-Петербург, Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2013. - 543 с.

16 Коблицкая А. Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 208 с.

17 Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. - Ленинград: Издание Ленинградского Государственного университета, 1939. - Вып. III. - 245 с.

18 Романов В.И., Петлина А.П., Шаропина 11.Б. Методы исследования пресноводных рыб Сибири: Учебное пособие. Томск: Изд-во Томск, ун-та, 2009.- 220 с.

19 Светочева О.Н, Стасенкова Н.И. О структуре отолита малопозвонковой сельди (Clupea pallasii suworovi Rabinerson) и его использовании в качестве маркера // Мат-лы междунар. науч. конф., посвященной 295-летию со дня рождения М.В. Ломоносова, 31 окт. -2 ноября 2006 г. - Арх.область.краевед.музей, Архангельск, 2006. С. 273-280.

20 Светочева О.Н., Эриксен Е. Морфологическая характеристика отолитов некоторых донных рыб Баренцева моря // Вестник Кольского научного центра РАН. - 2013. - № 4 (15). - С. 91-104.

21 Svetocheva O., Stasenkova N. and Fooks G. Guide to the bony fishes otoliths of the White Sea // IMR/PINRO Joint Report Series No. 3/2007. – 46 p.

М.Т. Баймуканов, А.У. Шагилбаев, А.А. Искаков

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОТОЛИТОВ РЫБ – ОБЪЕКТОВ ПИТАНИЯ КАСПИЙСКОГО ТЮЛЕНЯ *(PUSA CASPICA GMELIN, 1788)*

"ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
ҰЛТТЫҚ МЕМЛЕКЕТТІК КІТАП ПАЛАТАСЫ"

ХАЛЫҚАРАЛЫҚ СТАНДАРТТЫҚ КІТАП НОМЕРІ
ISBN.
ӘМБЕБАП ОНДЫҚ ЖІКТЕУ,
КІТАПХАНАЛЫҚ-БИБЛИОГРАФИЯЛФҚ ЖІКТЕУ,
ШТРИХ - КОД
БЕРІЛДІ (ТІРКЕЛДІ)

"НАЦИОНАЛЬНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ КНИЖНАЯ ПАЛАТА
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН"

ПРИСВОЕНЫ (ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ)
МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТНЫЙ КНИЖНЫЙ НОМЕР
ISBN
УНИФИЦИРОВАННЫЙ ДЕСЯТИЧНЫЙ КЛАССИФИКАТОР,
БИБЛИОТЕЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ КЛАССИФИКАТОР,
ШТРИХ-КОД.

ISBN 978-601-08-2777-6

9 786010 827776

Тираж 100 экз.

050010/A05B9K4 Алматы, Медеуский район,
улица Богенбай батыра 86, 214 офис; 2 этаж
Рекламно-производственная компания «DO-Design factory»

**Вид на лежбище каспийского тюленя,
где осуществляется сбор фекалий
(Фото М.Т. Баймуканова 10.04.21)**

**Шагилбаев А.У. за сбором фекалий тюленей
на лежбище в апреле 2021 г.
(Фото М.Т. Баймуканова 10.04.21)**