

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Астраханский государственный технический университет»

На правах рукописи

Гаврилова Дарья Александровна

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ КЕФАЛИ
(*Liza aurata*, Risso, 1810) В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО
МОРЯ**

03.02.06 – Ихтиология

Диссертация
на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биол. наук, доцент
Мария Павловна Грушко

Астрахань 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	10
1.1. Биологическая характеристика кефали Каспийского моря	10
1.2. История промысла кефали в Каспийском море.....	24
1.3. Гистологические исследования рыб Волго-Каспийского бассейна.....	29
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	35
ГЛАВА 3. БИОЛОГИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАПАСОВ КЕФАЛИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ КАСПИЙСКОГО МОРЯ.....	40
3.1. Распределение кефали в западной части Каспийского моря.....	40
3.2. Распределение молоди кефали в западной части Каспийского моря.....	49
3.3. Биологические показатели кефали.....	52
3.4. Гисто-морфологические особенности развития кефали.....	59
3.5. Патологические изменения органов кефали.....	86
3.6. Естественное воспроизводство кефали в западной части Каспийского моря.....	96
3.7. Динамика запасов кефали в западной части Каспийского моря.....	101
3.8. Российский промысел кефали на Каспии в настоящее время.....	104
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	110
ВЫВОДЫ	115
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	117
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....	118
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	119
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	120

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Каспийское море является одним из важных рыбохозяйственных водоемов. Здесь обитает более чем 140 видов рыб, среди которых определённое место занимают два вида кефалей – сингиль *Liza aurata* (Risso, 1810) и остронос *Liza saliens* (Risso, 1810), которые были интродуцированы из Чёрного моря (Кубашев, Конарбаев, 1961; Рустамова, 2012; Ходоревская и др., 2015). Сингиль является трансграничным видом и объектом российского промысла (Костюрин, Таибов, 2009).

Со времени вселения кефали в Каспийском море были получены дополнительные объёмы рыбной продукции без ущерба для других видов рыб. Перспективы существующего промысла основаны на возможности значительного увеличения вылова сингиля при условии правильной эксплуатации его запасов. Для рационального использования запасов этого вида кефалевых рыб необходим постоянный мониторинг состояния популяции: регулярные исследования пространственно-временного распределения, биологических показателей и масштабов воспроизводства. Изучение вопросов связанных с динамикой численности поколений невозможно без определения и выяснения морфофункциональных особенностей рыб (Архипов, 2013). Эти биологические особенности закладываются в период онтогенетического развития, определяя дальнейшее выживание и способность организма адаптироваться к условиям среды. Изучение процессов онтогенеза кефали позволяет на клеточно-тканевом уровне рассмотреть все вопросы существования вида в сложившейся экосистеме Каспийского моря.

При интенсивной нефтеразведке и добыче углеводородов на Каспии возрастает антропогенное влияние на гидробионтов. В ответ на негативное воздействие среды у рыб возникают нарушения функционирования различных систем организма (Моисеенко, 2009). Идентификация патологических изменений важна для понимания причин колебания численности кефали и её прогнозирования.

В связи с этим, научные работы посвященные исследованию современного состояния популяции кефали в российской части каспийского моря являются важными и актуальными.

Степень разработанности темы исследования.

Первые расширенные исследования посвященные вопросам воспроизводства кефалей в Каспийском море относятся к 1950-м гг. XX века (Терещенко, 1950; Перцева-Остроумова, 1951; Пробатова, Терещенко, 1951).

Литературные сведения по срокам местам нереста сингиля неоднозначны (Марти, 1940; Дубровина, 1951; Пробатов, Терещенко, 1951; Аванесов, 1972; Костюрин и др., 2011; Гаврилова, Абдулаева, 2012; Адуева, 2012).

В настоящее время имеются вопросы, связанные с границами нерестового ареала и сроками икрометания сингиля, состоянием популяции в Каспийском море. Для решения этой проблемы немаловажное значение имеет изучение распределения и миграций, определение биологических показателей разновозрастных представителей вида, а также оценка промысловых запасов. Сложившиеся условия водоема определяют современное состояние популяции, и поэтому необходима актуальная информация, полученная на основе комплексных исследований данного вида.

Цель и задачи исследования. Целью данной работы явилась оценка современного состояния популяции кефали – сингиля (*Liza aurata*, Risso, 1810) в западной части Каспийского моря. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Установить район распространения кефали в западной части Среднего и Северного Каспия.
2. Определить биологические показатели кефали.
3. Выявить гистоморфологические особенности кефали на разных этапах онтогенеза.
4. Дать характеристику воспроизводства кефали в западной части Каспийского моря.

5. Представить динамику промысловых запасов кефали и рекомендованных величин вылова за десятилетний период.
6. Проанализировать многолетние данные российского промысла кефали и перспективы его развития.

Научная новизна исследования. Впервые рассмотрены биологические особенности онтогенеза сингиля от стадии личинки до взрослой особи применительно к российской акватории Каспийского моря. Впервые проведена современная оценка морфофункционального состояния органов и тканей кефали, выловленной в естественных условиях обитания.

По результатам биологического анализа производителей и определения ареала ранней молоди получены новые сведения о размножении кефали. Путём обобщения полученных данных впервые научно обосновано предположение о существовании нереста сингиля в мелководной части Каспия.

В результате проведённых расчётов определена величина запасов кефали в Северо-Каспийском и Терско-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах Каспийского моря и представлено обоснование рекомендованной величины вылова за десятилетний период исследований. На основании многофакторного анализа российского промысла кефали выданы актуальные практические рекомендации для повышения экономической эффективности и более полного освоения имеющихся резервов.

Научная значимость. В процессе выполнения работы была дополнена и расширена существующая информация о биологии кефали, обитающей в Каспийском море. Описаны структурно-морфологические особенности развития рыб в возрасте от личинок до сеголетков, а также гисто-патологические изменения различных систем органов.

Изучены основные закономерности локализации скоплений в западной части Каспия в пределах Терско-Каспийского и Северо-Каспийского рыбохозяйственных подрайонов. Определены биологические показатели, эффективность воспроизводства и величина запаса кефали в период с 2011 по

2020 гг. Обобщён и систематизирован обширный материал по промыслу со времени вселения кефалей в Каспийское море до настоящего момента.

Практическая значимость работы. Результаты работы могут быть использованы для оптимального управления запасами кефали в российской части Каспийского моря. Выявленные гистоморфологические особенности кефали могут служить уточняющей информацией для оценки состояния популяции при разработке прогноза рекомендованных величин вылова в Волжско-Каспийском филиале ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»).

В настоящее время вопрос о границах нерестового ареала и сроках икрометания сингиля в Каспийском море остается открытым. Данная тема исследования актуальна тем, что в условиях промысла морских видов рыб между прикаспийскими государствами распределение квот на их вылов выполняется по критериям, определяющим формирование вида (нерестовый ареал в районе каждого государства, кормовая продуктивность, степень использования кормовой базы в территориальных зонах). Учет всех этих факторов позволит определить роль России в воспроизводстве и формировании запасов кефали.

Данные онтогенетического развития кефали, гистологического строения и патологических изменений органов этой рыбы могут быть включены в курс преподавания биологических специальностей в учебных заведениях РФ.

Научно-обоснованные рекомендации по развитию промысла кефали имеют высокое практическое значение и перспективы реализации в ближайшее время.

Методология и методы исследования. В ходе исследований применены общепринятые стандартные методики. Для выполнения диссертации была разработана программно-целевая модель исследований, согласно которой выполнялось наблюдение за состоянием популяции: пространственно-временным распределением, биологическими показателями, уровнем воспроизводства и величиной запаса. Собранный материал обработан статистически.

Положения, выносимые на защиту:

- ежегодная весенняя миграция кефали из южной части Каспийского моря на российскую акваторию в летне-осенний период сопровождается расширением границ ареала до о. Чистая банка, в отдельные годы – до о. Укатный на востоке;

- промысловая часть популяции кефали характеризуется преобладанием самок (78 %) и включает особей в возрасте 2-10 лет, линейно-весовые показатели которых составляют в среднем 38,7 см и 0,91 кг соответственно;

- гетерохронность в развитии органов и последовательные морфологические перестройки всех систем организма наблюдаются у кефали в возрасте от личинок до сеголетков;

- гистопатологические изменения в дыхательной, пищеварительной, половой системах обнаружены у разновозрастных особей кефали;

- сроки нереста кефали продолжительны (4-5 месяцев) и зависят от особенностей температурного режима конкретного года;

- урожайность поколений кефали за последние десять лет варьирует в пределах 97,7 до 105,4 млн экз. при средней величине 100,7 млн экз.;

- промысловые запасы кефали в настоящее время (в среднем 10,22 тыс. т) позволяют изымать без ущерба для популяции 2,5 тыс. т ежегодно;

- объём добычи в 2011-2020 гг. находится на уровне 661,4 т и составляет около 30 % от рекомендованной величины.

Степень достоверности. Достоверность представленных в работе результатов основывалась на достаточном объёме выборки, применении современных методов исследований с использованием общепринятых методик и статистической обработки данных.

Апробация работы. Результаты научных исследований, вошедшие в работу, были представлены в материалах конференций: II конференции молодых учёных ФГУП «ВНИРО», г. Москва, 2011; XI всероссийской конференции по проблемам рыбопромыслового прогнозирования, г. Мурманск, 2012; научно-практической конференции молодых ученых, г. Астрахань, 2012; международной научной конференции посвящённой 100-летию ГосНИОРХ, г. Санкт-Петербург,

2014; II всероссийской научно-практической конференции с международным участием, г. Махачкала, 2014; международной научной конференции НПР АГТУ, г. Астрахань, 2016; V научно-практической конференции молодых ученых с международным участием ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва, 2017; XIX международной научной конференции с элементами научной школы молодых учёных, г. Махачкала, 2017; X всероссийской научно-практической конференции молодых учёных с международным участием, г. Севастополь, 2017; II Всероссийской научной конференции с международным участием, г. Санкт-Петербург, 2018. – С. 139-144; международной научной конференции НПР АГТУ, г. Астрахань, 2019; научно-практической конференции молодых ученых с международным участием ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва, 2019; II-й международной научно-практической конференции «Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование», г. Керчь, 2020.

В работу вошли материалы, полученные в ходе выполнения плановых ресурсных исследований ВКФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») и прохождения аспирантуры на кафедре «Гидробиология и общая экология» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет». Проанализированные ихтиологические данные были неоднократно доложены на ежегодных отчётных сессиях ВКФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»).

Личный вклад автора. Автор работы принимал участие в научно-исследовательских рейсах, где производились сбор и обработка ихтиологического материала, фиксация проб для дальнейшего гистологического анализа. Изготовление, просмотр и описание гистологических препаратов осуществлялись автором совместно с научным руководителем М.П. Грушко, д.б.н., доц. ФГБОУ ВО «АГТУ».

Публикация результатов исследования. По теме исследования опубликовано 20 работ, в том числе 15 статей в периодических изданиях и 5 - включенных в перечень ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения, выводов и практических рекомендаций; изложена на 137 стр., содержит 11 таблиц и 76 рисунков. Список литературы включает 163 источника, в том числе 24 иностранных.

Благодарности. Автор выражает особую благодарность и признательность своему научному руководителю, доктору биологических наук, доценту кафедры «Гидробиология и общая экология» Марии Павловне Грушко за помощь в анализе материалов и подготовке диссертационной работы. Руководство Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») автор благодарит за предоставленную возможность сбора, обработки и использования материалов исследований. Заведующему сектором промышленной ихтиологии «Западно-Каспийского» отделения, Пирмураду Султанмурадовичу Таибову, автор искренне признателен за дополнительную предоставленную информацию по биологии и промыслу кефали. Доктора биологических наук, Раису Павловну Ходоревскую, автор благодарит за ценные советы при подготовке диссертационной работы, Дубовскую Анисию Викторовну и сотрудников лаборатории морских рыб - за помощь в исследованиях.

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. Биологическая характеристика кефали Каспийского моря

Кефалевые - семейство лучепёрых рыб в монотипическом отряде кефалеобразных. В отряде около 150 видов рыб распространенных в тропических и умеренных морях. Большинство из них ценные промысловые виды (Thomson, 1997; Rossi et al, 2008; Нельсон, 2009).

В настоящее время к роду кефали-лизы (*Liza*, Jordan et Swain, 1884) относятся два вида: сингиль и остронос (Азизова, 1996). Систематическое положение сингиля в классификации зоологов следующее:

ТИП CHORDATA - ХОРДОВЫЕ
 ПОДТИП CRANIATA – ЧЕРЕПНЫЕ
 НАДКЛАСС GNATHOSTOMATA - ЧЕЛЮСТНОРОТЫЕ
 КЛАСС ACTINOPTERYGII – ЛУЧЕПЕРЫЕ
 ПОДКЛАСС NEOPTERYGII - НОВОПЕРЫЕ
 ОТДЕЛ TELEOSTEI – КОСТИСТЫЕ
 ПОДОТДЕЛ EUTELEOSTEI - НАСТОЯЩИЕ КОСТИСТЫЕ РЫБЫ
 НАДОТРЯД ACANTHOPTERYGII – КОЛЮЧЕПЕРЫЕ
 СЕРИЯ MUGILOMORPHA – МУГИЛОМОРФЫ
 ОТРЯД MUGILIFORMES - КЕФАЛЕОБРАЗНЫЕ
 СЕМЕЙСТВО MUGILIDAE – КЕФАЛЕВЫЕ
 РОД LIZA - КЕФАЛИ (стар. название Mugil)
 ВИД LIZA AURATA (стар. название Mugil *auratus*)

Отличительной особенностью кефалевых рыб является удлинённое торпедовидной формы тело со сплюсненной сверху головой. Тело и часть головы покрыты у них крупной циклоидной чешуёй. Рот кефалей небольшой, полунижний, выдвижной, без зубов, углы его не достигают заднего края предглазничной кости (Азизова, 1996; Fazli, 1999; Patimar, 2008).

У кефалей отсутствует боковая линия. Имеются два спинных плавника удалённые друг от друга, высоко расположенные грудные плавники и

приближенные к ним на брюхе брюшные плавники. В анальном плавнике менее 10 лучей. Хвостовой плавник широкий с глубокой выемкой. В первом спинном плавнике 4 колючки, во втором 1 колючий и 9 мягких лучей. В анальном плавнике 3 жёстких и 9 мягких лучей, он имеет заметную плавную выемку. Брюшные плавники маленькие, треугольноокруглые, у их основания есть удлинённая чешуйка. Хвостовой плавник длинный, с хорошо выраженной выемкой, обе его лопасти на конце заострённые, верхняя из них часто бывает длиннее нижней (Емтыль, Иваненко, 2002).

У сингиля профиль головы закругленный, голова широкая и слегка уплощена. Сверху рыло голое, покрыто чешуей только до задней пары ноздрей, причем чешуйный покров оканчивается без резкого измельчения отдельной чешуи. Жирового века на глазах нет (Баклашова, 1980) (рисунок 1).

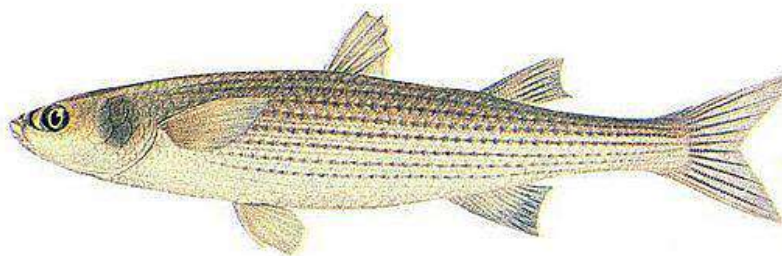


Рис. 1 *Liza aurata* (Risso, 1810) — сингиль

На середине головы у сингиля чешуя заметно крупнее находящейся на спине и на переднем крае рыла. Чешуя на спине и голове имеет посередине по одному каналу. Спина темно-серая, часто с голубым оттенком, бока и брюхо светлые или серебристые, на боках несколько узких золотистых полосок, имеется большое золотистое пятно на верхней части жаберной крышки, исчезающее после гибели рыбы. У основания грудных плавников нет лопасти, как у других кефалевых рыб (Казанчеев, 1981).

Жаберных тычинок у сингиля до 140. Строение жаберно-глоточного аппарата своеобразно и представляет собой приспособление к детритному питанию. Густые жаберные фильтры служат для удержания мелких детритных

частиц, щёткообразные верхнеглоточные – для сгребания детритных масс с поверхности фильтров и направления их в глотку (Андряшев, 1948).

Желудок сингиля удлиненной формы, имеется 7-9 пилорических придатков одинаковой длины и толщины. Стенки пилорической части желудка толстые, слепой мешок (фундус) длинный. Передняя часть желудка, куда попадает пища, обладает способностью сильно растягиваться. Затем пища переходит в мускульную часть желудка, где после перетирания переходит в кишечник. Кишечник, в котором происходит всасывание, в связи со своеобразием малопитательной пищи (детрит), достигает очень большой длины. У молодых, питающейся зоопланктоном, пищеварительный тракт значительно короче, чем у взрослых рыб. Плавательный пузырь не соединен с кишечником (Световидов, 1953; Парин, 1988).

Сингиль (*Liza aurata*, Risso, 1810) – стайная, эвригалинная, чувствительная к понижению температуры воды рыба. При температуре 6-8° С° перестает питаться. Заходит в сильно опресненную воду (до 0,05 ‰), но может встречаться и при солености воды 87 ‰. Этот вид не требователен к содержанию в воде кислорода и выносит присутствие сероводорода. Распространён сингиль у берегов Западной Европы и Северо-Западной Африки (от Англии и Норвегии до Марокко), а также в Средиземном, Чёрном и Азовском морях; акклиматизирован в Каспийском море (Иванов, Комарова, 2008).

Первая, закончившаяся неудачей, попытка акклиматизации кефали в Каспийское море была предпринята в 1902 г. у дагестанского побережья в районе г. Махачкала. Доставленная взрослая рыба была выброшена волнами на берег и погибла (Терещенко, 1950). Затем ежегодно в течение четырех лет, с 1930 по 1934 гг. ввозились сеголетки и годовики (всего около 3000 экз.) трех видов: сингиля, остроноса и лобана. Впоследствии лобан в Каспийском море не обнаруживался, т.е. акклиматизировались два азово-черноморских вида: сингиль и остронос (Бабаян, 1957, 1964; 1965).

Необходимость акклиматизации кефали обосновывалась тем, что на Каспии, она найдет оптимальные для своего существования и размножения условия и подходящие пастбища, слабо используемые другими промысловыми рыбами (Марти, 1940; Расс, 1965). Процесс акклиматизации отразился на признаках и экологии исходных видов: несколько повысился темп роста (Шорыгин, Карпевич, 1948), что повлияло на размерно-весовой состав уловов (Пробатов, 1959), изменились размеры глаз и плавников, а также число лучей в плавниках (Алеев, 1956). Уже в 1935 г. была обнаружена в Северном Каспии в районе Мангишлака. Отдельные экземпляры встречались и севернее, вплоть до предустьевого пространства р. Волга (Дубровина, 1951). Следовательно, эвритермность и эвригалинность, присущие кефалям, а также наличие необходимого корма практически по всему мелководному шельфу моря, обеспечили столь стремительное распространение кефалей по всей акватории Каспийского моря.

По данным А.И. Хорошко (1980), сингиль в Каспийском море придерживается прибрежных участков моря и приповерхностных слоев воды. В начале марта сингиль начинает миграцию из Южного Каспия на север моря. В апреле появляется в Среднем Каспии, а в середине мая на широте устья Сулака и п-ова Мангышлак (Мирзоян, Калмыков и др., 2018).. Учёный установил связь подхода кефалей к берегам с температурой прогрева вод, когда высокая температура обуславливает более ранний подход этого вида.

Передвигаясь на север, сингиль собирается в стаи (косяки) и усиленно питается, поэтому его весеннюю миграцию следует считать кормовой. Во время весеннего хода, как и в летний период, сингиль держится очень близко от берегов и в большом количестве скапливается в мелководных, хорошо прогреваемых заливах и бухтах, где происходит его откорм. Питается сингиль, как и другие виды кефалей, детритом и обрастаниями (Иванов, Комарова, 2008). Корм соскребает ртом, располагаясь под углом 45° к поверхности грунта. Мальки длиной от 0,5 до 1,5 см в области больших глубин питаются личинками и

взрослыми особями планктонных ракообразных, личинками моллюсков. Более крупная молодь заглатывает придонных рачков (*Gammaridae*), личинок *Chironomidae*, грунт и детрит (Куделина, 1950). В пище взрослого сингиля много грунта и детрита; встречаются моллюски (*Hydrobia*, *Cardium* и *Mytilaster*).

В Чёрном море кефали крымского и кавказского стад совершают 3—4 миграции в год: весной на места нагула, летом или осенью на нерест, затем вновь на нагул, после чего мигрируют на места зимовки (Ильин, Тараненко, 1950; Тимошек, 1973). В Азовском море в течение годового жизненного цикла они совершают регулярные миграции, подходя к берегам и заходя в лиманы для кормления, уходят в море на нерест и зимовку. Миграция кефали на нагул в Азовское море начинается ранней весной — в конце марта, апреле. Созревшие производители покидают лиманы, мелководные заливы и уходят на нерест в море. После нереста рыбы вновь подходят в прибрежную зону, где осуществляется их предзимовальный нагул.

На Каспии уже в начальный период миграций у кефали было всего две: весенняя на север и осенняя на юг (Пробатов, Терещенко, 1951). Миграции каспийских кефалей не носят ярко выраженного характера, темп их невысок, плотные косяки образуются редко, они более похожи на откочёвки, вызванные сезонными изменениями температуры воды. Сами миграции стали более протяженными во времени, миграционный путь увеличился почти вдвое по сравнению с миграциями кефали Чёрного моря.

Сингиль - трансграничный вид. Зимует в южной части Южного Каспия, преимущественно у берегов Ирана. В марте по мере прогрева вод начинается нагульная миграция вдоль мелководий восточного и западного побережий моря в Средний Каспий, где сингиль появляется в апреле. Далее он мигрирует на север до п-ва Мангышлак и островов Чечень и Тюлений. В июне-июле он встречается у о. Малый Жемчужный. Во время миграции сингиль активно питается (Хорошко, 1989).

По наблюдениям И.А. Дубровиной (1951) ход кефали проходит на расстоянии от 50 до 200 м от берега. Двигается она очень быстро со скоростью до 24 км/час. Косяки кефали могут также находиться какое-то время в неподвижном состоянии. В таких скоплениях рыба располагается в несколько уровней до самого дна (рисунок 2).

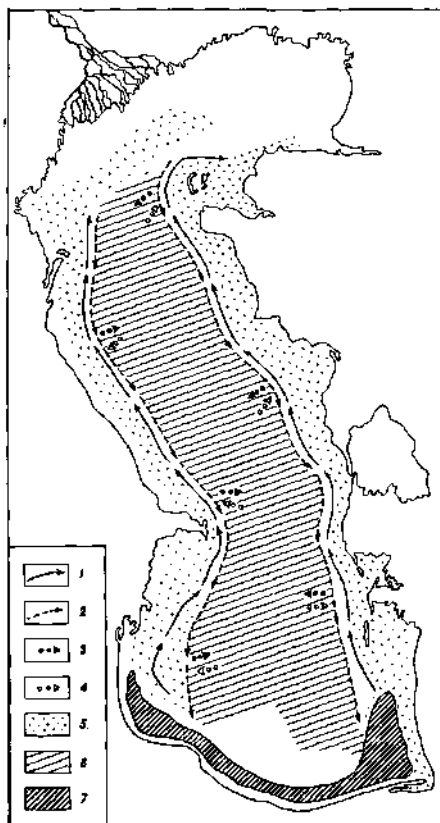


Рис. 2 Схема миграций кефали в Каспийском море (Дубровина, 1951)
 1 — весенние нагульные миграции; 2 — осенние зимовальные миграции; 3 — нерестовые миграции; 4 — посленерестовые нагульные миграции; 5 — районы нагула; 6 — районы нереста; 7 — районы зимовки

В Каспийском море наиболее низкие линейно-весовые показатели сингиля относятся к периоду его вселения: 27,3 см и 0,41 кг (Куликова, 1938). Работы Пробатова С.Н. в 50-е гг. XX века указывают на увеличение средней длины и массы этого вида до 42 см и 1,13 кг соответственно. В 1970-е гг. результаты исследований А.И. Хорошко демонстрируют уменьшение размеров кефали в среднем до 28,7 см и 0,4 кг. Все авторы отмечают, что самки сингиля растут быстрее самцов и в 5-6-годовалом возрасте опережают их по длине на 1-2 года.

Исследования многих учёных показывают, что сингиль в Каспийском море превосходит свою исходную черноморскую форму в росте (таблица 1).

Таблица 1 - Сравнительные данные роста сингиля в Каспийском и Чёрном морях (Хорошко, 1980)

Возраст, годы	Каспийское море (туркменское побережье, 1940)		Чёрное море (северо-восточная часть)
	Длина (см)	Масса (г)	Длина (см)
2	20,8	225	15,7
3	28,1	510	19,7
4	32,9	661	23,4
5	36,3	912	26,4
6	40,1	1147	29,4
7	43,1	1315	32,9
8	45,5	1613	36,1
9	47,1	2080	39,3
10	50,5	-	41,2

Половой состав промысловой части популяции кефали неодинаков в отдельных возрастных группах. В среднем самки у сингиля составляют 82 % численности улова. Предельный возраст самцов на 2-3 года меньше, чем предельный возраст самок. Это свидетельствует о коротком жизненном цикле и более высоких темпах естественной смертности самцов в сравнении с самками.

Каспийские кефали впервые созревают: самцы — на 3-м году, а самки на 4-м году жизни (Терещенко, 1950). Результаты исследований 1976—1980 гг. показали, что трёхлетние самки с IV стадией зрелости гонад в массе не встречались, а зрелых самцов было много и среди двухгодовиков. В то время как, самки черноморского сингиля становятся половозрелыми только в возрасте 5-6 лет, самцы – в 3-4 года (Хорошко, 1982).

Кефали отличаются громадной плодовитостью. Сингиль при длине тела в интервале 25—30 см имеют абсолютную плодовитость в среднем 500—600 тыс. икринок, а наиболее крупные самки сингиля длиной 45—50 см имеют в яичниках до 2—3 млн шт. зрелых ооцитов. Плодовитость черноморского сингиля - от 150 до 927 тыс. икринок. Таким образом, каспийская кефаль превосходит исходную черноморскую в быстроте созревания и плодовитости (Чугунова, 1944).

По данным различных учёных (Томазо, 1940; Дехник, 1953) нерест сингиля в Чёрном море начинается не раньше конца июля — начала августа и продолжается до октября (Адуева, Таибов, 2012). Имеются отдельные указания о встречаемости икринок сингиля в планктоне во второй половине июня. Массовый нерест происходит в сентябре. Распределение икринок в планктоне свидетельствует о том, что сингиль размножается как у берегов, так и в открытом море. Икринки встречаются при температуре воды 16,5—24,8°C и солёности 15,72—18,15‰. У побережья Болгарии икринки сингиля вылавливались в сентябре и октябре при температуре воды 18,4—22,2°C.

Для каспийских кефалей характерно быстрое протекание активной фазы гаметогенеза. Так, созревание самок от стадии II—III до стадии IV занимает всего 1,5—2 мес. Исследования Г.А. Вальтер, Н.И. Куликовой (1982) выявили следующее: начинают нерестовый ход крупные особи, преимущественно самцы, а заканчивают самки. Гонады самок и самцов находятся в этот период на завершённой и незавершённой IV стадии.

Главный фактор, стимулирующий размножение кефали – степень прогрева вод (Богородицкий, 1970). В Каспийском море разгар нереста наблюдается в середине и конце сентября при температуре воды 22—23°C (Аванесов, 1972, 1973). Начинается нерест над большими глубинами (400-500 м). Позднее зона нереста расширяется в сторону берегов. С. Н. Пробатов (1952) отмечал факты икрометания в непосредственной близости от берега.

Икра сингиля мелкая, менее 1 мм в диаметре, развивается в течение 1,5—2 суток в поверхностном слое воды. Факт погружения икры кефалей с поверхности

в толщу воды в Каспийском море обнаружен Ю.П. Зайцевым (1964) в результате её лова многоярусным тралом. Икринки сингиля легко отличаются от двух других видов кефалей более крупными размерами и, соответственно, несколько большей величиной жировой капли.

Учёными, занимавшимися изучением развития черноморских кефалей (Васнецов, 1953; Аронович и др., 1976) в раннем онтогенезе сингиля было выделено и описано 7 эмбриональных, 5 личиночных и 1 мальковый этапы развития. Было обнаружено, что на каждом из этапов происходит формирование определённых систем, структур и органов.

У сингиля оптимальная температура для зародышевого развития составляет 19-21°C. В оптимальном диапазоне температур эмбриогенез завершается за 5-6 суток массовым выклевом личинок. Вылупившиеся личинки кефали держатся у поверхности воды благодаря желточному мешку и крупной жировой капли. По данным В.А. Водяницкого и др. (1980) только что вылупившихся личинок сингиля можно отнести к слаборазвитым личинкам, длина их составляет 2,2-2,5 мм. У предличинок длиной 2,4 и 2,8 мм ещё сохраняется небольшой остаток желточного мешка и жировая капля. Характер пигментации в основном не изменяется.

На 3-4 сутки желточный мешок рассасывается, удельный вес личинок возрастает, и они опускаются в толщу воды. Это первая вертикальная миграция. После заполнения воздухом плавательного пузыря на 11-13-е сутки плавучесть личинок повышается и происходит вторая вертикальная миграция (Виноградова, 1968). Личинки активны, ночью опускаются на глубину, а утром поднимаются к поверхности. У них хорошо выражен положительный фототаксис.

Н.И. Демьяновой (1989) отмечалось, что до перехода на активное питание (5-6 сутки после выклева) личинки концентрируются в затемнённых участках и по мере роста выходят в освещённые места, где активно питаются.

У личинок длиной 3,6 мм начинается образование лучей в хвостовом плавнике; пигментация тела значительно усиливается. При длине тела около 6,5

мм заканчивается формирование лучей в непарных плавниках, появляются зачатки брюшных плавников.

По данным Т.А. Перцевой-Остроумовой (1951), у личинок длиной 8 мм все плавники за исключением брюшных, принимают окончательный вид. Анус открывается на двенадцатом сегменте. Усиливается пигментация, и непигментированными остаются только плавниковые лучи. Личинки становятся тёмными.

Окраска мальков зависит от цвета грунта, над которым они держатся. Так, мальки, обитающие, где грунт серый, имеют коричневатую-серую спинку, а мальки, где грунт илистый, бывают оранжевого и розового цвета со светло-коричневой спинкой.

Мальки кефали очень подвижны и, подобно взрослой кефали, выпрыгивают из воды. Плавают стайками по 8-100 шт. и более у самой поверхности воды. В косяках мальки располагаются в один слой. Визуальные наблюдения показали, что личинки и мальки сингиля относятся к типично гипонейстонным формам.

Пелагический период развития кефалей длится около 2-х месяцев, затем молодь переходит к придонному образу жизни (Чесалина и др., 2009). Личинки и мальки сингиля осенью и зимой на мелководьях встречаются редко, так как остаются зимовать в приглубых местах, где сохраняется более высокая температура воды (Савчук, 1967).

Мальки кефали размерами 0,5—1,5 см на больших глубинах питаются исключительно планктоном *Eurytemora grimmeri* и *Polyphaetus*, в зоне течений основными компонентами являются личинки моллюсков, а также *Nauplii copepoda* и *Calanipeda*. При подходе к берегу у мальков длиной 1,2—1,5 см уже намечается переход к донному питанию. В желудках, помимо планктонных организмов, изредка встречаются личинки *Chironomidae*.

В прибрежной зоне у мальков от 2,5 до 6 см в составе питания наряду с планктонными видами, личинками моллюсков, встречаются и бентические организмы и в небольшом количестве грунт и детрит. Количество планктона и

донных животных в питании с увеличением размеров мальков падает и, наоборот, грунта и детрита увеличивается.

Мальки от 6 см и более переходят полностью на донное питание, которое по характеру аналогично питанию взрослых рыб. У мальков этих размеров в составе пищи преобладающее значение имеют грунт и детрит, и лишь незначительную часть её составляют донные животные и синезеленые водоросли. Кроме того, интенсивность питания молодежи падает с увеличением размеров.

В 50-х годах прошлого столетия Е.Н. Куделина (1950) занималась вопросами изучения питания кефали в Каспийском море. Было обнаружено, что взрослый сингиль соскребает обрастания (перифитон) с камней и ила. В пище встречаются моллюски и черви. Основными компонентами питания являются грунт и детрит, которые заглатываются кефалью не механически: эти элементы, имеют самостоятельное кормовое значение.

Хороший рост кефали в Каспийском море при небольшом количестве питательных веществ в составе пищи, автор объясняет только её большим суточным рационом. Сильный мускулистый желудок кефалей и большая всасывающая поверхность кишечника, обуславливают большую пропускную способность и хорошую ассимиляцию питательных веществ из большого количества поступающей пищи. Животные организмы, встречающиеся в питании взрослых кефалей, несмотря на сравнительно большой процент их в общем составе пищи, можно сказать, имеют ничтожное значение, так как не усваивается кефалью.

Анатомо-гистологическое строение пищеварительной системы кефалей впервые было описано в результатах черноморских исследований Ф.С. Замбриборщ (1953) и В.Д. Бурдак (1955). Вследствие того, что молодь кефалей питается главным образом зоопланктоном (преимущественно ракообразными), взрослые—детритом, перифитоном и илом, в гистологическом строении пищеварительной системы происходят значительные возрастные изменения желудка, кишечника и пилорических придатков.

У молоди кефалей в собственной оболочке слизистой желудка, кишки и пилорических придатков в большом количестве присутствуют базофильные амебоциты. Переходные формы между базофильными амебоцитами и другими клеточными формами соединительной ткани редки. Эозинофилы у молоди единичны.

У взрослых рыб меняется строение слизистой желудка, кишечника и пилорических придатков. В слизистой между эпителиальными клетками появляются клеточные формы, переходные между базофильными амебоцитами и гранулоцитами. Многочисленными становятся эозинофильные гранулоциты в собственной оболочке слизистой. Они образуют большие скопления, так называемые «эозинофильные поля». Особенно богата эозинофилами слизистая задней части кишечника.

Из собственной соединительнотканной оболочки эозинофилы проникают в клеточный эпителий, где распадаются на отдельно рассеянные между эпителиальными клетками эозинофильные гранулы. Здесь гранулы растворяются и исчезают; некоторое количество эозинофилов проходит в просвет кишки и там заканчивает свое разложение. Функция кишечных эозинофилов состоит, как известно, в антитоксикации. Гранулы эозинофилов растворяют бактериальные клетки, осуществляя тем самым защитную функцию.

По мнению В.Д. Бурдак (1955), возрастные изменения в гистологическом строении пищеварительного тракта, наблюдавшиеся у кефалей, функционально связаны с изменением характера её питания. Выраженная эозинофилия у взрослых рыб является одним из приспособлений к детритному питанию.

А.И. Хорошко в 80-е гг. XX в. отмечал, что нагульный ареал каспийских кефалей занимает обширную площадь прибрежных мелководий моря, за исключением самых северных его участков. Излюбленных объектов питания у кефалей не выделено, они в равной мере охотно, потребляют детрит, перифитон, мелкие бентосные организмы. Следовательно, их кормовая база мало подвержена сезонным и многолетним колебаниям, что служит основой для поддержания

стабильной численности популяции. При наличии мощного волжского стока и других факторов, вдоль побережья откладываются илистые осадки, создаются хорошие кормовые угодья для детритоядной взрослой кефали. Каспийские кефали интенсивно питаются почти круглый год независимо от сезона и функционального состояния.

Л.А. Зенкевич (1940), рассматривая вероятную динамику численности вселенцев в новом водоеме, теоретически выделил 8 фаз этого процесса. Многолетние данные по каспийским кефалям позволяют проследить почти все фазы. Латентный период длился примерно 15 лет с начала интродукции. Рост численности в первые годы акклиматизации обеспечивался высокой индивидуальной плодовитостью особей, осваивающих свободную пищевую нишу и соответственно обладающих очень высоким темпом роста.

Одновременно в новой популяции шло накопление особей старших возрастных групп. Длительность жизненного цикла увеличивается в этот период до 11—12 лет. Резко повышается популяционная плодовитость (в расчете на популяцию из 1000 особей) за счет увеличения линейных размеров одновозрастных рыб и накопления крупных особей старших возрастов. В результате во второй половине 40-х годов отмечена вспышка численности кефалей (в первую очередь сингиля), что отразилось на уловах (Хорошко, 1980).

К середине 50-х годов численность вселенцев достигала, очевидно, максимума в насыщении нового ареала. При такой высокой численности популяция существовала примерно до конца 50-х годов. Некоторое время ареал мог быть даже перенасыщен, что активизировало регуляторные механизмы, ограничивающие биомассу и плотность популяции. Снизился темп роста, сократился жизненный цикл (9—10-годовики стали реже встречаться в уловах), поскольку кормовая база стала, видимо, недостаточной для столь большого количества крупных быстрорастущих особей.

На проходящие изменения структуры уловов впервые обратил внимание С. Н. Пробатов (1959), затем Р. А. Маилян (1962). Более поздние данные (1976—

1980 гг.) демонстрируют дальнейшее снижение темпа роста кефали, сокращение срока жизни до 9—10 лет, уменьшение популяционной плодовитости и стабилизацию этих показателей на более низком уровне. В итоге становится ниже и уровень численности популяции. Очевидно, начиная со второй половины 60-х годов, численность популяции кефали пришла в состояние динамического равновесия с величиной кормовой базы в пределах занимаемого ареала, наступила натурализация этих видов в Каспийском море (Адуева и др., 2010).

В новом водоеме изменилась система биологической адаптации черноморских кефалей (Шихшабеков и др. 2010). Вместо трех-четырех миграций, совершаемых в течение года в Черном море, в Каспии сформировалось только две в соответствии с новым взаиморасположением нерестового, нагульного и зимовального ареалов. Миграционный путь стал вдвое длиннее, а темп миграций замедлился.

У каспийских кефалей миграции пролегают по районам нагула, а зимовка проходит в более благоприятных условиях, чем в северной части Черного моря. В результате кефали на Каспии практически круглый год интенсивно питаются. Как следствие этого, наблюдаются меньшее колебание упитанности и жирности и низкий уровень этих показателей в сравнении с черноморской формой (Адуева, Шихшабеков, 2011; Адуева и др. 2012).

Как указывал А.И. Хорошко (1982), адаптивные изменения биологии и физиологии отразились и на морфологическом облике акклиматизантов. Каспийский сингиль отличается лучшей в гидродинамическом отношении формой тела, что, видимо, компенсирует низкий уровень энергетических запасов в условиях длительных миграций: к каудальной части сместились непарные плавники, уменьшилась высота хвостового стебля. На экстерьер акклиматизантов оказали влияние и физические характеристики каспийской воды. Меньшая прозрачность привела к увеличению размера глаз.

Сингиль является перспективным объектом морского промысла на Каспии, так как, будучи репродуктивно морским видом, мало зависит от речного стока и

изменения гидрологического режима в северных районах Каспия. Молодь кефали по данным Н.И. Чугуновой (1944) находится под прессом выедания хищными морскими сельдями, судаками, белорыбицей, а также бакланами. Конкуренцию молоди, которая потребляет планктон, составляют только молодь кильки и атерины. Взрослая кефаль не имеет ни врагов, ни конкурентов (кроме других кефалевых рыб).

1.2. История промысла кефали в Каспийском море

Кефаль обладает высокой гастрономической ценностью. Мясо сингиля белое, без мелких костей, хорошего вкуса. Поступает в продажу преимущественно в охлаждённом, мороженом виде, а также подвергается вялению и холодному копчению. Из кефали производят высококачественные консервы («кефаль в масле», «кефаль в томате»). Пищевое значение имеет также икра кефалевых рыб.

В Каспийском море кефаль стала важным промысловым объектом. По данным З.П. Терещенко (1940), Б.С. Ильина (1949) первый опытный лов кефалей после проведённой акклиматизации был проведён в 1937 г. в районе красноводской косы (Туркменское побережье). Впоследствии, с 1938 г. по мере распространения рыб, их промысел охватил всё побережье Каспийского моря, включая южные районы Северного Каспия.

Для промысла нового для Каспия вида был необходим поиск орудий и способов лова. В начальный период использовались волокуши длиной до 350 м с ячеей 28 мм. К их верхней подбуре прикреплялась дополнительная сетная дель, препятствующая выпрыгиванию кефалей при облове косяка. Но это орудие лова не дало большого эффекта: оно было пригодно только на мелководье.

Кефаль весьма энергичная и подвижная рыба. Попав в орудие лова, она старается из него выбраться и высоко выпрыгивает из воды.

Кефаль ловили в Российской СФСР (Дагестан) и в прикаспийских союзных республиках: Казахстан, Туркменистан, Азербайджан (рисунок 3).

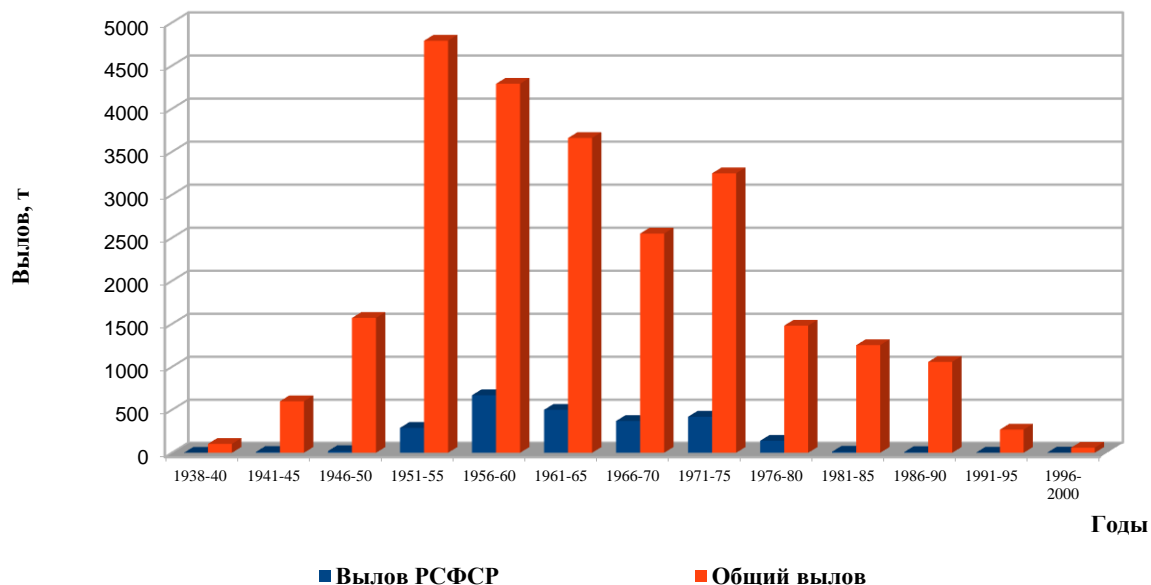


Рис. 3 Динамика уловов кефалей в Каспийском бассейне со времени вселения до 2000 г.

Каспийские рыбаки долго не могли приспособиться к лову пугливой и быстрой кефали; по своему, поведению, по своим повадкам она оказалась рыбой необычной в Каспийском море. В начале промысла были привлечены для инструктажа черноморские рыбаки. Один из них научил каспийских, рыбаков лову дифонами — кефалевыми волокушами. Их длина от 310 до 475 м, все без матни. Высота крыльев 5-6 м, в средней части высота 7-8 м. Для лова дифонами выезжали на 0,5 – 1 км от берега и ловили на глубинах 0,5-0,8 м.

Использовались рогожи по типу черноморских, каждая длиной 17 м и шириной 1,5 м с загнутыми вверх бортиками высотой 20 см. С 1939 г. рогожи стали основными орудиями лова у Туркменских берегов. Кефаль ловилась также дрифтерными сетями, вобельными волокушами. Так, организовался лов кефалей сейнерами в юго-западной части Южного Каспия.

Несколько иначе происходило развитие промысла кефали в Азербайджане: на первых этапах кефаль была лишь приловом к основным промысловым рыбам, добываемым сетями и ставными неводами. Специализированный лов начался с использования обкидных сетей. Позднее рыбаки стали применять для лова кефалей порежевые 2- и 3-х стенные сети, которые оказались более уловистыми.

Применение электрического света на промысле кефали в Каспийском море - один из факторов, способствующих заметному увеличению её добычи. В начале 50-х гг. XX в. уловы кефали на Каспии (в водах СССР) возросли в результате широкого внедрения в промысел более уловистых капроновых сетематериалов, увеличения промыслового флота и улучшения его качества, а также применения электросвета. Слабый свет является сигналом рефлекса питания, так как кефаль питается в основном в светлое время суток у дна прибрежной зоны, где преобладает неяркое рассеянное освещение. Что касается внезапных вспышек света, то на них, как и на резкое изменение других факторов, у кефали реакция резко отрицательная. Кефаль относится к активным и подвижным рыбам, она реагирует на изменения факторов внешней среды быстрее и энергичнее, чем другие рыбы. Поэтому внезапный свет у неё вызывает сильный испуг: кефаль теряет ориентировку, бросается в стороны, выпрыгивает из воды (Пробатов, 1961).

В начале 50-х гг. З.П. Терещенко (1950) указывал на то, что развитие промысла кефалей должно идти по пути всемерного расширения прибрежного лова уже известными орудиями (обкидные и порежовые сети, волокуши, рогожи), увеличения коэффициента полезного использования этих орудий, а также изыскания новых, более эффективных методов.

Рыбаки Дагестана внедрили способ лова кефалей, разработанный Н. И. Семенченко. Способ базировался на применении обкидных трехстенных режевых сетей и давал экономически оправданный результат того времени, что стимулировало развитие лова кефалей, не исключая больших уловов других ценных видов рыб. Особенно высокие приловы наблюдались в районе западного побережья Каспия, где в массовых количествах нагуливается молодь осетровых. Экологически вредный, наносящий ей ущерб лов кефалей был частично ограничен указом 1962 г., запретившим добычу осетровых в море (Бабаян, 1965).

Данные показывают, что кефалевый промысел во всех прикаспийских государствах прошел все 3 традиционные стадии: становление, расцвет и упадок.

В своей работе С. Б. Сидоров (2000) указывал, что резкое снижение уловов кефалей началось с середины 70-х гг., когда значительно (в 5-10 раз) сократилось количество бригад рыбаков-кефальщиков во всех прикаспийских республиках. Основными причинами спада промысла являлось сужение районов промысла кефалей в Дагестане из-за охраны осетровых у островов Чечень и Тюлений, а также физический износ флота. Причиной снижения добычи не являлось уменьшение запасов кефалей.

После распада Советского Союза и образования суверенных прикаспийских государств, площадь рыболовных зон России на западном побережье Каспийского моря для промысла морских видов рыб, в том числе и кефали, ограничилась береговой линией Дагестана.

В начале 2000-х гг. российский промысел кефали в Каспийском море характеризовался слабой организацией и низким уровнем интенсивности (Ахмедов, 2003; Костюрин, Тайбов, 2009) Уловы сингиля с 2001 по 2007 гг. варьировали в пределах от 1,5 до 37,4 т, при средней величине изъятия 9,7 т.

Лов кефали осуществлялся волокушами и капроновыми сетями. В этот период в промысле участвовали 2-3 рыболовецкие организации, использующие в качестве основного орудия лова – волокуши. Уловы волокуш не превышали 30 кг на замет. Применялись также капроновые сети, средний улов на усилие которых составлял 7 кг.

Начиная с 2008 г. орудиями лова сингиля стали сети из монопнети, что позволило увеличить улов на усилие до 19,1 кг/сеть. В то же время в промысле участвовало только 8 рыбодобывающих организаций. Вылов кефали оставался на низком уровне и составил 71,2 т (Мирзоян, Калмыков и др., 2018) (рисунок 4).

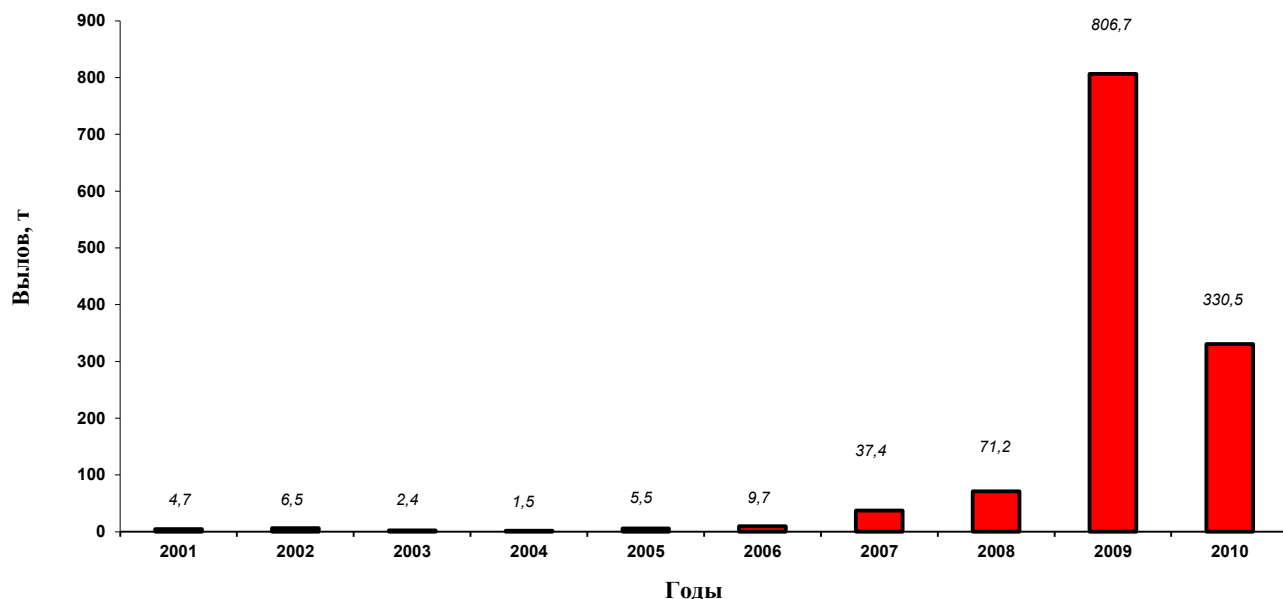


Рис. 4 - Динамика российского промысла сингиля в 2001-2010 гг.

Пик промысла кефали пришелся на 2009 г., когда было поймано 806,7 т. На промысел вышло 16 организаций. Лов ставными сетями из моноволокна впервые проводился в двух режимах: пассивном (постановка на ночь) и активном (обмет скоплений). Непосредственно в районе лова был организован прием рыбы (судно с холодильной установкой РДОС) (Костюрин, Абдулаева, 2011).

В последнее десятилетие вылов кефали производят с использованием ставных и обкидных сетей в режиме активного поиска и обмета косяков рыб. Промысел ведётся с 20 июня по 31 октября на моторных и маломерных судах, байдах. Основные промысловые районы сосредоточены в северной части дагестанского побережья Каспия, в т.ч. в Кизлярском заливе и на взморье северной части Аграханского залива (Алиева и др., 2019; Лобачев и др., 2020).

В 2010-2011 гг. снижение добычи кефали было связано с неэффективной её организацией (поздние сроки выдачи разрешения на лов, незначительное количество предприятий, осваивающих квоту, отсутствие приёма рыбы в море). С 2012 г. величина промыслового изъятия кефали снова возросла, при этом наиболее заметное увеличение объёма добычи произошло в 2015 г., когда были продлены сроки лова до конца октября. С тех пор наблюдается положительная

тенденция развития промысла, однако, рекомендованная величина вылова, установленная в объёме 2,0-2,6 тыс. т, значительно недоосваивается (Гаврилова, Волков, 2014; Гаврилова, 2018; Мирзоян, Калмыков и др., 2018).

В настоящее время среди всех прикаспийских государств максимальное количество кефалей добывается у иранского побережья в зимний период. Здесь в отличие от российского промысла вылавливаются два вида (сингиль и остронос). В 2001-2011 гг. у иранского побережья уловы кефалей составляли 2,68 тыс. - 6,87 тыс. т при среднем вылове 4,47 тыс. т (Fazli, Daryanabard, 2012). У азербайджанского побережья кефаль (преимущественно остронос) прилавливается ставными и закидными неводами при промысле других видов рыб. В 2002-2010 гг. здесь добывалось от 3,4 до 62,2 т кефалевых рыб (Рустамова, 2010).

Таким образом, многолетние статистические данные по вылову свидетельствовали о том, что промысел кефали в Каспийском море продолжает развиваться. Совершенствуются орудия и способы лова. Рыбохозяйственная наука обращает внимание на недоиспользование запасов каспийской кефали.

1.3. Гистологические исследования рыб Волго-Каспийского бассейна

В настоящее время актуальны все вопросы, связанные с характеристикой особенностей, динамичности, развития гистоструктур и гистохимической специфики органов и тканей рыб. Вместе с тем наиболее перспективно на основе познания норм строения и адаптивных реакций в разных градиентах среды, определение отклонений для расчета индексов экологического неблагополучия, особенно в зонах экологической напряженности, то есть гистологическое направление работ. Отсутствие явно выраженных патологий у населяющих водоёмы рыб создает иллюзию относительного благополучия состояния окружающей среды. Однако, при проведении анатомо-гистологических на разных стадиях развития у рыб выявляются значимые морфофункциональные отклонения (Жук, Гилева и др., 2014; Селюков и др., 2018).

Одним из уникальных естественных водоемов планеты со своеобразными условиями среды является Каспийское море. Однако длительный сброс промышленных сточных вод в реки, впадающие в Каспий, смывы с сельхозполей ядохимикатов и удобрений, попадание в воду нефти и нефтепродуктов при её добыче в море и прибрежных районах, во время транспортировки и эксплуатации водного транспорта значительно ухудшили экологическую обстановку в этом регионе (Чуйков, 2011).

Как известно, морфологические изменения органов рыб являются ответной реакцией организма на воздействие комплекса различных загрязнителей и токсикантов, присутствующих в водной среде (Кашулин и др., 1999; Миронов, 2000). В своих работах Журавлева, Земков (2003) указывали на то, что неспецифические изменения внутренних органов являются так называемыми «болезнями адаптации». У рыб при концентрациях токсических веществ, не вызывающих видимых явлений интоксикации, развиваются определённые морфологические перестройки во внутренних органах (Велибекова, Микаилова, 2007). Отсутствие клинических признаков отравления при этом можно объяснить явлениями приспособления, компенсации функций организма (Кокуричева, 1974; Щербаков, 1983).

Гистологическому исследованию пищеварительной системы карповых рыб, обитающих на дагестанском побережье Каспийского моря, посвящена работа Рабазанова, Курбанова (2015). В ней рассмотрены особенности строения сазана и леща, такие как наличие в пищеводе желез альвеолярного типа, слабое развитие в кишечнике механических структур по сравнению с хищными рыбами. Представлена коррелятивная связь гистологического строения печени с сезонным состоянием гонад. Изучены возрастные изменения печени (более чёткое балочное строение у сеголетков по сравнению со взрослыми особями). Кроме того, обнаружены нарушение микроциркуляции крови и гипертрофия клеток печени, что являлось, по мнению авторов, компенсаторно-приспособительной реакцией. В Волго-Каспийском бассейне А.В. Амплеевой (2013) было проведено

комплексное изучение кроветворных органов белорыбицы в эмбриональном личиночном и мальковом периодах развития, установлены сроки созревания клеточных рядов и кроветворной системы в целом, а также описаны закономерности развития форменных элементов крови.

Исследования физиолого-биохимических показателей сингиля Каспийского моря проведены Н.В. Козловой и др. (2019; 2020). Авторами выявлены достоверные корреляционные зависимости показателей крови, направленные на оптимизацию общих энергетических затрат рыб после нереста. Морфологическая картина гонад свидетельствовала о завершении нереста рыб в октябре-ноябре.

В работах М.М. Шихшабекова и др. (2005; 2014) обнаружена взаимосвязь жизнедеятельности организма рыб с условиями их существования путём изучения гаметогенеза половых циклов и экологии нереста рыб. Резорбционные процессы рассматриваются авторами с одной стороны, как естественный физиологический процесс (физиологическая норма) наблюдаемый в яичниках самок всех видов рыб по завершении нереста и с другой стороны, как процесс, охватывающий все зрелые готовые к овуляции ооциты, вызванный неблагоприятными условиями для нереста (физиологическая аномалия). Эти изменения приводят к различного рода нарушениям в развитии половых клеток, а в целом к потере потомства.

Изучением структурно-функциональных особенностей печени рыб при различных внешних воздействиях занимались многие учёные. Результаты исследований ряда авторов (Алтуфьев, 1990; Федорова и др., 1999; Трубачёва, 2000; Дробот и др., 2011) показали, что изменения в печени проявляются в виде зернистой дистрофии, вакуолизации цитоплазмы гепатоцитов, некробиоза и других нарушениях. Кроме того, обнаруживаются морфологические признаки гепатита и цирроза, сосудистые расстройства различной степени, включая геморрагии и плазморрагии.

Исследования показали, что спектр патологических изменений печени включает компенсаторно-приспособительные реакции тканей; нарушения

микроциркуляции крови; дистрофические и некробиотические изменения; деструкция паренхимы (Федорова и др., 1998; Крючков и др., 2006).

По данным G. Drewa и др. (1994) токсическое действие нефти и детергентов обуславливает уменьшение размеров гепатоцитов, деструкцию ядерной оболочки и мембран крист митохондрий, смещение хроматина к ядерной оболочке, появление в цитоплазме гепатоцитов миелиновых телец и многочисленных жировых включений.

В работах других зарубежных исследователей (Tramp, 1975; Nibiya, 1996) указывается, что в печени рыб обнаружены некрозы гепатоцитов, которые возникают в результате загрязнения вод тяжёлыми металлами, либо следствием паразитарных инвазий.

В печени рыб наиболее частым явлением бывает зернистая, гидропическая и жировая дистрофии гепатоцитов (Ярыгин, Серов, 1968). Жировое перерождение печеночной паренхимы – это наиболее распространенное повреждение при котором в ткани печени обнаруживаются многочисленные участки, представленные вакуолизированными гепатоцитами с пикнотическими ядрами, смещенными к периферии клеток (Жадько и др., 1996).

В своих работах В.Н. Крючков, Л.А. Антонова (1992) связывают повышенное содержание жира в печени с нарушением обменных процессов под воздействием таких как токсичных веществ как фосфор, хлорорганические пестициды, четыреххлористый углерод, тяжелые металлы и др. В печени и почках обнаруживаются очаговые кровоизлияния, дистрофические изменения и некрозы, в цитоплазме эритроцитов – эозинофильная зернистость (Крючков, 2004; Крючков, Аль-Бурай, 2012; Новосёлова, 2008).

Воздействие нефтяного загрязнения на рыб является предметом многих исследований (Каниева, 2006; Козлова, 2007; Сафиханова и др., 2012; Santos, 2011;). Тяжелые металлы (медь, цинк, ртуть, кадмий, свинец, олово, железо, марганец, серебро, хром, кобальт, никель, мышьяк и алюминий) и их производные оказывают разнообразное повреждающее действие на гидробионтов (Комов,

1994). При воздействии мышьяка и других токсических веществ наблюдается гиперплазия клеток печени, очаги некроза, неопухолевая пролиферация гепатоцитов и холангиоцитов, множественные полиморфно-клеточные гранулемы. При хроническом действии 0,02—1 мг/л фенола у рыб обнаруживаются выраженные патологические изменения в различных органах. Поражение внутренних органов проявляется в дегенеративно-некробиотических изменениях в печени, гемопозитической ткани почек и селезенки, сердечной мышце, отеке ткани и набухании респираторного эпителия жабр (Каплин, 1966).

Деструктивные изменения органов рыб Волго-Каспийского бассейна, как последствия воздействия токсических веществ, растворённых в воде, изучались А.В. Амплеевой и др. (2010). Исследователи обнаружили у молоди севрюги и белорыбицы изменения в почках и жабрах. В жабрах молоди отмечались патологические изменения в виде отслоения клеток и разрастания респираторного эпителия. Адаптационные изменения проявлялись у рыб в виде пролиферации клеточных элементов многослойного неороговевающего эпителия филаментов и одного двухслойного эпителия ламелл.

В строении мезонефроса проявлялась неоднородность структуры нефронов в пределах даже одной почки (разные размеры мезонефральных почечных телец, мочевых пространств, разные диаметры проксимальных и дистальных отделов извитых канальцев). В почках в мочевых пространствах они отмечали элементы крови, гипертрофии, слипания и атрофии капиллярных клубочков; в эпителии канальцев - дистрофические изменения различных степеней развития. Компенсаторнозащитной реакцией для поддержания местного и общего гомеостаза, по мнению Амплеевой А.В., являлось накопление белка в просветах извитых канальцев. По данным другого автора (Гамбарян, 1985) морфологические и функциональные нарушения в почках могут приводить к дисфункции разных систем органов рыб, тем самым снижая общую резистентность.

По данным И.Н. Лепилиной, А.А. Романова (2005) у стерляди в водной среде, загрязнённой различными веществами, преимущественно ксенобиотиками,

появляются морфофункциональные изменения, связанные, в том числе, с половыми клетками.

Гистоморфологические исследования жизненно-важных систем организма стерляди, представленные А.А. Романовым (2000) свидетельствовали о серьёзных изменениях функционирования, связанных с адаптивными реакциями на различные загрязняющие вещества водной среды. Проявилось опосредованное воздействие на развитие половых клеток (морфологические отклонения в ооцитах разных фаз развития), отклонения в органах дыхания, проявляющиеся в виде гипоксии, в кровеносной системе (анемия и сосудистые расстройства), нарушения функций почек и печени.

В целом гистологические исследования волжских рыб показали, что состояние их органов и тканей связано с состоянием среды обитания, характером распределения загрязняющих веществ по акватории водоема и особенностями экологии (Васильев и др., 2004; Минеев, 2013; Грушко и др., 2017; Фёдорова и др. 2019).

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые методы. Сбор и обработка ихтиологического материала проходили в западной части Каспийского моря на НИС ВКФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ») с 2011 по 2020 гг. в соответствии с «Инструкцией по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания» (2011) (рисунок 5).



Рис. 5 Полный биологический анализ кефали

В качестве орудий лова применялись ставные сети с ячейёй 32, 36, 40, 45, 50 мм, устанавливаемые на ночное время суток. Проводились траления

продолжительностью 20 мин. с использованием 4,5-метрового донного трала; продолжительностью 30 мин. – для 9,0 и 24,7-метровых тралов.

Отлов молоди кефали проводился ихтиопланктонными сетями ИКС-80 с капроновым ситом № 150 согласно методическому руководству Т.С. Расса, И.И. Казановой (1966). Время экспозиции равнялось 10 минутам при скорости траления 2-3 узла/час. Количество проанализированной молоди (личинки, мальки, сеголетки) составило 612 экз.

Ихтиологические методы. Биологический анализ кефали осуществлялся по общепринятой методике А.Ф. Правдина (1966). Полный биологический анализ кефали включал измерение промысловой длины, массы тела, установление пола и стадии зрелости гонад, взятие чешуи для определения возраста. В 2011-2020 гг. полному биологическому анализу подвергнуто 1957 экз. сингиля, массовым промерам - более 3 тыс. экз. (таблица 2).

Таблица 2 - Объём ихтиологического материала

Годы	Кол-во рыб, экз.	
	♀	♂
2011	157	35
2012	247	40
2013	212	32
2014	149	40
2015	167	42
2016	150	61
2017	115	36
2018	161	56
2019	81	32
2020	111	33

Возраст особей определялся в лабораторных условиях с использованием бинокулярного микроскопа МБС-9 по методике Н.И. Чугуновой (1959), с учётом прибавления одного года к количеству видимых на чешуе годовых колец, следуя рекомендациям для кефалевых рыб (Тимошек, 1969).

За шкалу зрелости половых желёз кефали были приняты описания, представленные А.Н. Житеневым и др. (1974), В.С. Апекиным и др. (1976), Ф.Е. Алексеевым, Е.И. Алексеевой (1996), Д.Р. Адуевой (2012). Для оценки плодовитости рыб осуществлялся подсчёт количества икринок в 10 г навеске с дальнейшим пересчётом на всю массу гонад IV стадии зрелости. Изучение оогенеза самок сингиля проводилось совместно с сотрудниками лаборатории физиологии и генетики рыб ВКФ ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»).

Гистологические методы. Руководствуясь методами классической гистологии (Волкова, Елецкий, 1982; Микодина и др., 2009) пробы молоди и органы взрослых особей фиксировались 10% формалином, гонады - раствором Буэна. Затем в лабораторных условиях биоматериал заливался в парафин с последующим выполнением на микротоме серийных срезов толщиной 4-5 мкм.

Гистологические срезы окрашивались гематоксилин-эозином, кислым фуксином с докраской по Маллори. Микроскопирование фиксированных и окрашенных препаратов осуществлялось под световым микроскопом «МИКРОМЕД-2» с применением иммерсии. С использованием окулярмикрометра промерялись элементы дыхательной и выделительной систем молоди. Микрофотосъемка срезов делалась при помощи фотонасадки SONI DSC-W7 (таблица 3).

Таблица 3 - Объём гистологического материала

Возрастные группы	Кол-во фронтальных и сагиттальных срезов, шт.
Личинки (длина 7 мм, возраст \approx 10 суток)	168
Мальки (длина 11 мм, возраст \approx 30 суток)	108
Сеголетки (длина 15 мм, возраст \approx 35 суток)	64
Сеголетки (длина 18 мм, возраст \approx 40 суток)	48
Сеголетки (длина 21 мм, возраст \approx 50 суток)	54
Рыбы (возраст 2+ - 9+ лет: 22 ♀, 4 ♂)	140

Изготовление, просмотр и описание гистологических препаратов молоди и органов взрослых рыб осуществлялись на кафедре гидробиологии и общей экологии ФГБОУ ВО «АГТУ».

Картографические методы. В лабораторных условиях на ПК по данным уловов с использованием ГИС приложения «ArcView GIS 3.2» были построены карты распределения кефали. Район исследований включал западную акваторию Каспийского моря в пределах ответственности РФ (рисунок 6).

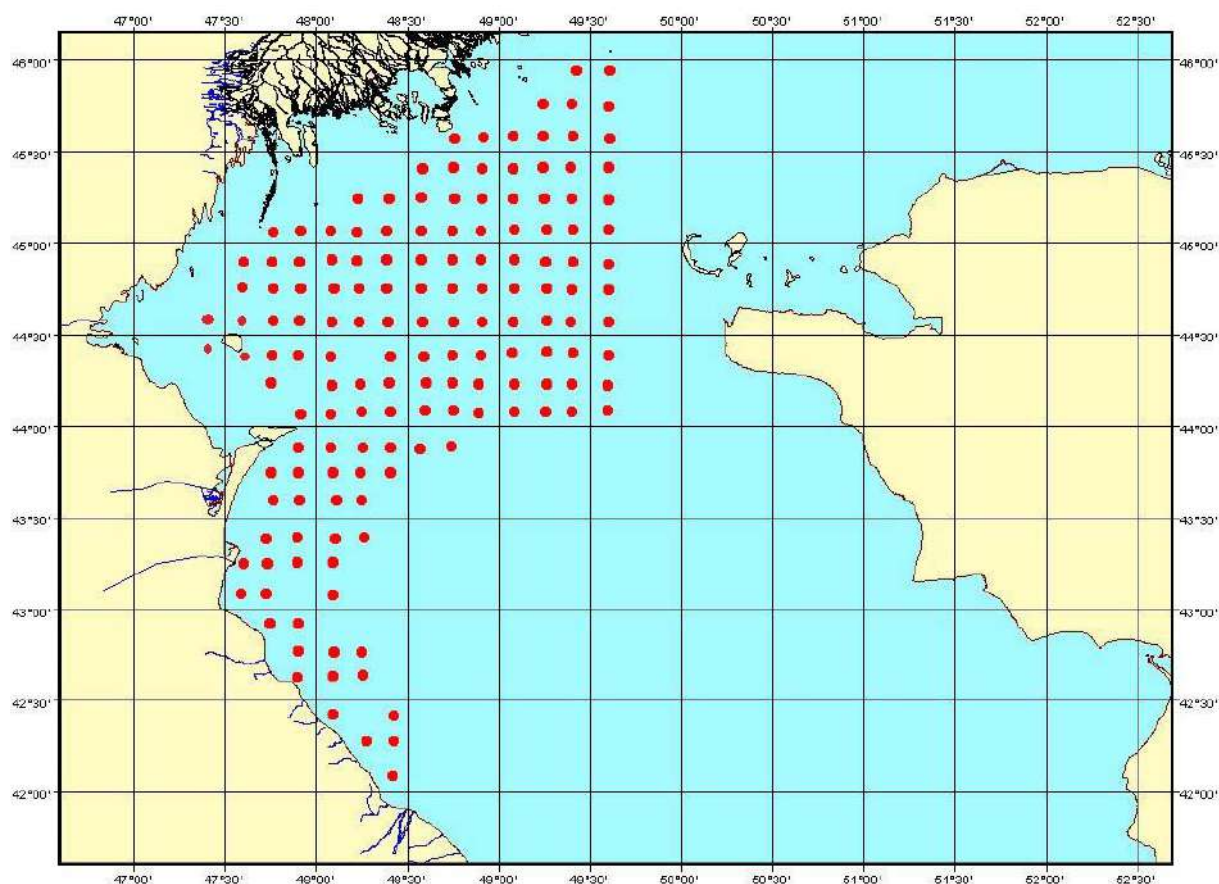


Рис. 6 Район исследований кефали
● - точки вылова в 2011-2020 гг.

Статистические методы. Статистический анализ ихтиологических данных по кефали проводился в программе «Statistica 2010» пакета Microsoft Excel. Для установления связей между биологическими показателями применён корреляционный анализ (Лакин, 1990).

Сведения промысловой статистики по кефали были получены из «Центра системы мониторинга рыболовства и связи», Волго-Каспийского территориального управления г. Астрахани. Предоставленная информация в дальнейшем графически оформлялась, выявлялись проблемные моменты и на основании многофакторного анализа выданы рекомендации промыслу.

Таким образом, работа включала полный комплекс методов исследований: полевых, ихтиологических, гистологических, картографических и статистических.

ГЛАВА 3. БИОЛОГИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАПАСОВ КЕФАЛИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

3.1. Распределение кефали в западной части Каспийского моря

По данным многолетних исследований в весенний период при прогреве воды свыше 10°C начиналась миграция кефали в российскую часть Каспийского моря, где она встречалась на распреснённой акватории с солёностью от 2 ‰. Ежегодно ареал сингиля в широтном направлении простирался от мыса Сулак на западе до о. Чистая банка на востоке. В отдельные годы скопления рыб продвигались вглубь мелководного района, достигая на востоке острова Укатный. По расчётным данным площадь распределения рыб в течение 2011-2020 гг. исследований изменялась от 5750 до 14250 км², составляя в среднем 8478 км².

В 2011 г. сетные уловы кефали колебались в пределах от 0 до 19 экз./сеть при среднем показателе 9 экз./сеть. Более плотные скопления формировались на акватории, прилегающей к островам Тюлений и Чечень. От банки Малая Жемчужная и острова Чистая банка до острова Укатный кефаль встречалась единично (рисунок 7).

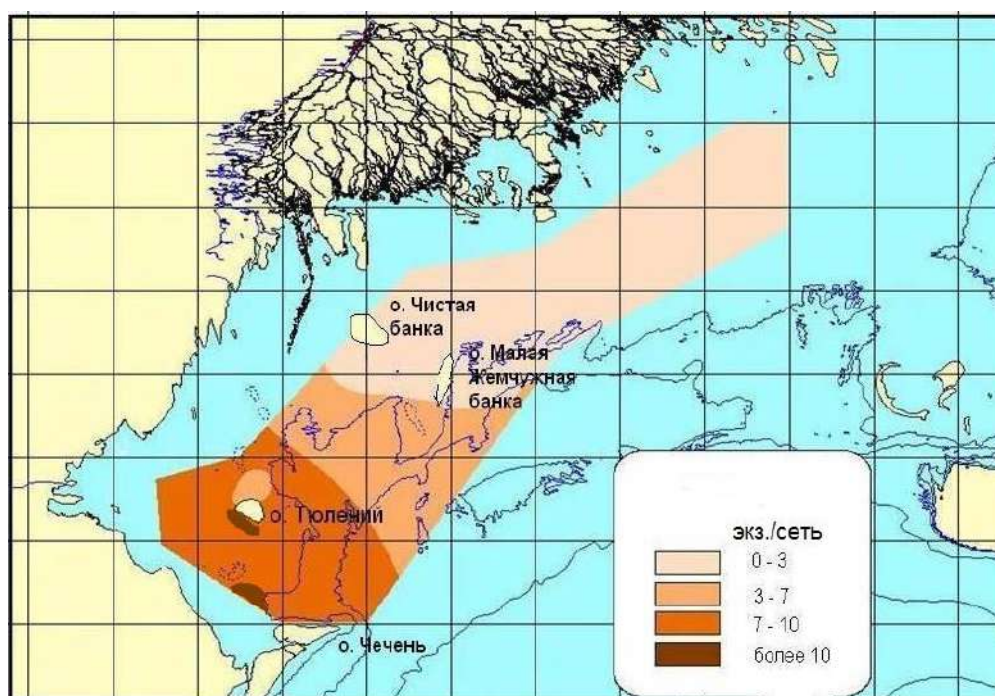


Рис. 7 Распределение кефали в 2011 г.

Уловы кефали 2012 г. варьировали от 2 до 43 экз./сеть. Многочисленные скопления (более 21 экз./сеть) располагались в районах Сулака, Аграханского полуострова и Кизлярского залива. С продвижением на северо-восток до острова Тюлений скопления становились более разреженными. На акватории, прилегающей к острову Чистая банка и банке Малая Жемчужная концентрации кефали не превышали 10 экз./сеть (рисунок 8).

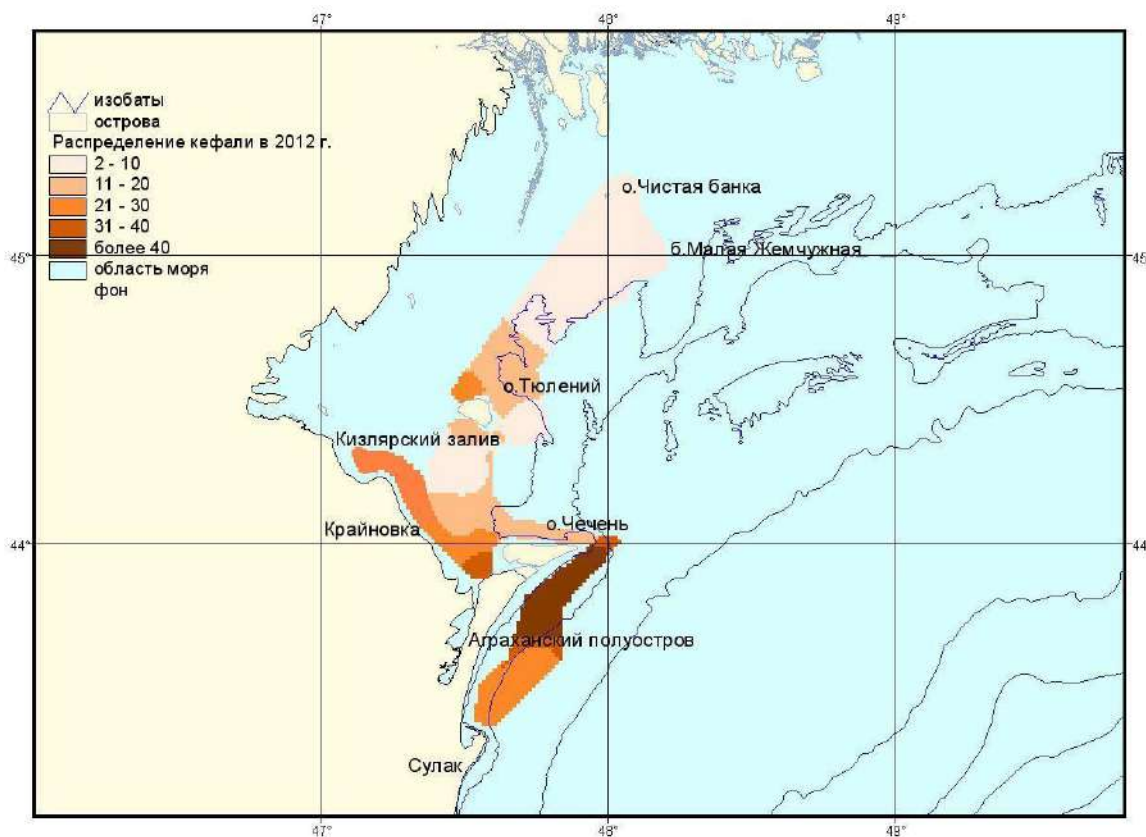


Рис. 8 Распределение кефали в 2012 г.

В 2013 г. показатели улова на усилие изменялись в интервале от 0 до 35 экз./сеть. Высокие концентрации кефали отмечались к югу острова Тюлений, достигая максимума значений вблизи мыса Сулак. Восточнее банки Тюленья кефаль не образовывала плотных скоплений.

В 2014 г. кефаль присутствовала в уловах ставных сетей в пределах значений от 1 до 30 экз./сеть. Максимальные концентрации располагались у сулакского побережья. Вблизи острова Тюлений плотность скоплений составляла

10-20 экз./сеть. В распреснённый мелководный район Северного Каспия заходили единичные экземпляры кефали (рисунки 9, 10).

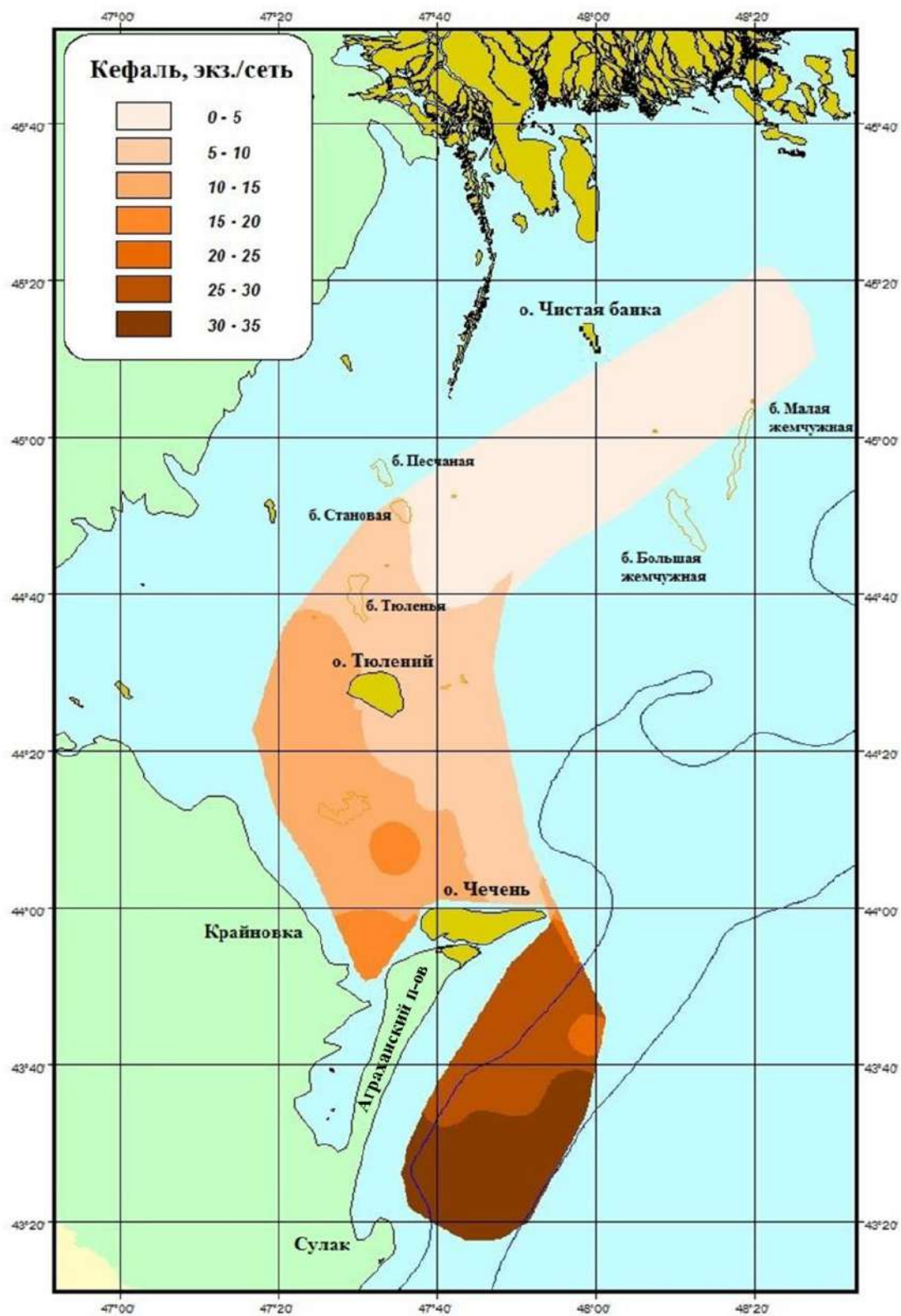


Рис. 9 Распределение кефали в 2013 г.

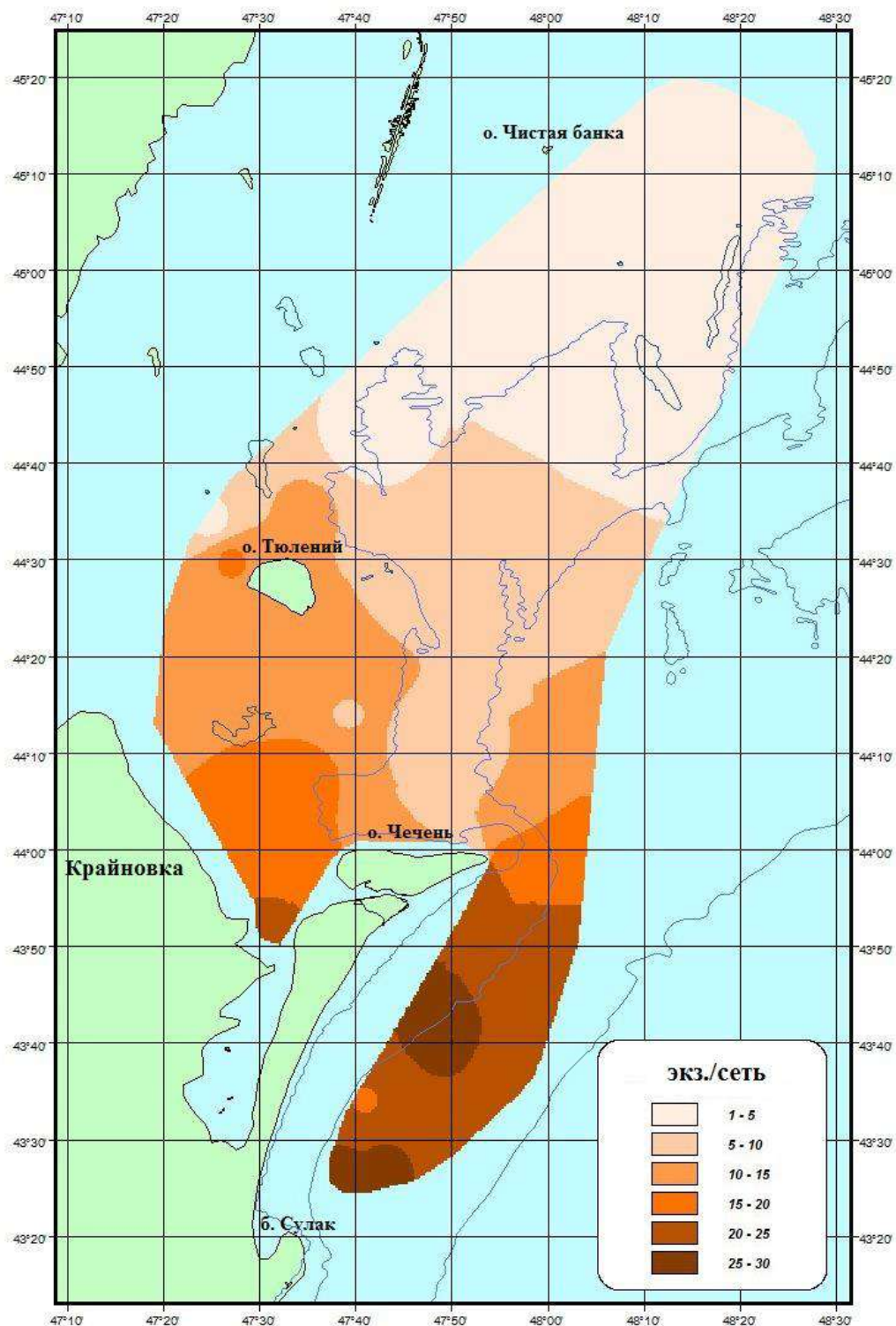


Рис. 10 Распределение кефали в 2014 г.

Уловы на усилие кефали в 2015 г. варьировали 0 до 24 экз./сеть. Высокие концентрации рыб отмечались у крайновского побережья и острова Чечень. Скопления более низкой плотности находились в районе острова Тюлений. К острову Укатный подходы кефали были слабые (рисунок 11).

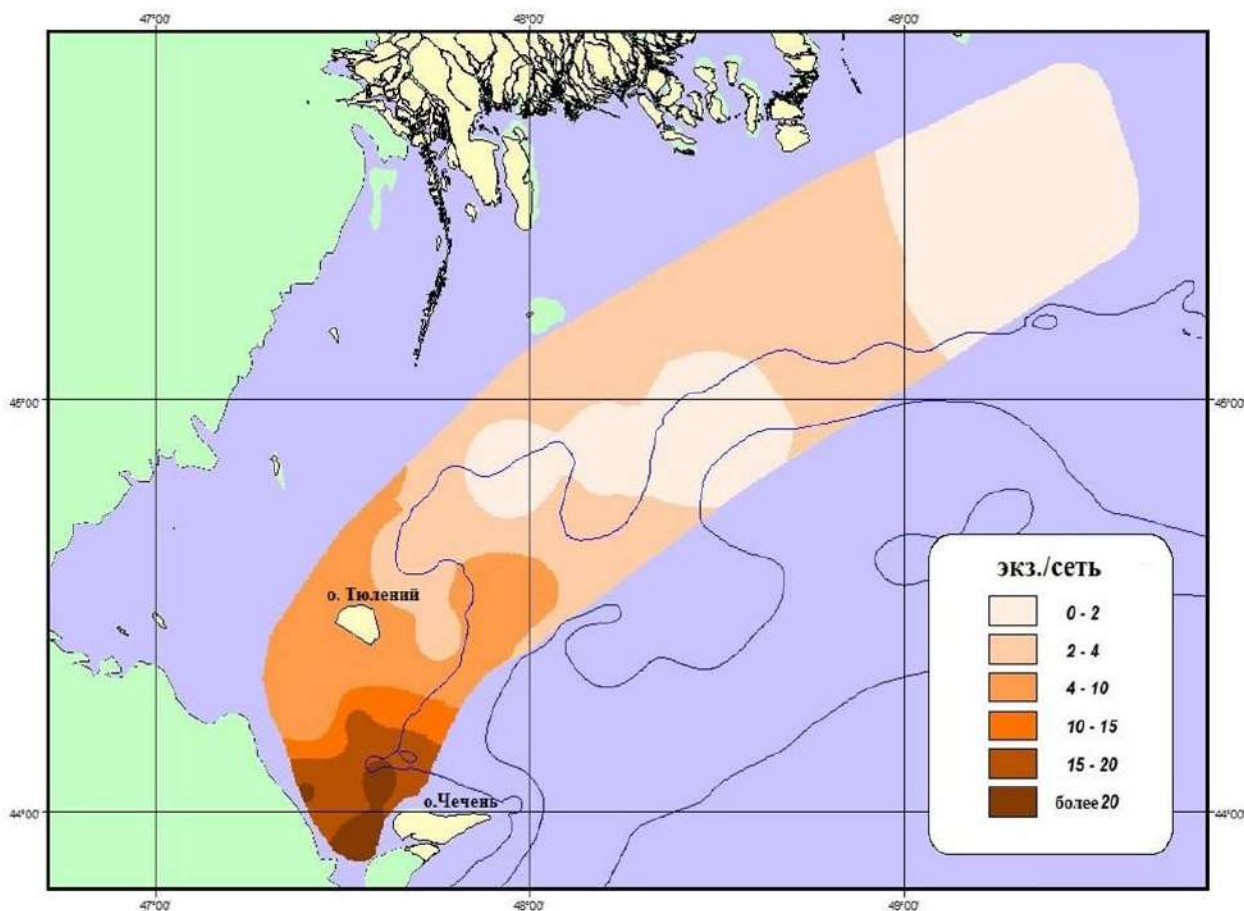


Рис. 11 Распределение кефали в 2015 г.

В 2016 г. средний показатель улова кефали составлял 7 экз./час траления при колебаниях от 0 до 28 экз./час траления.

Многочисленные скопления формировались на траверзе острова Чечень. Менее плотные скопления располагались на акватории острова Тюлений и банки Средняя Жемчужная. Распреснённый северокаспийский район занимали рассеянные концентрации кефали (рисунок 12).

В 2017 г. кефаль встречалась в траловых уловах в пределах от 0 до 104 экз./час при среднем показателе 16 экз./час траления. Максимальные концентрации располагались на акватории, прилегающей к мысу Сулак, вблизи Аграханского полуострова и острова Чечень.

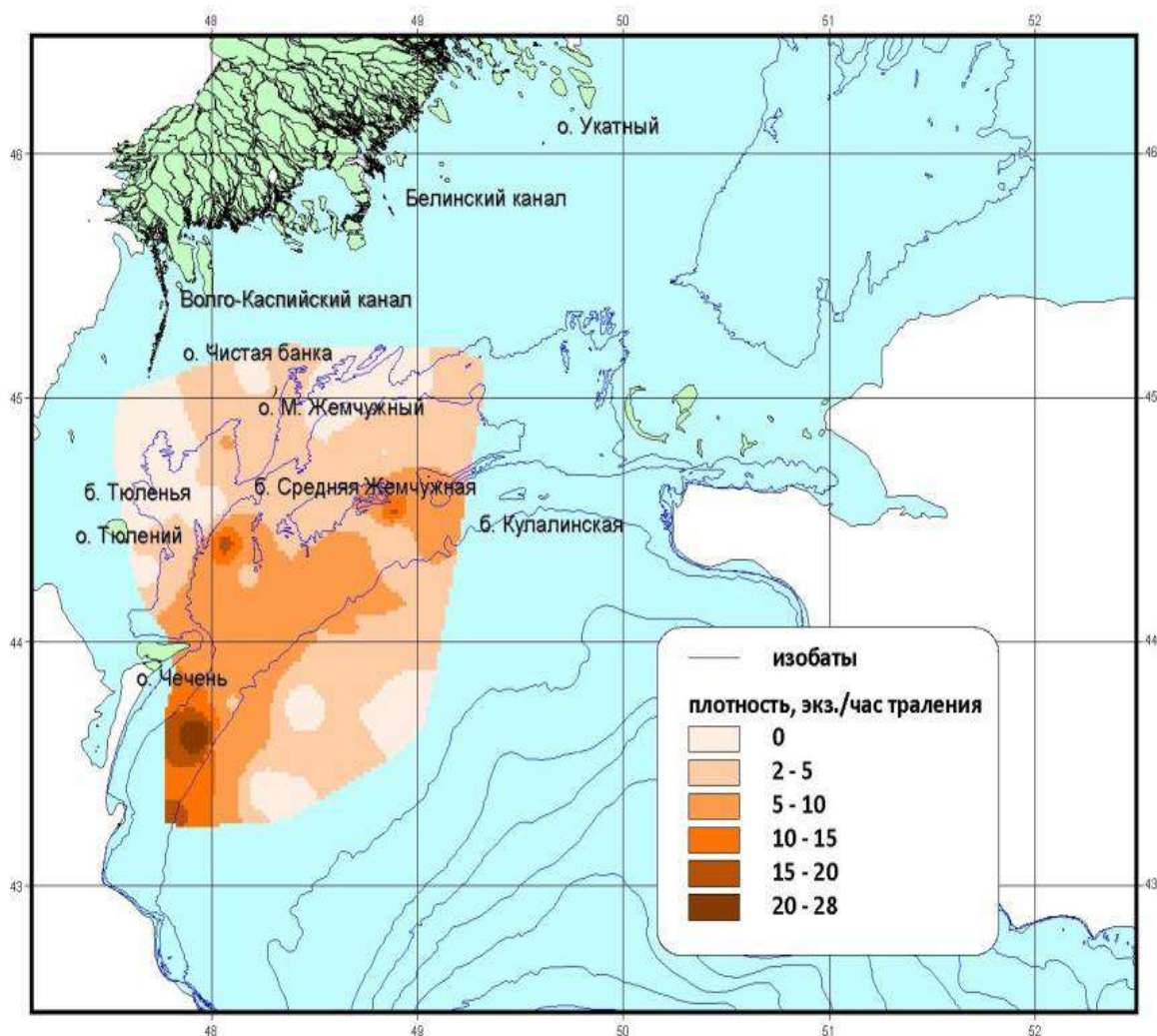


Рис. 12 Распределение кефали в 2016 г.

Скопления плотностью 6-16 экз./час траления кефаль образовывала в районе банки Тюленья. Отдельные экземпляры кефали доходили до восточной границы ареала вблизи банки Ракушечная.

Траловые уловы кефали 2018 г. варьировали от 0 до 112 экз./час траления, составляя в среднем 15 экз./час траления. Распределение рыб характеризовалось преобладанием скоплений в южной части ареала (Аграханский полуостров, остров Чечень). Концентрации 5-10 экз./час траления формировались у острова Тюлений и банки Ракушечная. На акватории прилегающей к острову Чистая банка плотность рыб была минимальной (рисунки 13, 14).

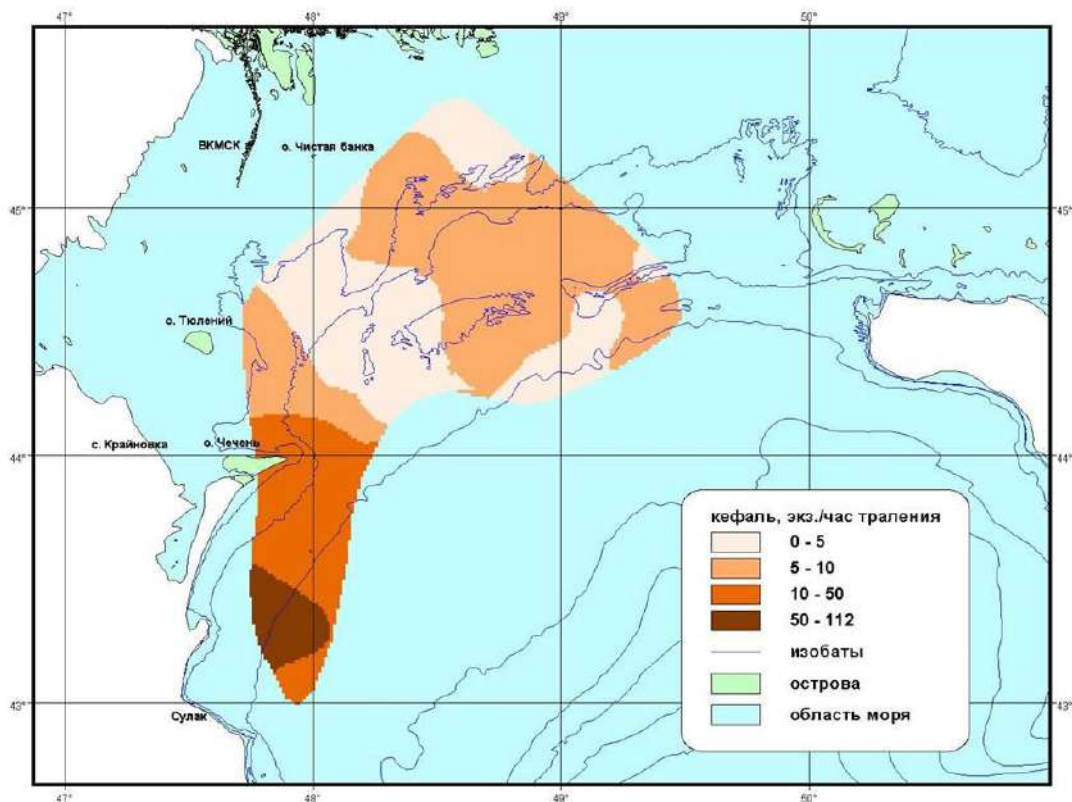


Рис. 13 Распределение кефали в 2017 г.

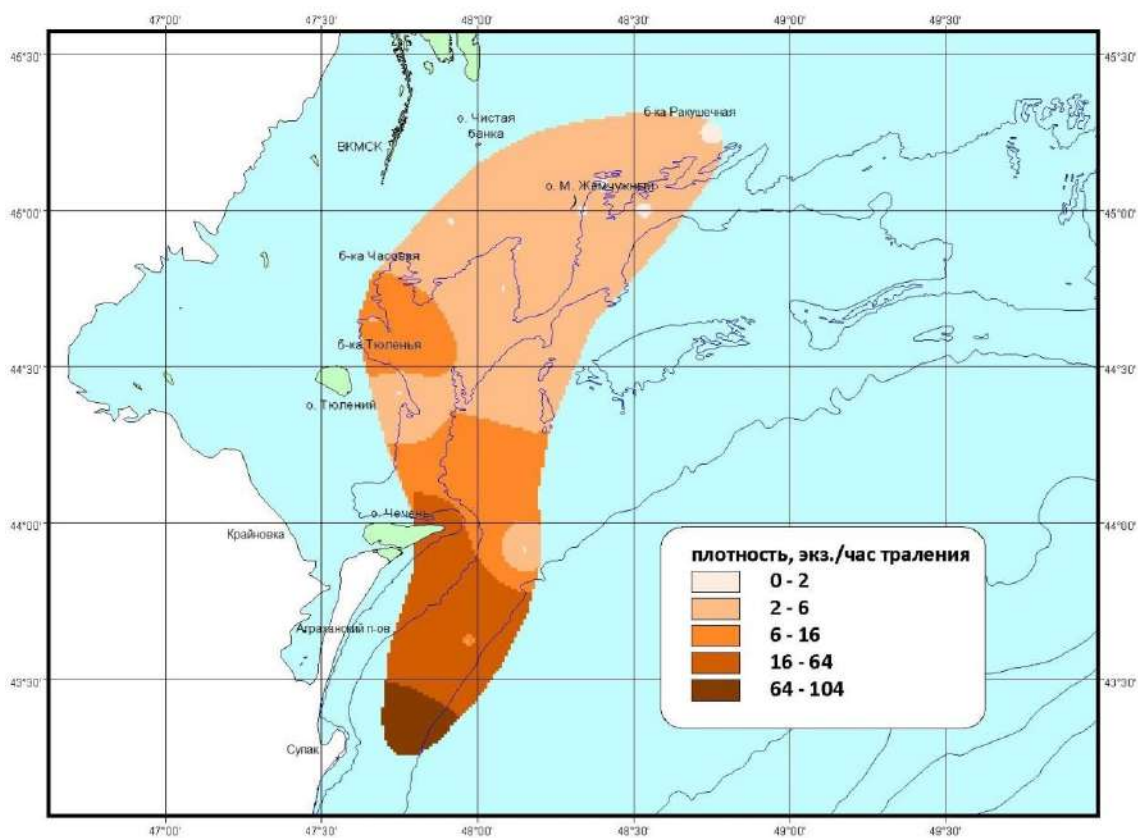


Рис. 14 Распределение кефали в 2018 г.

На протяжении 2019 г. уловы кефали колебались в интервале от 0 до 56 экз./час траления. Средний показатель улова на усилие составлял 11 экз./час траления. Северо-восточная окраина ареала кефали располагалась у острова Малый Жемчужный. Значительные скопления отмечались вблизи Аграханского полуострова. В районе банки Средняя Жемчужная плотность была ниже (7-12 экз./час траления). На большей части акватории наблюдались разреженные концентрации менее 6 экз./час траления (рисунок 15).

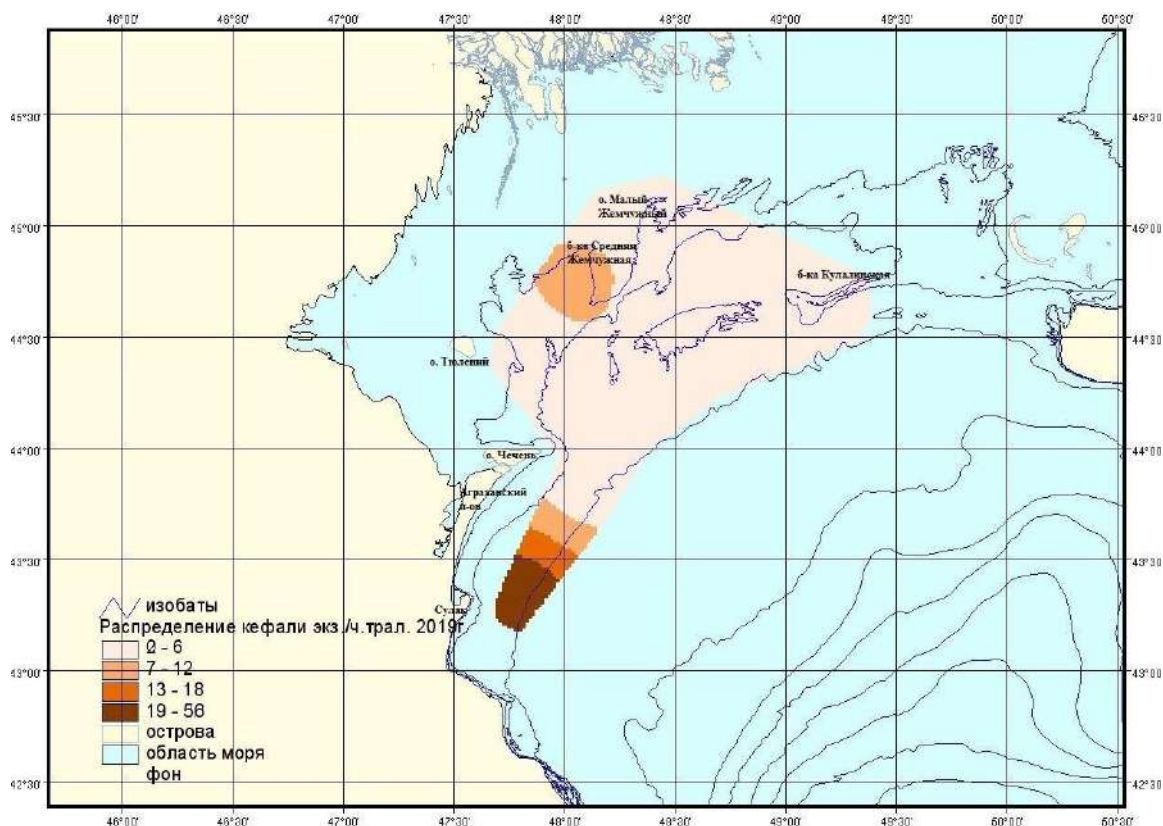


Рис. 15 Распределение кефали в 2019 г.

В 2020 г. траловые уловы кефали варьировали от 0 до 108 экз./час траления при среднем показателе 19 экз./час траления, который превышал значения предыдущих лет. Вблизи Аграханского полуострова и острова Чечень располагались скопления плотностью свыше 50 экз./час траления. Восточнее острова Малый Жемчужный кефаль встречалась в количестве до 10 экз./час траления (рисунок 16).

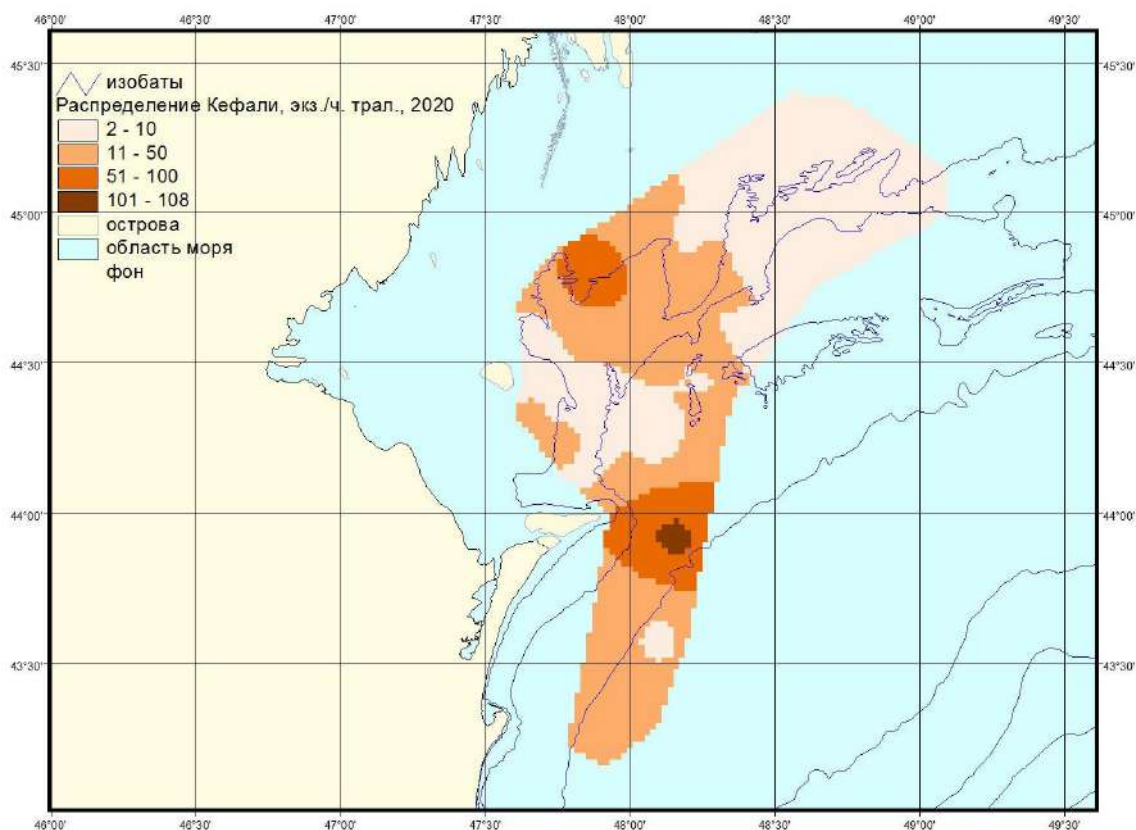


Рис. 16 Распределение кефали в 2020 г.

В целом результаты проведённых исследований выявили многочисленные промысловые скопления кефали вдоль крайновского и сулакского побережий, вблизи Аграханского полуострова и острова Чечень. Это ежегодные массовые места её нагула, где благоприятные для этого вида гидролого-гидрохимические условия среды сочетались с богатыми детритом илистыми биотопами.

Мелководная акватория вблизи острова Тюлений также являлась местом откорма кефали, но здесь уловы её за рассматриваемый ряд лет не превышали в среднем 20 экз./сеть или 10 экз./час траления. Рассеянные концентрации отмечались в наиболее распреснённом районе Каспия в непосредственной близости от волжского предустьевого пространства. Воздействие разного рода лимитирующих факторов (гидролого-гидрохимических, трофологических и др.) ограничивало продвижение кефали в северо-восточном направлении.

3.2 Распределение молоди кефали в западной части Каспийского моря

Картина пространственно-временного распределения молоди и её размерные характеристики позволяют оценивать масштабы нерестового ареала производителей, длительность периода размножения и урожайность вновь образующихся поколений кефали.

На протяжении 2011-2020 гг. исследований наиболее раннее появление молоди кефали в ихтиопланктоне отмечалось во второй половине июня. Молодь была представлена ранними личинками (этапы $C_1 - D_1$), поздними личинками (этапы $D_2 - E$) и мальками (этап F). Длина разновозрастных рыб варьировала от 3,0 до 11,0 мм, составляя в среднем $6,8 \pm 0,23$ мм. Преобладали особи на личиночном периоде развития – 67 % (таблица 4).

Таблица 4 - Динамика качественного состава молоди кефали по данным ихтиопланктонных ловов 2011-2020 гг., %

Месяц	Личинки (этапы $C_1 - E$)	Мальки (этап F)	Сеголетки (этап G)
Июнь	67	33	–
Июль	29	59	12
Август	11	23	66
Сентябрь	4	13	83
Октябрь	-	-	100

В июле помимо личинок и мальков кефали в ихтиопланктонном сообществе присутствовали оформившиеся сеголетки (этап G). В уловах наблюдалось следующее соотношение возрастных групп: мальки – 59 %; личинки – 29 %; сеголетки – 12 %. Личинки уступали по численности малькам. Размерный ряд включал рыб от 4,0 до 24,0 мм при среднем показателе $12,5 \pm 0,44$ мм.

По сравнению с первой половиной летнего периода в августе количество личинок снизилось до 11 %, а мальков – до 23 %. При этом произошло увеличение доли сеголетков до 66 % в качественном составе молоди кефали.

Вследствие этого средняя длина развивающихся особей возросла до $14,8 \pm 0,52$ мм и находилась в интервале колебаний от 4,5 до 31,0 мм.

Сентябрьский состав молоди характеризовался наличием рыб на всех этапах развития при доминировании сеголетков (83 %) и минимальном присутствии личинок (4 %) и мальков (13 %). Средние линейные показатели кефали, за счет сокращения доли особей на ранних этапах развития, сместились в сторону увеличения - $24,0 \pm 0,37$ мм.

В октябре завершение нерестового периода кефали сопровождалось переходом мальков на этап сеголетков, средняя длина которых составляла $28,4 \pm 0,26$ мм.

Таким образом, в 2011-2020 гг. ихтиопланктон был представлен разновозрастной молодью кефали - личинками, мальками и сеголетками. Присутствие личинок, как в летний, так и в осенний периоды, свидетельствовало о растянутых сроках нереста и постоянном воспроизводстве кефали в северной и средней части Каспийского моря. Ежегодно появление молоди определялось сроками размножения кефали, которые зависели от наступления нерестовых температур. Закономерное снижение доли личинок в ихтиопланктоне указывало на то, что с августа по октябрь нерестовая кампания производителей постепенно угасала. Принимая во внимание динамику качественного состава ихтиопланктона и соответственно широкий диапазон длины молоди, можно утверждать, что она использовала западную часть Каспийского моря в качестве нагульного ареала. Здесь происходил последовательный процесс перехода личинок в мальков, а мальков в сеголетков, сопровождаемый их активным ростом.

Нагульный ареал молоди кефали в 2011-2020 гг. охватывал акваторию западной части Среднего и Северного Каспия. Границы её распространения были не стабильны и ежегодно менялись под влиянием абиотических условий среды, состояния кормовой базы и зависели от уровня воспроизводства, т.е. численности вновь формирующихся поколений.

Наиболее обширная площадь ареала молоди была зафиксирована в 2015 г., в 2018 г. отмечалось значительное сокращение площади распределения личинок, мальков и сеголетков кефали (рисунок 17).

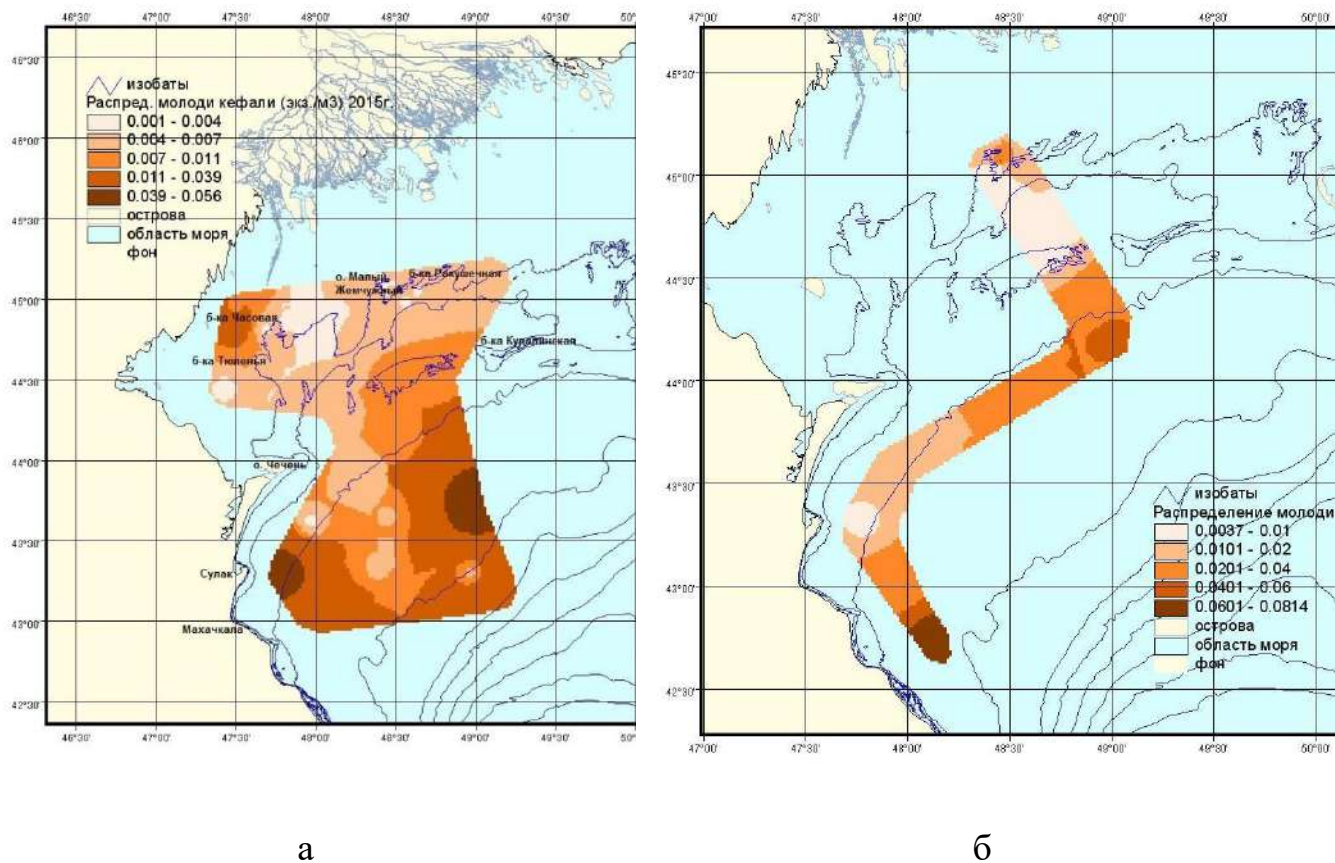


Рис. 17 Распределение молоди кефали в западной части Каспийского моря (а – 2015 г.; б – 2018 г.)

Аналогично распределению производителей, высокие концентрации молоди отмечались вдоль дагестанского побережья. На мелководной северокаспийской акватории в приповерхностном слое встречались разрозненные стайки молоди. Здесь нагул личинок, мальков и сеголетков кефали проходил близко к устьевому взморью

Гидрологический режим данного района формировался под влиянием волжского стока. Это полностью исключало перемещение ранней молоди против мощного течения из глубоководной средней части Каспия. Следовательно, происходило локальное икрометание кефали на мелководных участках Северного Каспия.

3.3. Биологические показатели кефали

Уловы 2011-2020 гг. отражали биостатистические показатели, а также возрастной и половой состав популяции кефали в западной части Каспийского моря.

Исследования показали, что промысловое стадо сингиля было представлено рыбами длиной от 24 до 52 см и массой – от 0,2 до 1,8 кг. На протяжении десяти лет средние линейные показатели особей варьировали от $38,3 \pm 0,4$ до $39,2 \pm 0,2$ см. Средние весовые характеристики колебались от $0,84 \pm 0,05$ до $0,97 \pm 0,02$ кг. Наиболее крупные рыбы отмечались в 2012, 2013, 2018, 2020 гг. За рассматриваемый период длина кефали составила в среднем $38,7 \pm 0,3$ см и масса – $0,91 \pm 0,04$ кг соответственно. Накормленность сингиля характеризовалась коэффициентом упитанности по Фультону, который был в пределах 1,483 – 1,687 при среднем значении 1,570. Ежегодно в уловах сингиля преобладали самки, что согласовывалось с данными других более ранних исследований С.Н. Пробатова, З.П. Терещенко (1951), Э.М. Аванесова (1973), А.И. Хорошко (1982). Следовательно, такой половой состав характерен для уловов каспийской кефали. В 2011-2020 гг. доля самок кефали менялась в пределах от 71 до 87 %, составляя в среднем 78 % (таблица 5).

Таблица 5 - Динамика биологических показателей кефали

Годы	Средний возраст, лет	L, ср., см	P, ср., кг	Коэффициент упитанности по Фультону	Доля самок, %
2011	5,2	$38,3 \pm 0,4$	$0,94 \pm 0,03$	1,673	82
2012	6,3	$38,6 \pm 0,3$	$0,97 \pm 0,02$	1,687	86
2013	6,1	$39,0 \pm 0,4$	$0,96 \pm 0,03$	1,618	87
2014	6,0	$38,8 \pm 0,3$	$0,92 \pm 0,04$	1,575	79
2015	5,8	$38,4 \pm 0,2$	$0,89 \pm 0,04$	1,572	80
2016	5,7	$38,5 \pm 0,3$	$0,86 \pm 0,03$	1,507	71
2017	6,1	$39,0 \pm 0,4$	$0,88 \pm 0,05$	1,483	76
2018	6,0	$39,1 \pm 0,2$	$0,90 \pm 0,04$	1,506	74
2019	5,8	$38,4 \pm 0,3$	$0,84 \pm 0,05$	1,483	71
2020	6,0	$39,2 \pm 0,2$	$0,90 \pm 0,02$	1,494	77
Ср. 2011-2020	5,9	$38,7 \pm 0,3$	$0,91 \pm 0,04$	1,570	78

Прослеживалась взаимосвязь между соотношением полов и показателями рыб (рисунок 18).

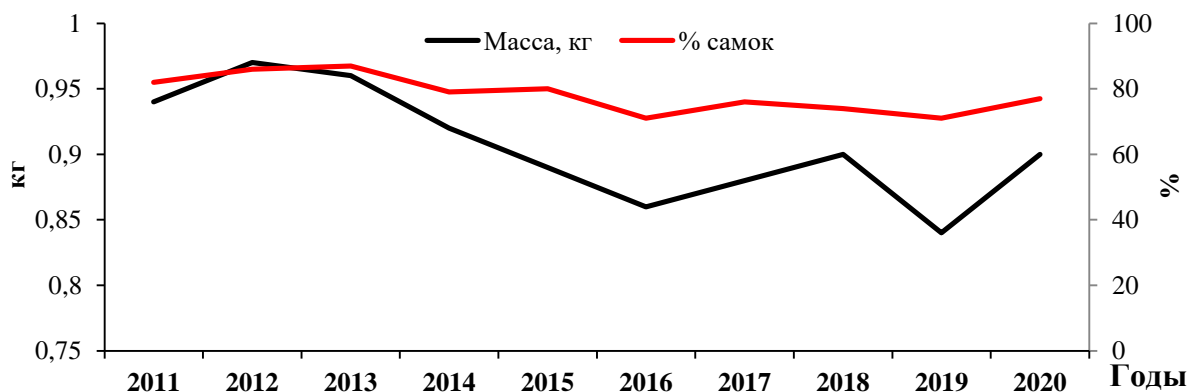


Рис. 18 Динамика весовых показателей рыб и доли самок в уловах

В период увеличения доли самок в уловах (2011-2013 гг.) средняя масса рыб была выше, что обусловлено более крупными размерами самок относительно самцов.

Уловы кефали включали девять возрастных генераций (от 2 до 10 лет). Средний возраст рыб составлял 5,9 лет. На протяжении всего периода наблюдений преобладали четырёх и пятигодовики (рисунок 19).

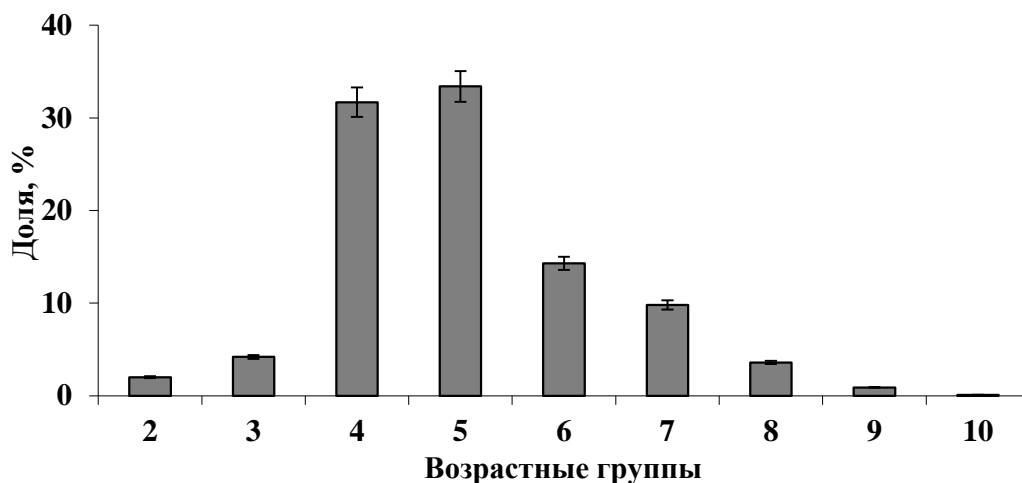


Рис. 19 Возрастной состав уловов кефали в 2011-2020 гг.

За рассматриваемый период размеры двухгодовиков составляли в среднем 25,7 см при 0,3 кг; трёхгодовиков – 30,8 см при 0,49 кг; четырёхгодовиков – 34,3 см при 0,64 кг; пятигодовиков – 37,0 см при 0,74 кг; шестигодовиков – 38,8 см при

0,92 кг; семигодовиков – 40,6 см при 1,0 кг; восьмигодовиков – 43,2 см при 1,16 кг; девятигодовиков – 47,0 см при 1,3 кг; десятигодовиков – 49,7 см при 1,7 кг (таблицы 6, 7).

Таблица 6 - Динамика линейного роста кефали, см

Годы	Возрастные группы, лет								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2011	24,9±0,8	29,4±1,2	33,5±1,7	36,8±1,4	38,7±1,7	40,9±1,9	43,5±1,5	47,4±0,8	50,0±0,6
2012	25,5±0,7	31,2±0,9	34,3±1,5	37,0±1,3	38,8±1,9	41,1±1,4	43,7±1,3	46,7±0,7	49,5±0,5
2013	25,4±0,9	31,1±1,0	34,3±1,7	37,4±1,2	39,0±1,5	41,2±1,2	43,8±1,5	48,5±0,4	50,0±0,4
2014	25,8±0,6	30,0±1,5	34,2±1,9	37,1±1,5	39,2±1,6	40,8±1,7	43,2±1,5	47,0±0,8	50,8±0,3
2015	25,5±0,9	30,6±1,1	34,4±1,5	37,0±1,6	38,7±1,9	40,7±1,8	43,0±1,7	46,8±0,9	49,0±0,7
2016	25,8±0,7	31,0±1,2	34,2±1,8	36,4±1,8	38,6±1,8	40,5±1,8	43,4±1,4	47,2±0,6	49,9±0,3
2017	25,8±1,0	31,4±1,0	34,3±1,9	37,1±1,7	38,8±1,7	40,2±1,6	42,8±1,7	46,6±0,7	49,3±0,5
2018	25,9±0,8	31,7±0,9	34,9±1,2	37,8±1,4	38,2±1,9	39,9±1,9	42,7±1,6	47,1±0,5	49,0±0,8
2019	26,5±0,6	31,0±1,4	34,5±1,6	36,5±1,9	38,9±1,5	40,4±1,7	42,6±1,6	46,0±0,7	49,6±0,4
2020	25,0±0,9	31,8±1,1	35,3±1,2	37,5±1,4	38,7±1,8	39,8±1,9	42,2±1,8	45,8±0,9	48,0±0,7
2011-2020	25,6±0,8	30,9±1,1	34,4±1,6	37,1±1,5	38,8±1,7	40,6±1,7	43,1±1,6	46,9±0,7	49,5±0,5

Таблица 7 - Динамика весового роста кефали, кг

Годы	Возрастные группы, лет								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2011	0,25±0,10	0,42±0,15	0,56±0,19	0,75±0,12	0,98±0,16	1,08±0,20	1,21±0,11	1,45±0,10	1,78±0,07
2012	0,31±0,08	0,53±0,07	0,68±0,12	0,79±0,11	0,98±0,17	1,11±0,18	1,28±0,10	1,32±0,12	1,76±0,06
2013	0,28±0,10	0,47±0,12	0,66±0,13	0,79±0,10	0,96±0,15	1,09±0,15	1,27±0,12	1,35±0,09	1,77±0,05
2014	0,28±0,09	0,45±0,14	0,63±0,18	0,76±0,14	0,94±0,16	1,00±0,19	1,15±0,15	1,30±0,11	1,76±0,04
2015	0,30±0,05	0,47±0,09	0,65±0,15	0,74±0,15	0,92±0,18	1,00±0,20	1,09±0,19	1,25±0,12	1,64±0,09
2016	0,31±0,03	0,49±0,11	0,63±0,20	0,71±0,19	0,86±0,20	1,00±0,21	1,17±0,14	1,30±0,09	1,68±0,06
2017	0,33±0,08	0,52±0,08	0,69±0,18	0,75±0,15	0,92±0,15	1,00±0,16	1,13±0,20	1,25±0,10	1,62±0,05
2018	0,32±0,09	0,55±0,09	0,61±0,17	0,72±0,18	0,86±0,21	0,94±0,22	1,12±0,16	1,26±0,08	1,64±0,08
2019	0,37±0,04	0,53±0,08	0,63±0,16	0,68±0,20	0,88±0,18	0,93±0,18	1,05±0,18	1,21±0,09	1,67±0,07
2020	0,30±0,09	0,55±0,10	0,68±0,12	0,72±0,17	0,90±0,19	0,92±0,20	1,04±0,20	1,18±0,13	1,55±0,10
2011-2020	0,31±0,08	0,50±0,10	0,64±0,16	0,74±0,15	0,92±0,18	1,0±0,19	1,15±0,16	1,29±0,10	1,69±0,07

Рост кефали в течение жизненного цикла был неравномерным. Прирост особей проходил интенсивнее в младших возрастных группах, постепенно снижаясь до возраста 6-7 лет. У особей старшевозрастных групп темп роста характеризовался не только увеличением линейных показателей, но и активным процессом массонакопления (рисунки 20, 21).

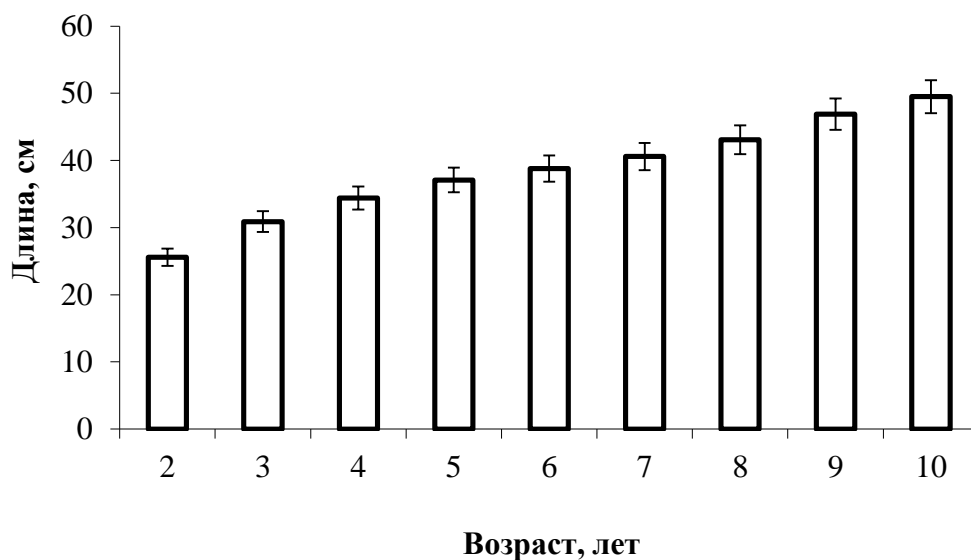


Рис. 20 Линейный рост кефали в 2011-2020 гг.

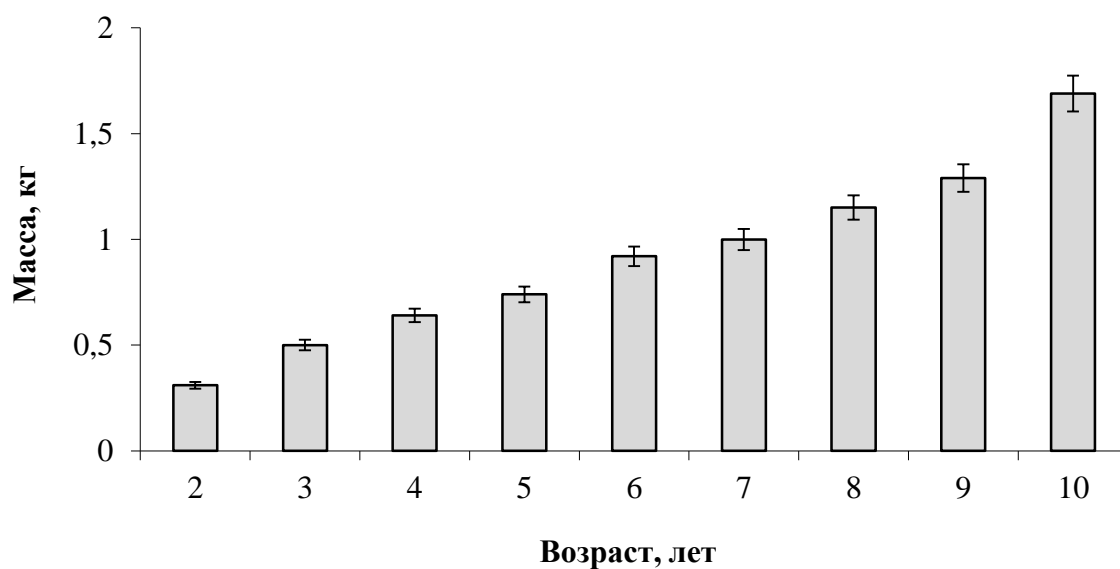


Рис. 21 Весовой рост кефали в 2011-2020 гг.

Проведённый корреляционный анализ позволил установить силу связи между длиной, массой и возрастом кефали, рассчитать уравнения регрессионной зависимости, описывающие зависимость длины и массы от возраста рыб. На графиках представлены кривые линейного роста каспийской и черноморской форм кефали от двух до десятилетнего возраста (рисунки 22, 23).

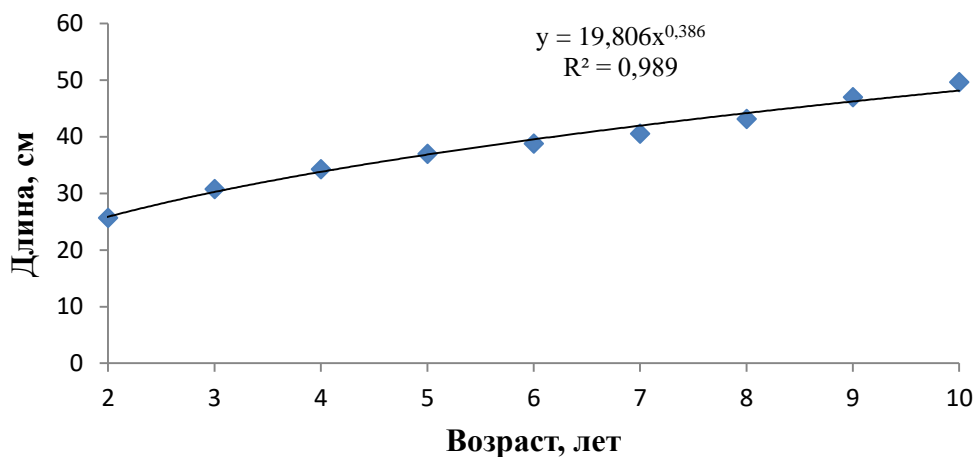


Рис. 22 Кривая линейного роста каспийской кефали

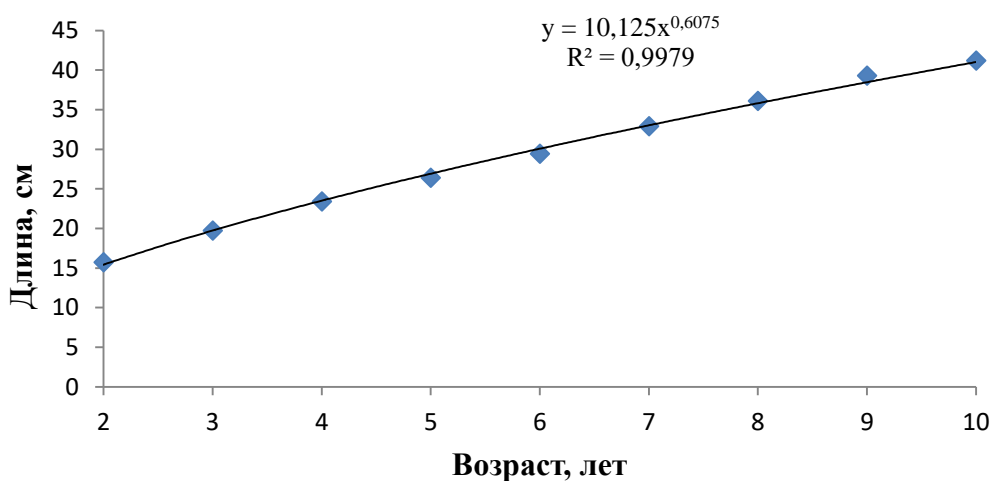


Рис. 23 Кривая линейного роста черноморской кефали

Для обеих форм кефали был характерен высокий коэффициент детерминации. На основании линейных уравнений можно сделать вывод о более высоком темпе роста акклиматизированной в Каспийском море кефали по сравнению с аналогичным черноморским видом.

Процесс массонакопления также имел чёткую функциональную связь с возрастом, что подтверждалось коэффициентом детерминации (рисунок 24).

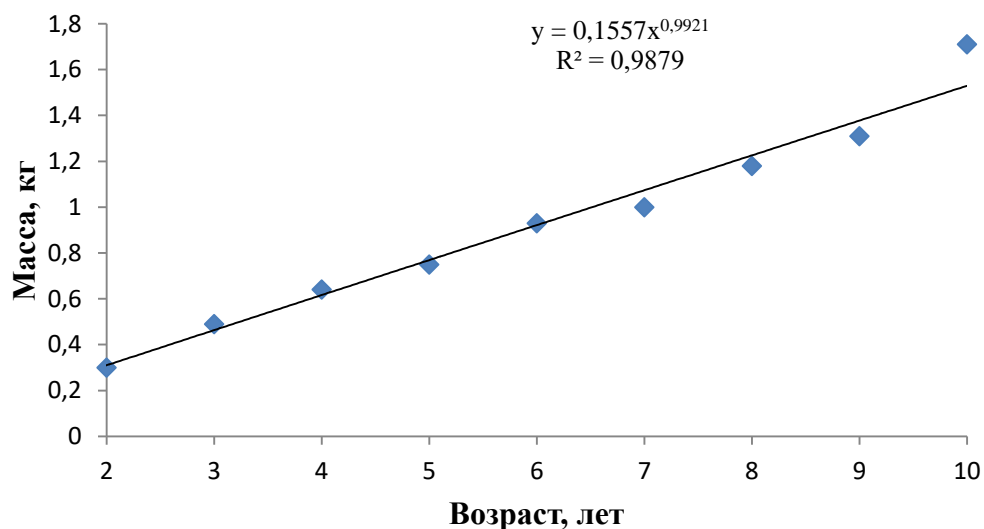


Рис. 24 Кривая весового роста кефали в 2011-2020 гг.

По скорости роста кефаль сразу после акклиматизации в Каспийское море превосходила нынешнюю форму, что обусловлено естественными процессами натурализации вида в новом водоёме (рисунок 25).

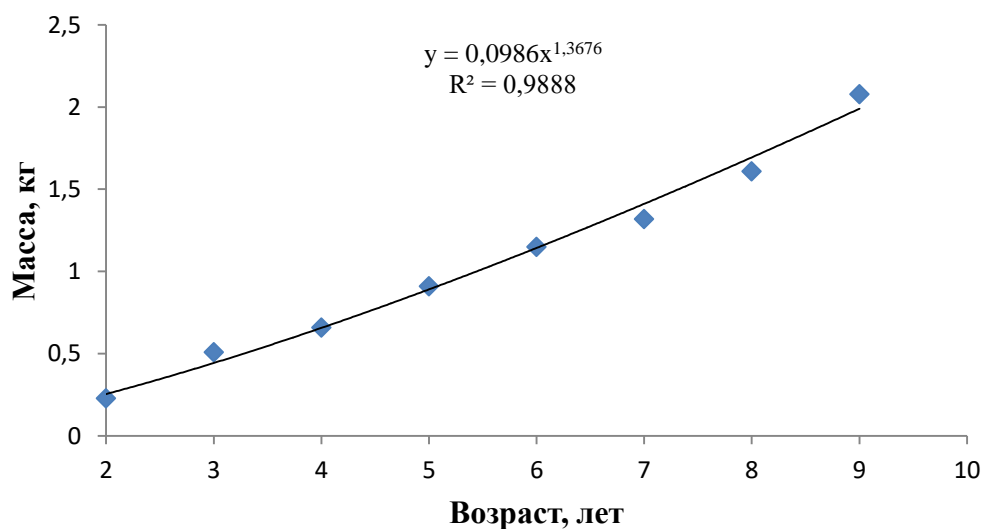


Рис. 25 Кривая весового роста кефали в 40-е гг. XX в.

Регрессионный анализ показал, что во всех представленных зависимостях установлена очень высокая зависимость между собой исследуемых параметров. Зависимость длины и массы кефали описывалась уравнением степенной функции, имеющей вид параболы (рисунок 26).

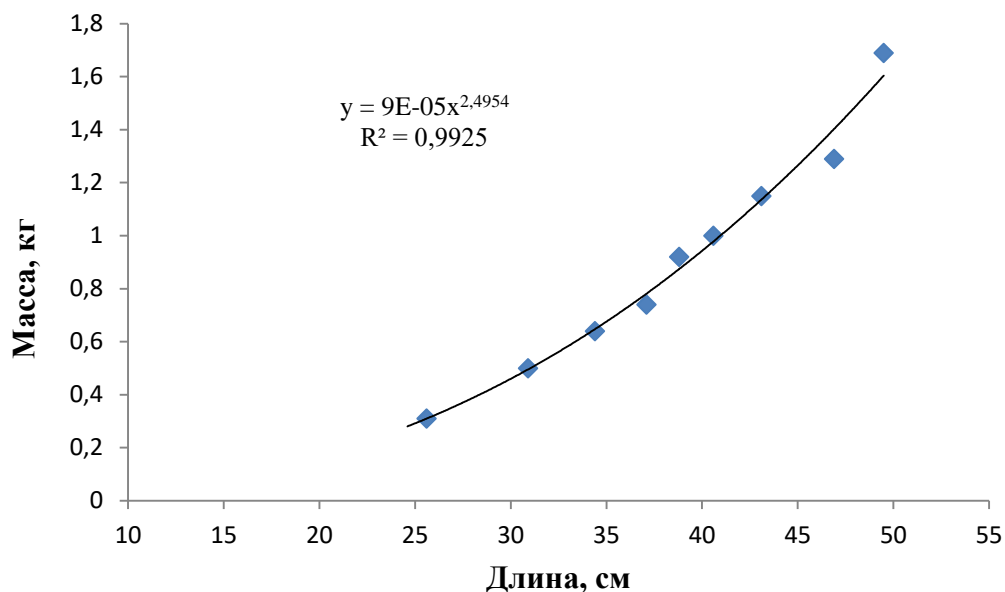


Рис. 26 Коррелятивная связь длины и массы кефали в 2011-2020 гг.

Сравнительный анализ полученных результатов с более ранними исследованиями других авторов по Каспийскому морю (Пробатов, 1955; Хорошко, 1982) и данных черноморских исследователей (Томазо, 1940; Световидов, 1964) показал, что каспийская форма сингиля по темпу роста превосходит черноморскую. В то же время скорость роста кефали сразу после вселения в Каспийское море была выше наблюдаемой в настоящее время.

Ряд исследователей (Irani, 2001; Шихшабеков и др., 2000; Бархалов, Рабаданалиев, 2016) отмечает, что в Каспийском море кефаль имеет более высокие показатели темпа роста, созревания и плодовитости чем в Чёрном море, что обусловлено благоприятными для её обитания условиями и отсутствием конкурентов в питании. Это согласуется с нашими данными по линейно-весовым параметрам рыб. Средняя длина кефали составляет $38,7 \pm 0,3$ см при колебаниях от $38,3 \pm 0,4$ до $39,2 \pm 0,2$ см. Средняя масса - $0,91 \pm 0,4$ кг в интервале от $0,84 \pm 0,5$ кг до $0,97 \pm 0,2$ кг (Иванов, Комарова, 2008). При акклиматизации в Каспийском море этот вид адаптировался к существующим условиям.

Т. Л. Чесалиной (2000) замечено, что кефаль является пластичным и эврибионтным видом на всех этапах постэмбрионального развития, но в тоже

время очень чувствительна к условиям обитания в период размножения. Обнаружено, что у черноморских кефалей, в отличие от дальневосточных, икра уменьшилась в диаметре, одновременно с этим увеличился размер жировой капли, что способствовало большей плавучести икры и благоприятно влияет на размножение вида в водоемах с меньшей соленостью. Аналогичные особенности адаптации прослеживаются в авторских исследованиях и работах Д.Р. Адуевой (2012). Так, если диаметр икры черноморского сингиля ближе к 0,9 мм (Булли, 2020), то у каспийской формы диапазон колебаний диаметра в пределах 0,7-0,9 мм (в среднем 0,8 мм).

Многолетние экспериментальные данные Л. И. Булли (2008), описывающие влияние абиотических факторов на нерест черноморских кефалей, показывают, что наиболее благоприятными условиями для нереста являются показатели постепенно повышающейся солености (с 13 до 19‰) и понижающейся температуры (с 18 до 23°C). Результаты наших исследований указывают на то, что постэмбриональное развитие кефали в условиях северной части Каспийского моря протекает при значительно более низкой солёности (0,3 - 12,8 ‰) и относительно высокой температуре (21,2 - 30,6 °C).

3.4. Гисто-морфологические особенности развития кефали

Известно, что выживание популяции промысловых видов рыб в раннем онтогенезе определяется сочетанием группы факторов. Результаты морфологических процессов, характер и особенности морфофункциональных адаптаций гидробионтов на всех этапах онтогенетического развития необходимы для решения вопросов, связанных с особенностями динамики численности рыбных запасов (Архипов, 2013).

Живой организм во время индивидуального развития претерпевает определенные изменения, т.е. изменяется форма, функции, свойства, которые совершаются с переходом из более простого состояния в более сложное. Все происходящие изменения бывают и количественными и качественными, при этом, происходит интенсивный рост индивидуума с последовательной

дифференциацией всех его компонентов, возникают новые связи не только в нем самом, но и с окружающей средой (Присный, 2011).

Процесс развития органов у рыб сопровождается структурными изменениями, которые характерны только для представителя данного вида, что позволяет использовать эти данные для его идентификации (Павлов, 2004).

Номенклатура молоди кефали была принята по Коблицкой А.Ф. (1981): предличинки от 2,5 до 4 мм (этапы А, В); ранние личинки от 4 до 7 мм (этапы С₁ - D₁); поздние личинки и ранние мальки от 7 до 9 мм (этапы D₂ – E); мальки и сеголетки от 9 до 11 мм (этап F), сеголетки от 11 мм и более (этап G) (рисунок 27).



Рис. 27 Промеры молоди кефали

Нервная система и органы чувств. У личинок кефали длиной 7 мм четко визуализировалась нервная система, состоящая из головного и спинного мозга. Передний конец нервной трубки был значительно расширен и представлен желудочками, снаружи защищенными хрящами черепной коробки. Парные полукружные каналы, расположенные по бокам черепной коробки, образовывали систему замкнутых полостей, выстланных эпителием. Первый и второй общий пузырь, располагался краниально. За ним следовал второй желудочек, размер которого практически не отличался от первого. Заметно больших размеров, был четвертый желудочек, который несколько расширился и имел вид ромбовидной

полости. Было заметно расширение в дорсальном направлении – мозжечок (рисунок 28).

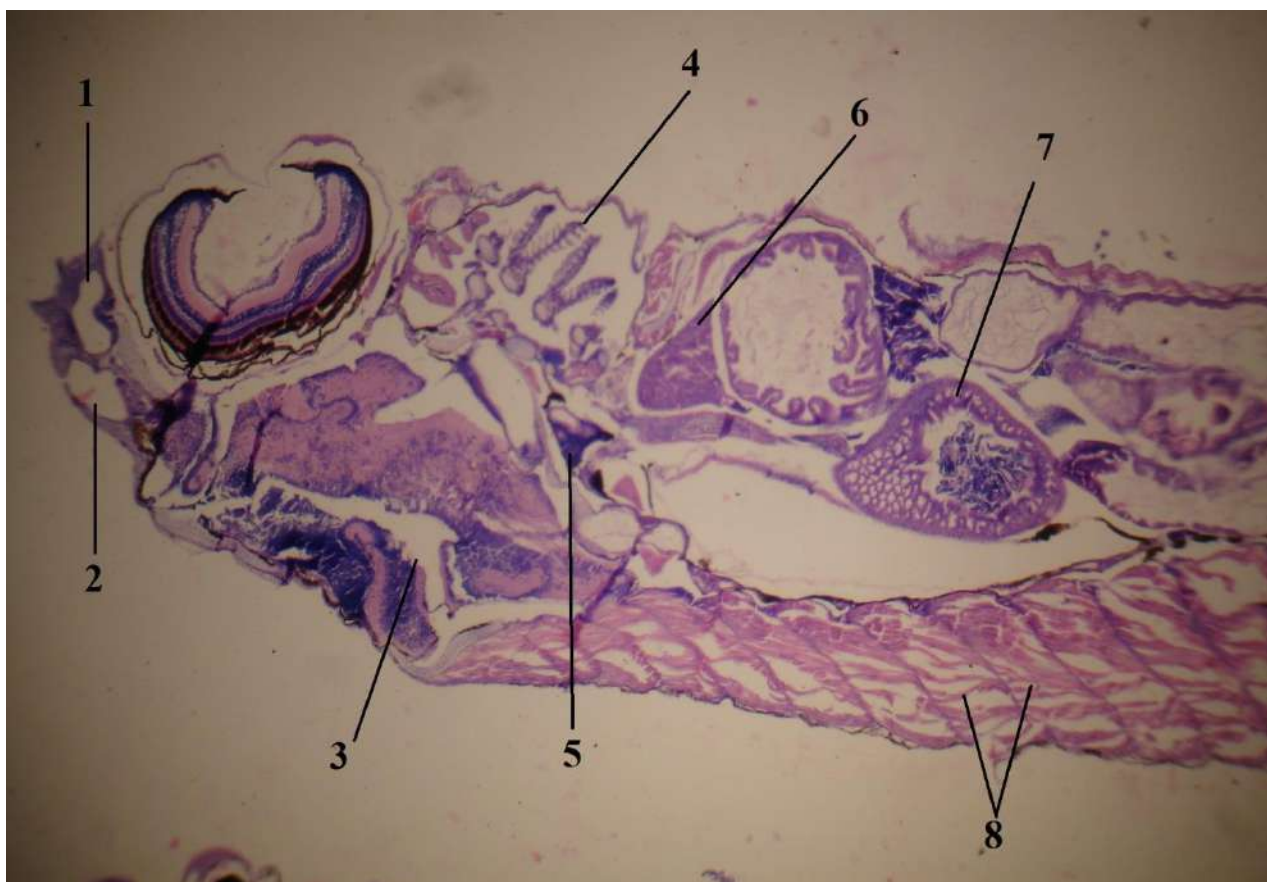


Рис. 28 Строение личинки кефали длиной 7 мм.

Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 4.

1. Первый желудочек головного мозга 2. Второй желудочек головного мозга 3. Ромбовидная ямка 4. Формирующиеся жабры 5. Первичная почка 6. Печень 7. Желудок 8. Мышечные сегменты

Спинно-мозговой канал личинок длиной 7 мм располагался дорсальнее хорды, проходил вдоль всего тела личинки, немного сужаясь в каудальном направлении. Вдоль спинно-мозгового канала, в соответствии с сегментами туловища располагались мелкие спинномозговые узлы. На всем своем протяжении нервная трубка состояла из трех слоев: внутреннего – эпендимной выстилки, среднего – плащевого и наружного слоя, в котором почти отсутствовали клетки (рисунок 29).

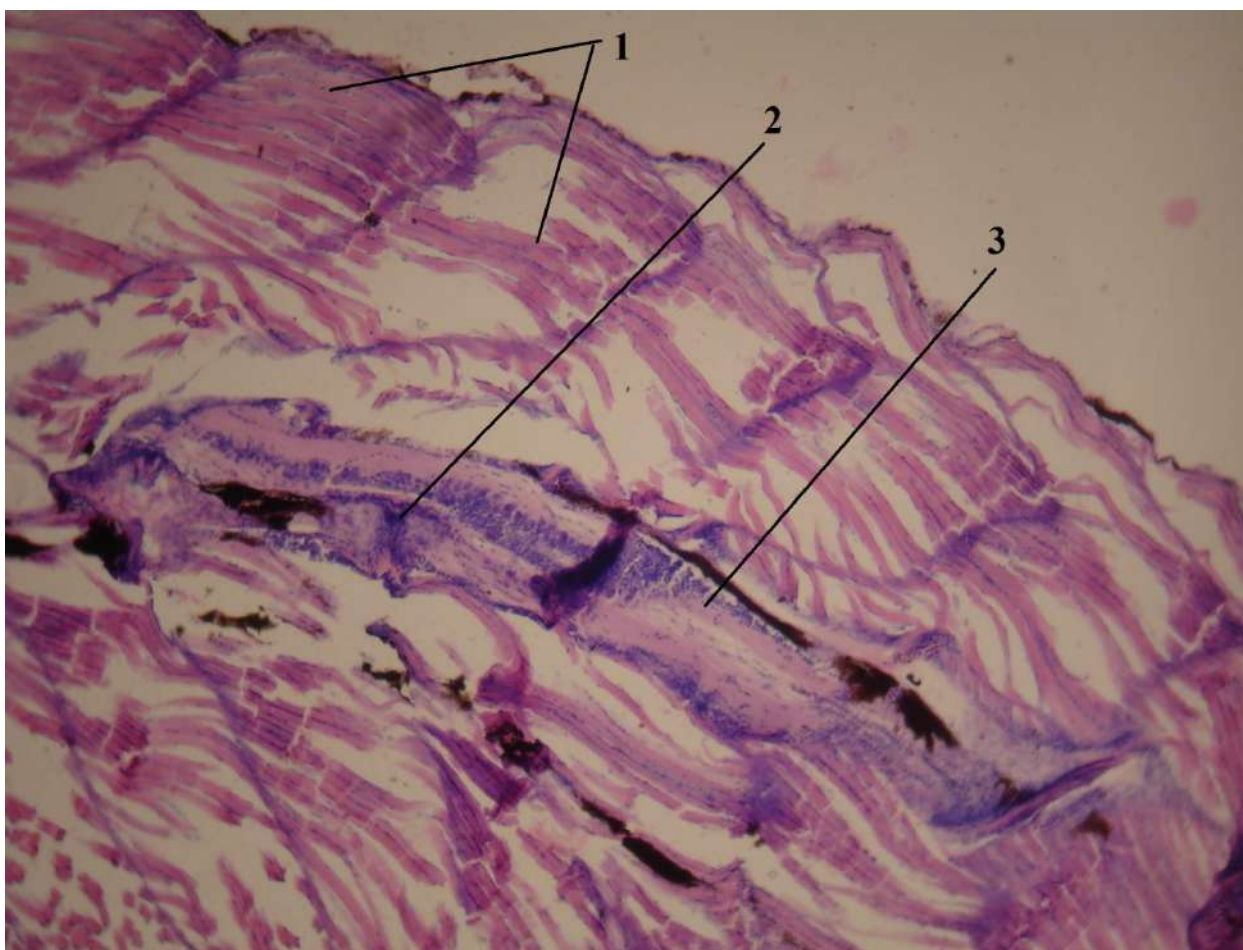


Рис. 29 Фрагмент спинного мозга личинки кефали длиной 7 мм.

Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.

1. Мышечные сегменты 2.Спинномозговой узел 3.Спинномозговой канал

Исследование нервной системы мальков и сеголетков кефали показало, что в сравнении с личинками у них более чётко определяются отделы мозга. Заметно, постепенное уменьшение мозговых полостей отделов мозга. Серое вещество с телами нейронов уступает в сравнении с белым веществом. Зрительные доли среднего мозга становятся более развитыми. Четко обособляются обонятельные луковицы. Отмечено развитие мозжечка, т.е. он становится значительно больше, что связано с активным образом жизни молоди. Размеры продолговатого мозга превышают размеры среднего мозга. Спинной мозг тонкой полосой тянется вдоль всего тела. Здесь также заметно, что доля серого вещества уступает белому.

Относительно крупные глаза у личинок длиной 7 мм имели все три оболочки: наружную – склеру; среднюю – сосудистую и внутреннюю - сетчатку.

Роговица была образована склерой и налегающей на неё кожей. Основу хрусталика составляли хрусталиковые волокна. Сосудистая оболочка состояла из сосудов, между которыми находилась рыхлая соединительная ткань и пигментированные меланоциты. В сетчатке были сформированы все слои, самым мощным из которых был слой палочек и колбочек (рисунок 30).

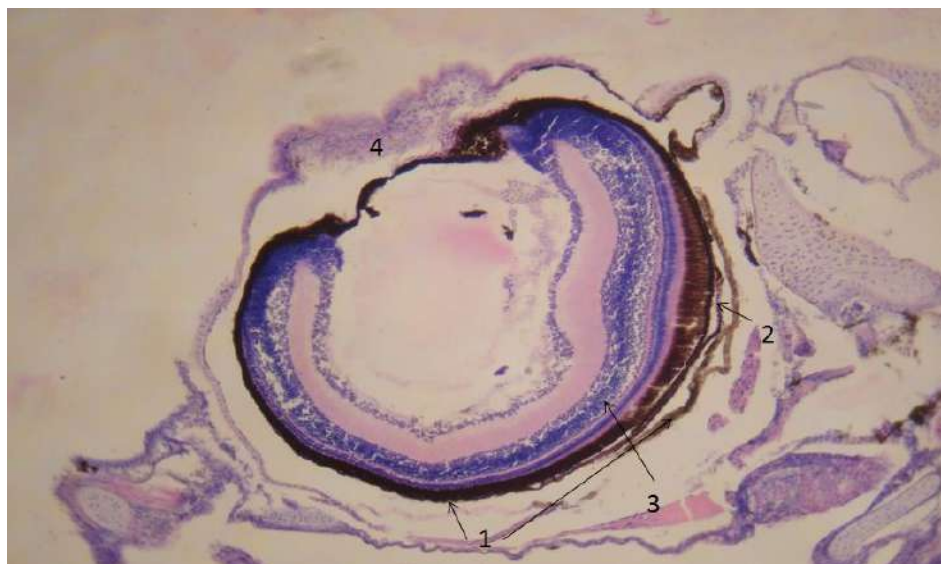


Рис. 30 Строение глаза личинки длиной кефали длиной 7 мм.

Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.

1. Склера 2. Сосудистая оболочка 3. Сетчатка 4. Роговица

У мальков и сеголетков также чётко визуализировались три оболочки глазного яблока: сетчатка, собственно сосудистая оболочка, в которой содержались меланоциты придающие выраженную пигментацию и склера, образованная плотной оформленной волокнистой соединительной тканью. Была заметна разница толщины склеры: в заднем отделе она была толще, чем у края роговицы. Сравнительный анализ личинок и мальков разного возраста показал, что на переднем крае глазного бокала сетчатка постепенно редуцировалась, и глаза приобрели признаки дефинитивного строения.

На дорсальной стороне передней части головы личинок кефали длиной 7 мм находились парные обонятельные ямки, выстланные высоким многорядным реснитчатым призматическим эпителием (рисунок 31).



Рис. 31 Обонятельная ямка личинки кефали длиной 7 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.
1. Реснитчатый призматический эпителий

По мере развития кефали заметно увеличивалось количество складок обонятельного эпителия, формировались своеобразные розетки. Заметно, что на вершинах складок эпителий был тоньше. Слизистая оболочка обонятельных ямок была выстлана многорядным призматическим эпителием, в котором выделялись базальные поддерживающие эпителиоциты и обонятельные клетки, которые отсутствовали на вершинах складок. В обонятельном эпителии встречались немногочисленные слизистые клетки.

С возрастом отмечено увеличение размеров слухового пузырька. Четко визуализировалось внутреннее ухо исследованных мальков. Хорошо просматривались лабиринты внутреннего уха. Вокруг слуховых лабиринтов сформирована хрящевая капсула. У сеголетков кефали длиной 15 мм размер слуховых лабиринтов увеличивался (рисунок 32).

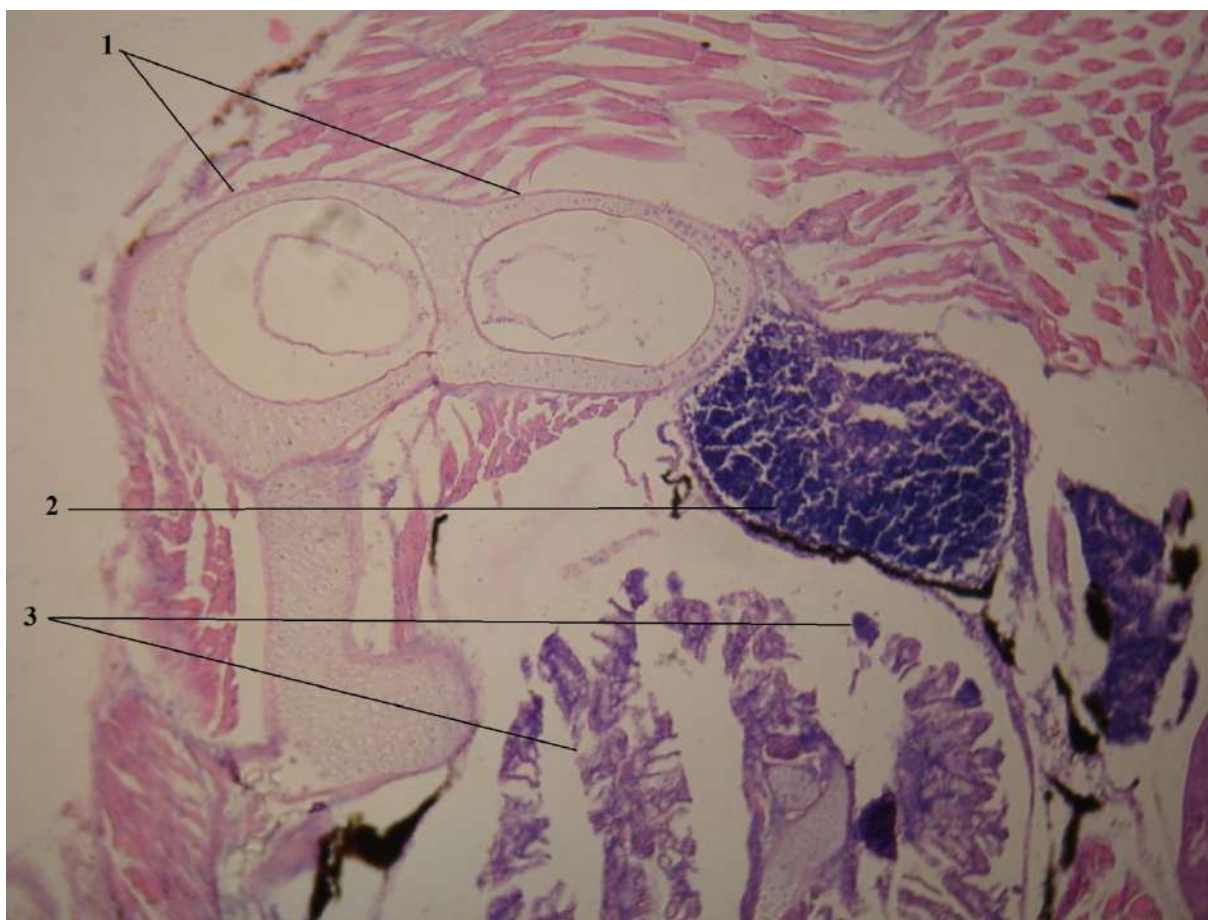


Рис. 32 Строение внутреннего уха сеголетка кефали длиной 15 мм. Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 10.

1. Слуховые лабиринты 2. Тимус 3. Жабры

Дыхательная система. У личинок кефали длиной 7 мм с обеих сторон головы в жаберной полости располагались четыре жаберные дуги, с развивающимися филаментами, и одна – пятая, на которой отсутствовали филаменты. Основу жаберных дуг составляла пластинка из гиалинового хряща. На филаментах, отходящих от жаберных дуг имелись небольшие эпителиальные выросты – формирующиеся ламеллы. В основании жабр имелось эпителиальное утолщение – тимус.

В жаберной полости со стороны переднего конца тела личинки находились отростчатые эпителиальные выросты, которые имели центрально расположенный сосуд с элементами крови. Возможно, данные образования функционируют как дополнительные органы дыхания у личинок (рисунок 33).

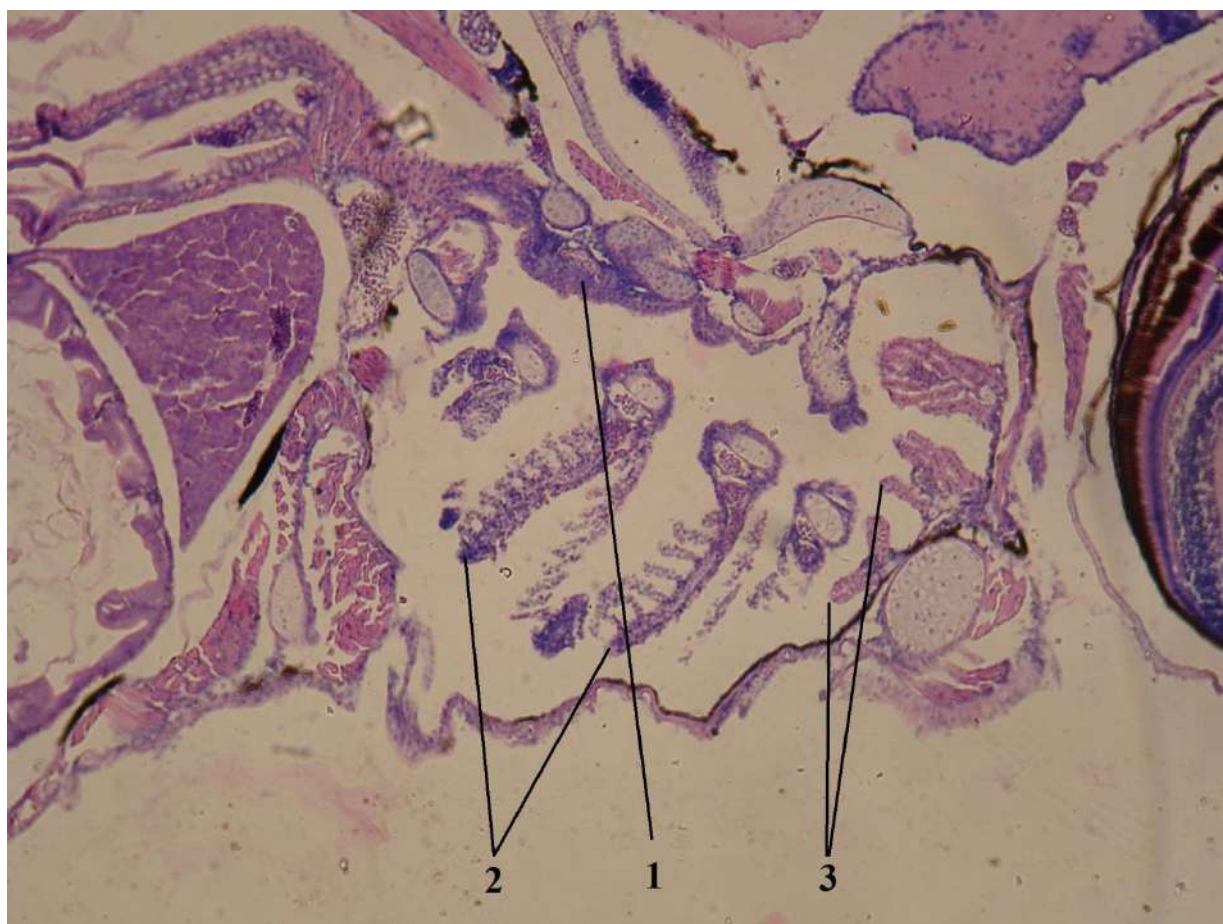


Рис. 33 Жаберная полость личинки кефали длиной 7 мм.

Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 10.

1. Зачаток тимуса 2. Филаменты формирующихся жабр 3. Эпителиальные выросты

У сеголетков длиной 18 мм каждая жаберная дуга была пронизана крупными кровеносными сосудами, которые были заполнены форменными элементами крови. С внешней стороны на жаберных дугах находились довольно длинные жаберные филламенты, а с внутренней - хорошо заметные выросты (жаберные тычинки). Основу жаберных дуг, ламелл и филламентов составлял гиалиновый хрящ. Поверх хряща жаберных дуг находился слой плотной соединительной ткани – надхрящница. Снаружи жаберные дуги были покрыты многослойным неороговевающим эпителием. Поверх гиалинового хряща жаберных тычинок также находился слой волокнистой соединительной ткани и далее многослойный неороговевающий эпителий со слизистыми клетками (3-4 ряда) (рисунок 34).

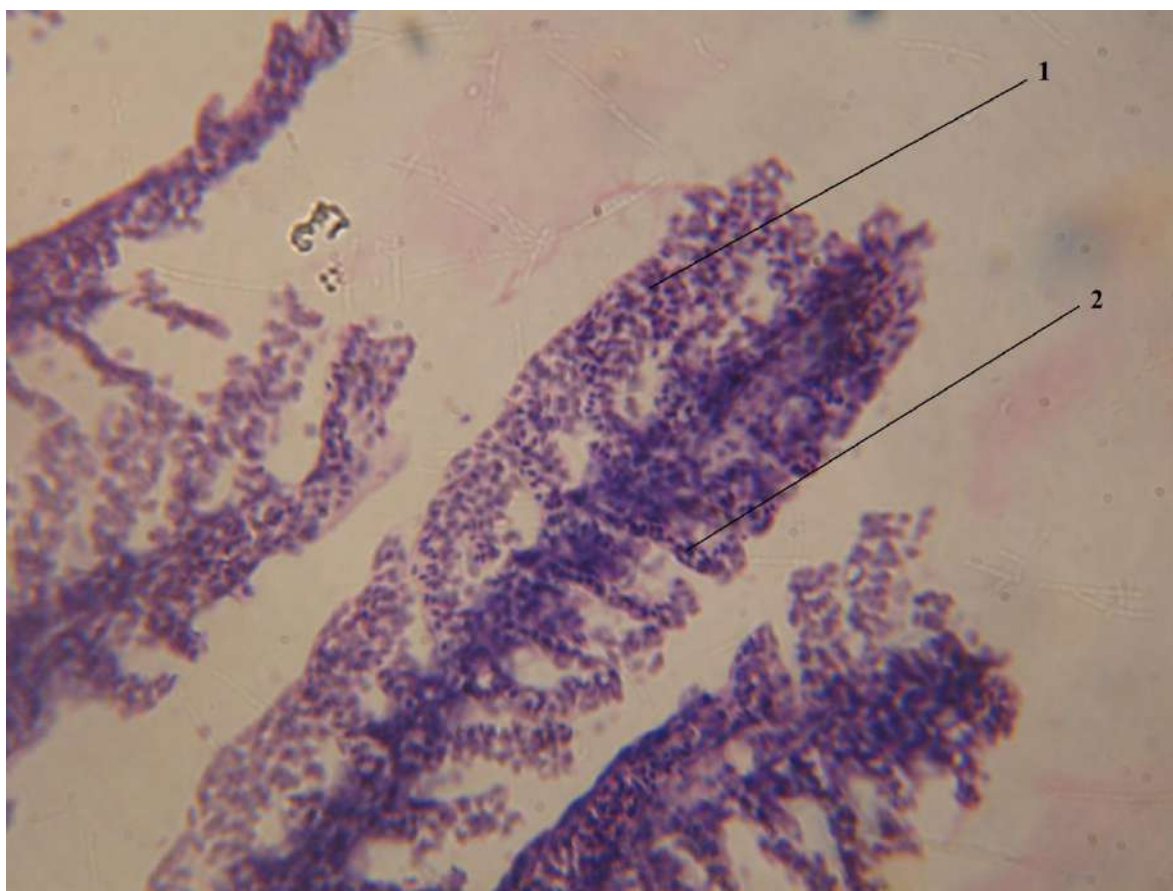


Рис. 34 Фрагмент жабр сеголетка кефали длиной 18 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.
1. Разрастания эпителия филламентов 2. Ламеллы

Середину филламента пронизывал кровеносный сосуд, который окружала рыхлая волокнистая соединительная ткань. В основе ламелл располагался кровеносный капилляр, снаружи окруженный однослойным респираторным эпителием. Концевые отделы жаберных ламелл, что особенно было характерно для верхушечных участков филламентов, были расширены и принимали вид округлых образований. Также регистрировались участки, где ламеллы жабр срастались между собой, образуя сплошные пластинки за счет разрастания неороговевающего эпителия филламентов.

Необходимо отметить, что у молоди по мере взросления длина филламентов и количество ламелл возрастало с 14 ед. - у молоди длиной 15 мм до 20 ед. – у сеголетков длиной 21 мм. В жаберной полости у исследованных рыб, по-прежнему, находились отростчатые эпителиальные выросты (дополнительные

дыхательные органы), которые имели центрально расположенный сосуд с элементами крови (рисунок 35).

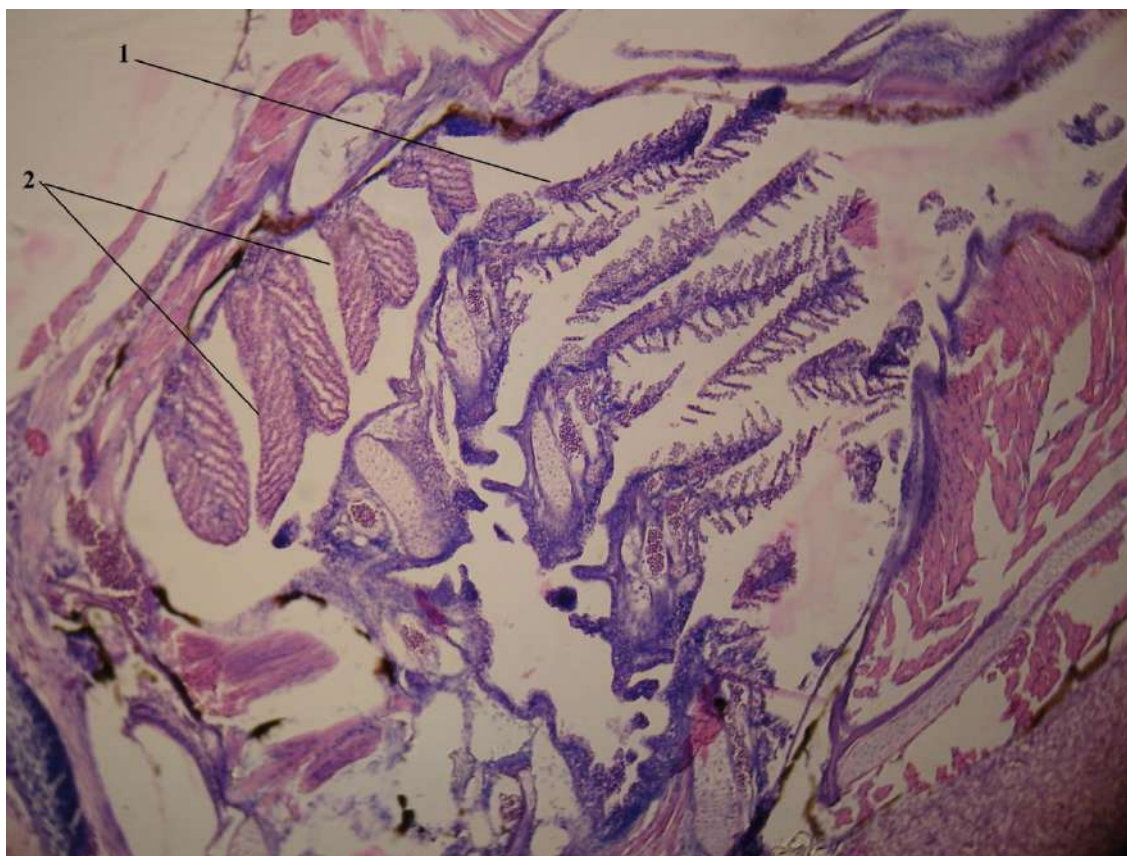


Рис. 35 Жаберная полость сеголетка кефали длиной 21 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 10.
1. Жабры 2. Эпителиальные выросты

Было отмечено, что по мере увеличения возраста молоди данные образования заметно уменьшались в размере, т.е. постепенно атрофировались. Данный факт говорит о том, что они являлись провизорными образованиями, которые функционировали на протяжении личиночного, малькового и сеголеточного периодов развития молоди.

Кровеносная система. Сердце личинок кефали длиной 7 мм состояло из двух камер – предсердия и желудочка, между которыми был хорошо заметен атрио-вентрикулярный клапан – производное энтотелия, который не полностью разделял эти камеры. Желудочек по объему незначительно превосходил предсердие. Также визуализировалась перикардальная полость, выстланная плоским эпителием. Как предсердие, так и желудочек имели три оболочки:

эпикард, миокард, и эндокард. В отличие от желудочка, у предсердия эти оболочки были очень тонкими (рисунок 36).

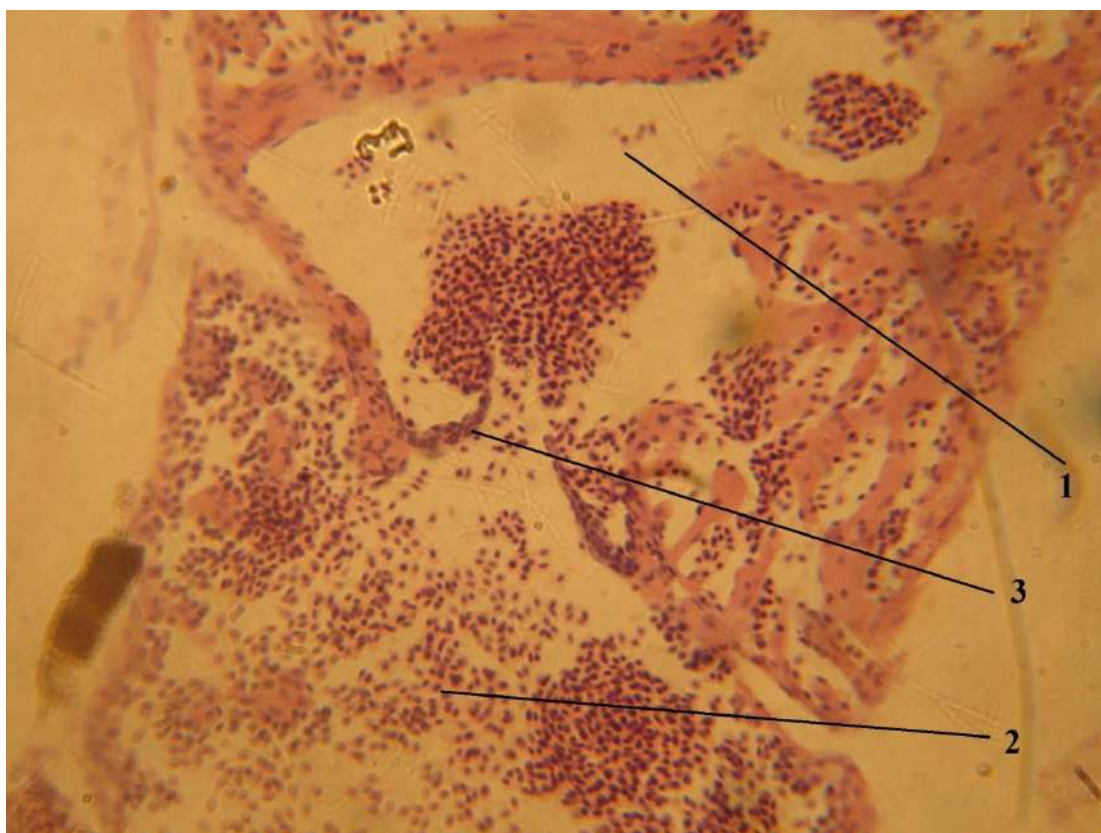


Рис. 36 Фрагмент сердца личинки кефали длиной 7 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 100.
1. Желудочек 2. Предсердие 3. Атрио-вентрикулярный клапан

Сердце мальков кефали длиной 11 мм состояло из двух камер – предсердия и желудочка, разделенных сформированным атрио-вентрикулярным клапаном, состоящим из соединительной ткани. Околосердечная полость от общей полости тела была отделена тонкой соединительнотканной перегородкой. Хорошо визуализировалась довольно мощная луковица аорты и венозный синус. В сердце выделялись эпикард, миокард и эндокард. Мышечный слой - миокард состоял из продольных и кольцевых разветвленных мышечных пучков. Наиболее развитым он был у старшевозрастных рыб. Стенка предсердия была довольно тонкой (рисунок 37).

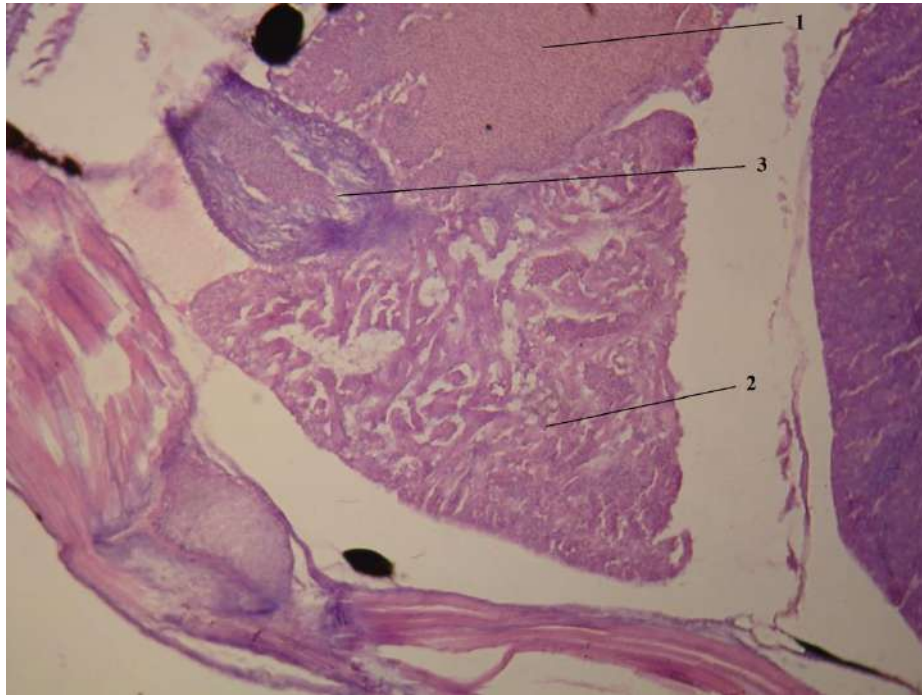


Рис. 37 Фрагмент сердца малька кефали длиной 11 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.
1. Предсердие 2. Желудочек 3. Луковица аорты

За жаберной полостью у мальков была хорошо заметна вилочковая железа – тимус (рисунок 38).

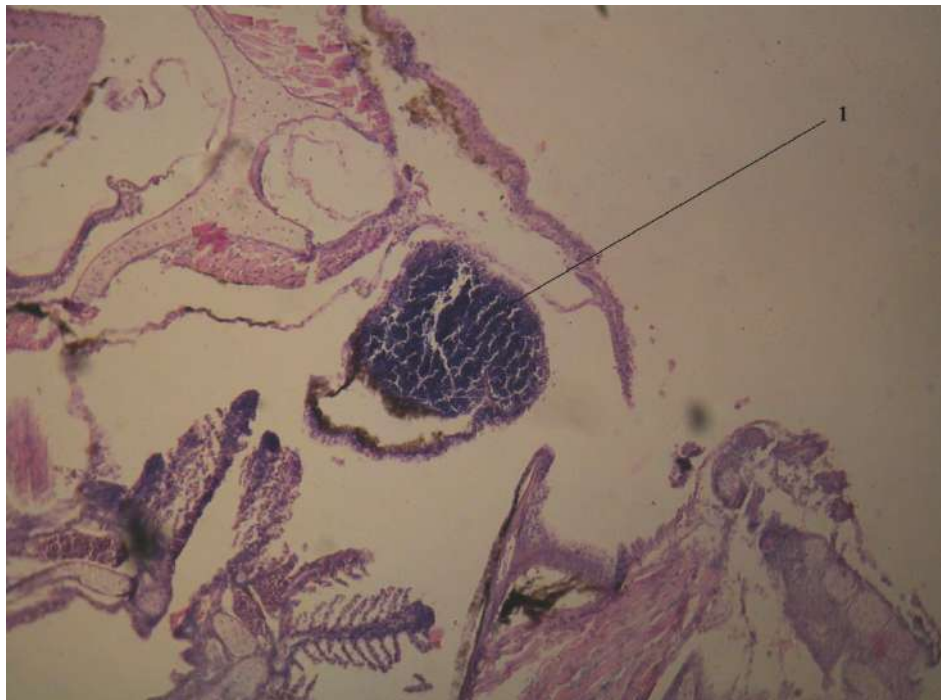


Рис. 38 Строение вилочковой железы малька кефали длиной 11 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 10.
1. Тимус (вилочковая железа)

С возрастом размер железы постепенно увеличивался, и все четче становилось разделение органа на корковое и мозговое вещество.

Между петель кишечника у личинок длиной 7 мм обнаруживалась сравнительно небольшая, треугольной формы селезенка. Она представляла собой плотное скопление клеток, покрытых тонкой соединительнотканной оболочкой. Внутри орган был пронизан сосудами, также были отмечены формирующиеся трабекулы, которые представляли собой тяжи вытянутых светлых клеток. Среди молодых ретикулярных клеток, которые составляли основу органа, обнаруживались дифференцирующиеся клетки крови (рисунок 39).

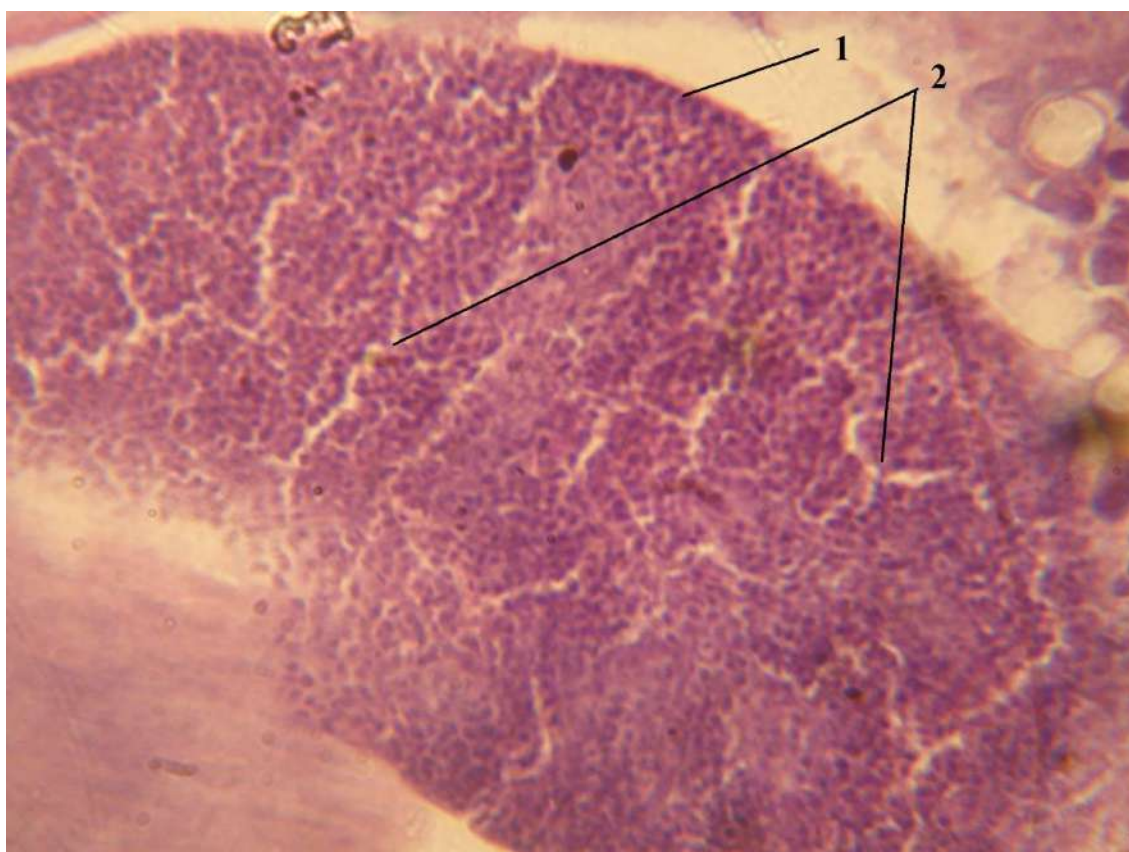


Рис. 39 Фрагмент селезёнки личинки кефали длиной 7 мм.

Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.

1. Соединительнотканная оболочка 2.Формирующиеся трабекулы

Селезенка у молоди с возрастом (мальки длиной 11 мм) увеличилась в размерах и имела треугольную форму. Исследование тонкой гистологической её структуры показало, что строма органа включала большое количество

эритроцитов, как зрелых, так и дифференцирующихся. Кроме клеток эритропоэтического ряда здесь регистрировались клетки всех остальных рядов. Было отмечено, что клетки лимфоцитопоэтического ряда локализовались небольшими, хорошо заметными группами (рисунок 40).



Рис. 40 Фрагмент селезёнки малька кефали длиной 11 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.
1. Клетки эритропоэтического ряда

Пищеварительная система. Пищеварительная система личинок кефали длиной 7 мм была представлена пищеварительной трубкой, которая начиналась ротовым отверстием, продолжающимся и переходящим в глотку, сообщающуюся с жаберной полостью. Глотка плавно переходила в удлиненную трубку – пищевод. Стенка пищевода состояла из трех оболочек. Снаружи он был покрыт тонкой соединительнотканной оболочкой, далее располагалась мышечная пластинка. Слизистая оболочка состояла из многослойного плоского неороговевающего эпителия и собственной пластинки слизистой оболочки, которая включала большое количество слизистых желез (рисунок 41).

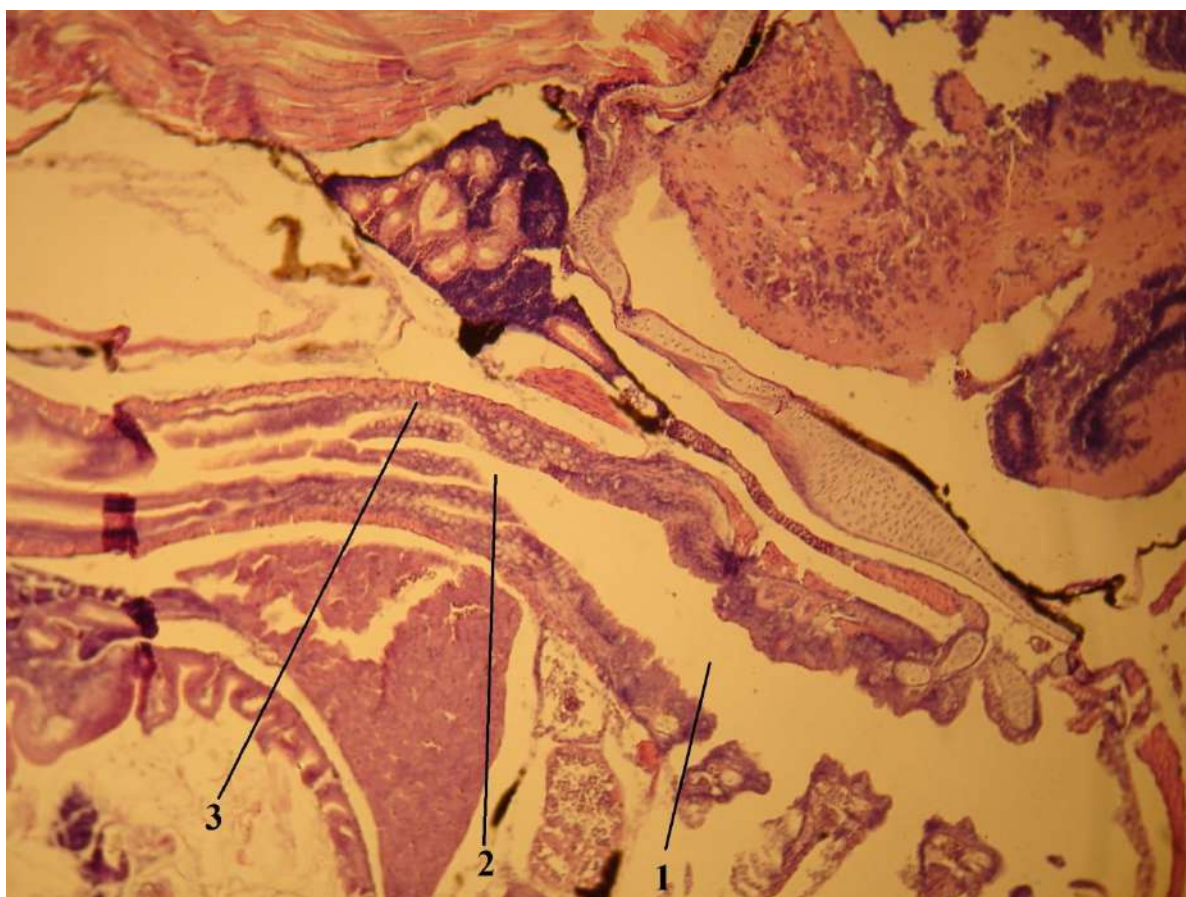


Рис. 41 Строение глотки личинки кефали длиной 7 мм.

Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.

1. Глотка, сообщающаяся с жаберной полостью 2. Пищевод 3. Слизистые железы

У личинки длиной 7 мм глотка сообщалась с заметно расширяющимся желудком, в просвете которого находился пищевой комок. Желудок был выстлан однослойным призматическим эпителием, под которым лежала собственная пластинка слизистой оболочки. Полость кишки была выстлана однослойным призматическим каемчатым эпителием, между клетками которого располагались бокаловидные клетки.

Ротовая полость малька длиной 11 мм, выстланная многослойным неороговевающим эпителием, содержащим слизистые клетки, плавно переходила в глотку, далее пищевод, выстланный таким же эпителием. Пищевод, в нижней своей части имел довольно длинные продольные складки и открывался в расширяющийся желудок (рисунок 42).

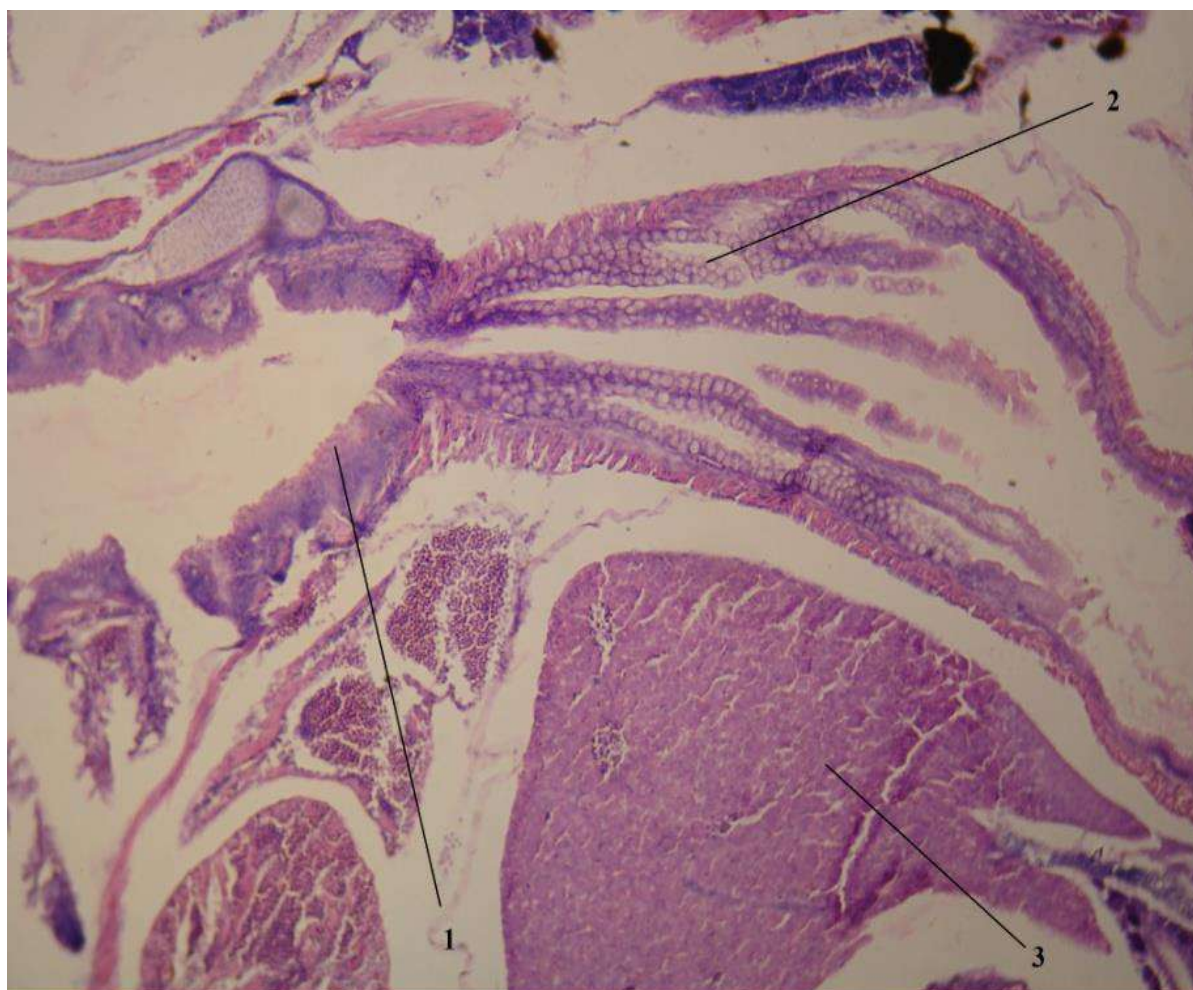


Рис. 42 Передний отдел пищеварительной системы малька длиной 11 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 10.

1. Многослойный неороговевающий эпителий глотки 2. Слизистая оболочка пищевода
3. Печень

Эпителий желудка был однослойным, призматическим. С возрастом у молоди в слизистой оболочке желудка увеличивалось количество трубчатых желез, и утолщалась мышечная оболочка. В начальной части кишечника у сеголетка кефали длиной 21 мм были хорошо заметны слепые выросты - пилорические придатки в количестве 4 шт. Полость пилорических придатков также выстлана однослойным призматическим каемчатым эпителием с бокаловидными клетками (рисунок 43).

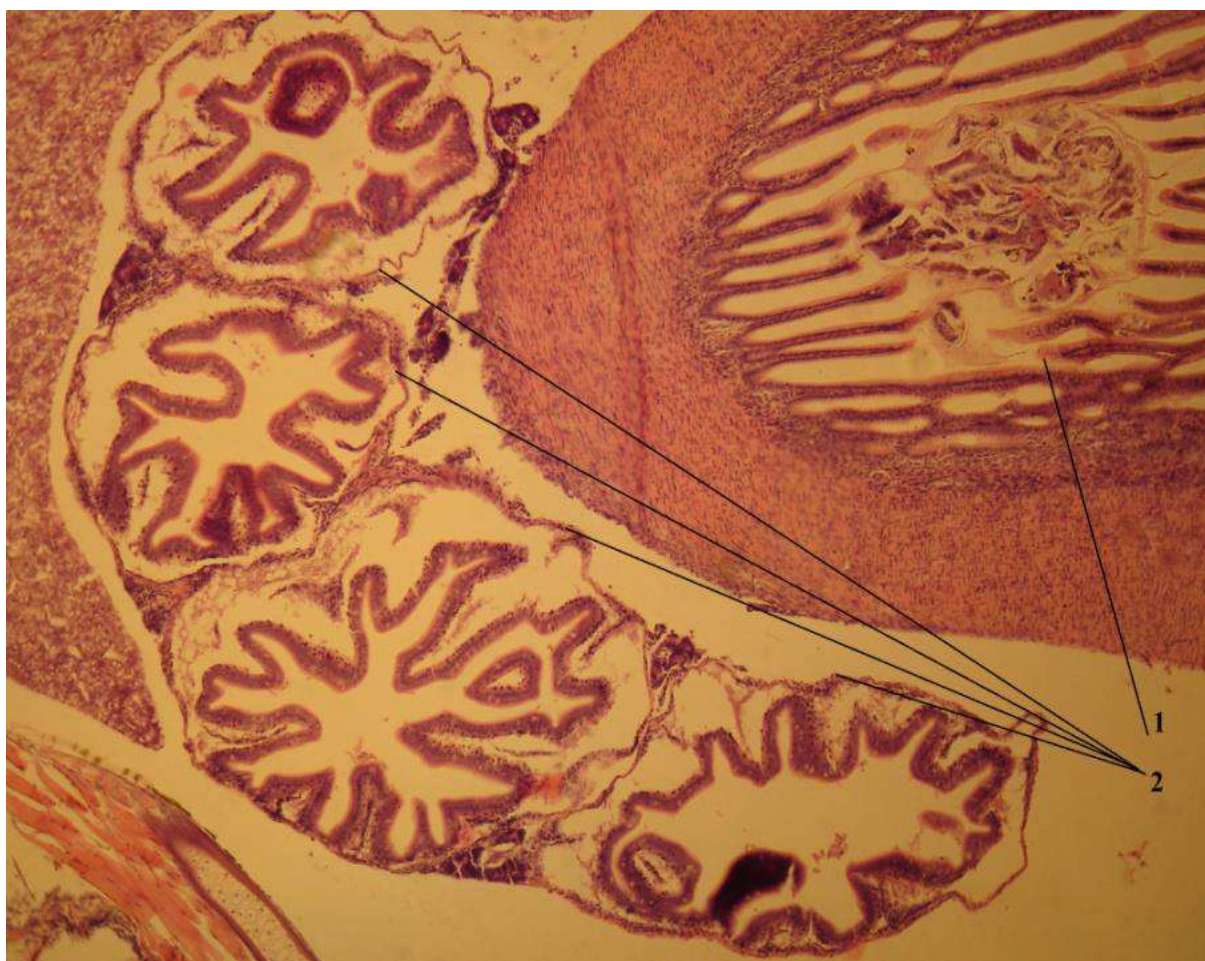


Рис. 43 Фрагмент пищеварительной системы сеголетка кефали длиной 21 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 10.

1. Желудок, с включениями пищевого детрита. 2. Пилорические придатки

В кишечнике молоди структурно-функциональной единицей слизистой оболочки являлись кишечные ворсинки, размер которых с возрастом увеличивался. Толщина мышечной оболочки кишечника была значительно тоньше, в сравнении с таковой в желудке.

Задний отдел кишки личинки длиной 7 мм снаружи был покрыт тонкой серозной оболочкой, мышечный слой практически не визуализировался, слизистая представлена однослойным призматическим эпителием, с большим количеством бокаловидных клеток. Были заметны кишечные крипты (рисунок 44).



Рис. 44 Фрагмент заднего отдела кишечника личинки кефали длиной 7 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 100.
1.Однослойный призматический эпителий 2. Бокаловидные клетки

Печень у личинок кефали длиной 7 мм имела довольно значительные размеры и располагалась за жаберной полостью. Снаружи орган был покрыт очень тонкой соединительнотканной капсулой. Гепатоциты формирующегося органа образовывали развивающиеся печеночные балки, между которыми регистрировались синусоидные капилляры, заполненные дифференцирующимися клетками крови. Часть гепатоцитов имела жировые пустоты (жировая дистрофия), а другая часть характеризовалась наличием крупного центрально расположенного округлого ядра (рисунок 45).

С возрастом (сеголетки кефали длиной 21 мм) печень становилась довольно массивным органом и приобретала более выраженную балочную структуру. Обнаруживались гепатоциты с жировыми пустотами (рисунок 46).

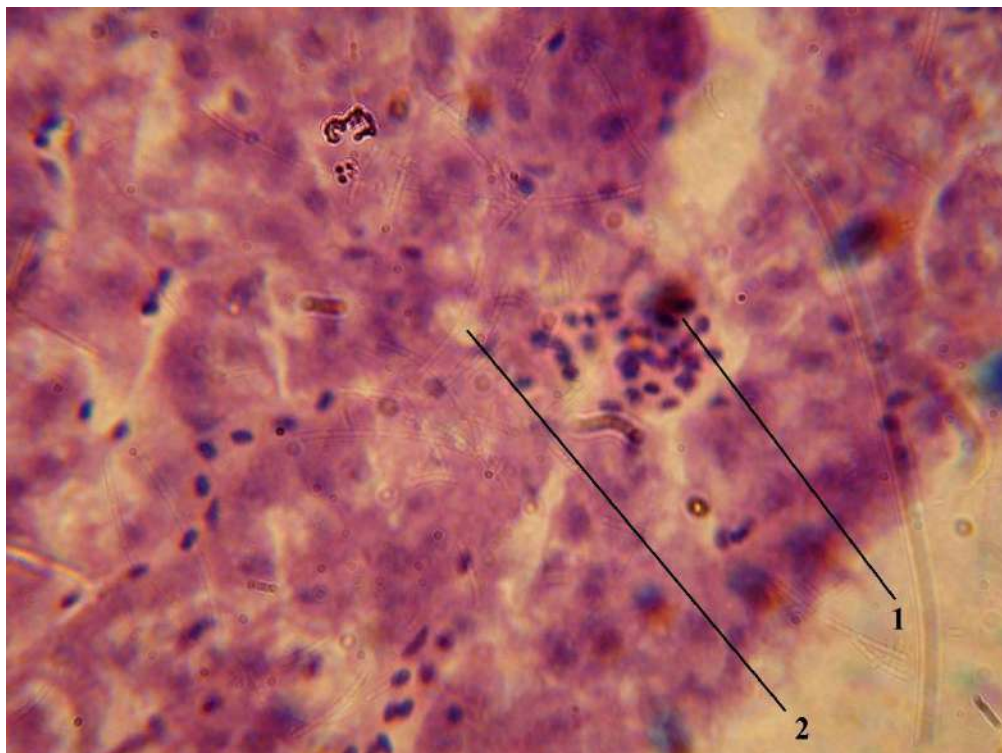


Рис. 45 Строение печени личинки кефали длиной 7 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 100.

1. Синусоидный капилляр с дифференцирующимися клетками крови 2. Жировая капля в гепатоците

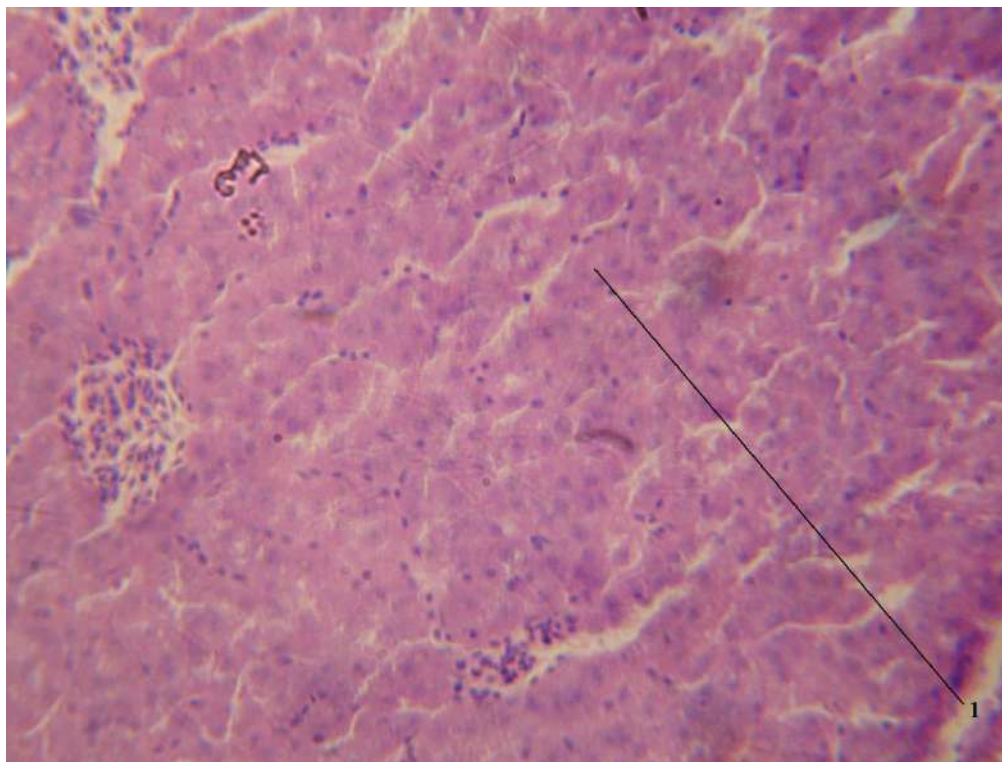


Рис. 46 Строение печени сеголетка кефали длиной 21 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.

1. Гепатоциты с признаками жировой дистрофии

Зачаток поджелудочной железы у личинок длиной 7 мм был довольно мал, имел вытянутую форму и располагался между желудком и передним отделом кишечника. Представлял собой скопление небольшого количества ацинусов округлой формы. Поджелудочную железу окружала жировая ткань (рисунок 47).

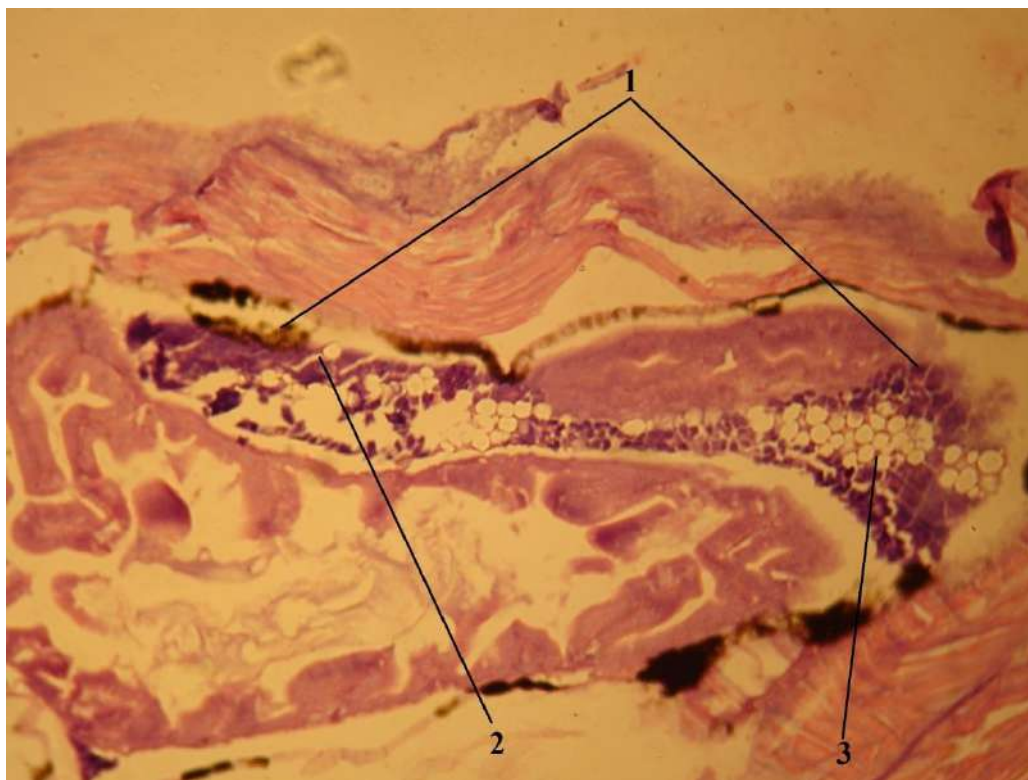


Рис. 47 Фрагмент зачатка поджелудочной железы личинки кефали длиной 7 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.

1. Поджелудочная железа 2. Ацинусы железы 3. Скопление клеток жировой ткани

С возрастом (сеголетки длиной 15 мм) поджелудочная железа увеличивалась в размерах. Хорошо просматривались отдельные ацинусы железы. Каждый ацинус состоял из нескольких пирамидальных клеток с крупными ядрами. В апикальной части клеток находились оксифильные гранулы, а базальная часть клеток была окрашена базофильно. К ацинусам подходили капилляры. У личинок, мальков и сеголетков в поджелудочной железе выявлялись скопления жировых клеток, что, по литературным данным (Струков, Серов, 2015), может являться последствием неправильного питания рыб, либо токсического поражения органа (рисунок 48).

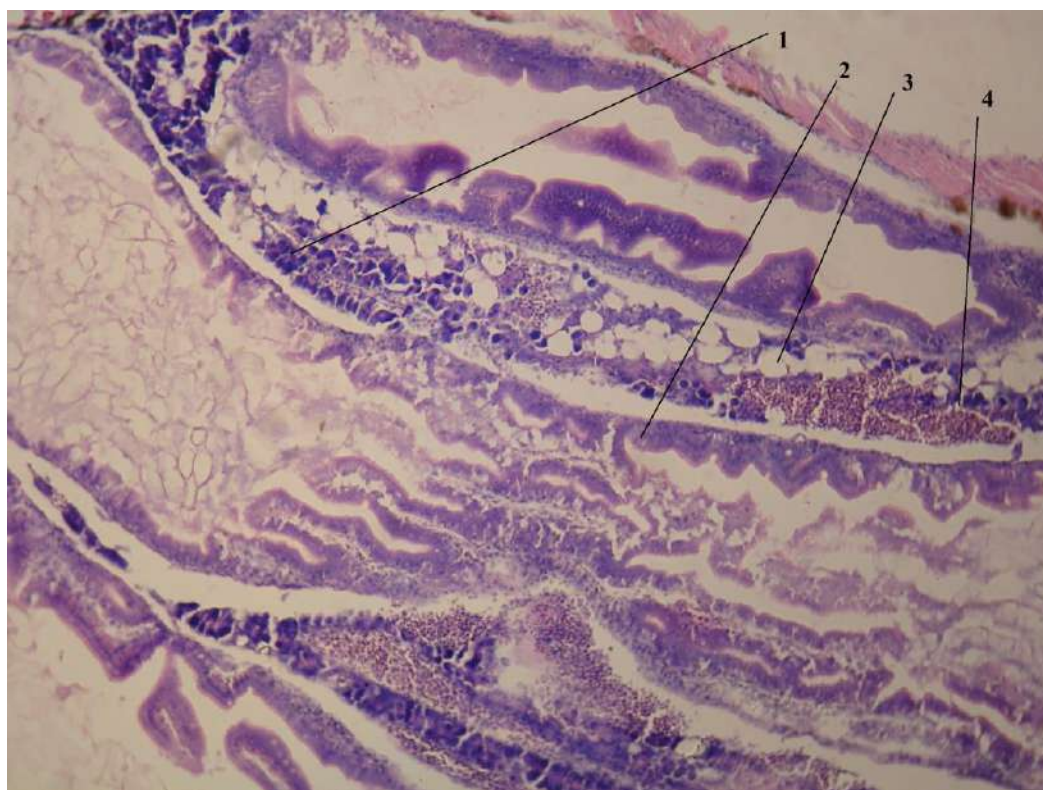


Рис. 48 Строение поджелудочной железы сеголетка кефали длиной 15 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 10.
1. Поджелудочная железа 2. Кишечник 3. Липоциты. 4. Ацинусы

Выделительная система. У личинок кефали длиной 7 мм в краниальной части тела локализовались канальца предпочки. Число этих канальцев было небольшое – всего 2-3 шт. на срезе. Почечных телец здесь не отмечено. Между канальцами находились дифференцирующиеся клетки крови (рисунок 49). В каудальном направлении тела личинки длиной 7 мм по обеим сторонам находилась формирующаяся туловищная почка. Здесь были заметны сформированные и формирующиеся канальца. Формирующиеся канальца представляли собой везикулы округлой и грушевидной формы. У сформированных канальцев эпителиальные клетки имели кубическую форму. Также здесь регистрировались почечные тельца небольшого размера. Часть телец уже имела сформированные сосудистые клубочки, у части клубочки были еще плохо выражены.

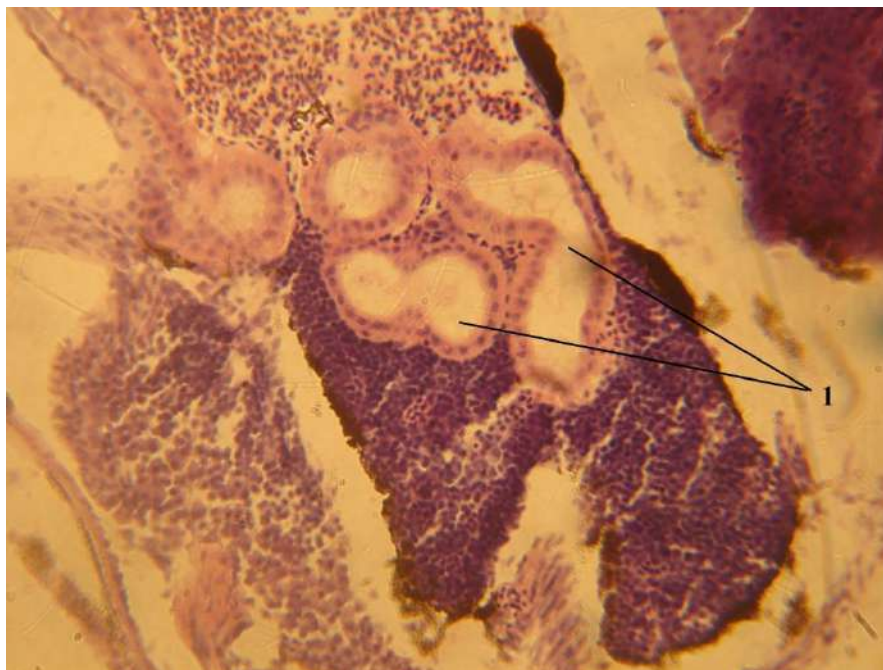


Рис. 49 Фрагмент первичной почки личинки кефали длиной 7 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 100.
1.Канальца

Канальца формирующегося мезонефроса открывались в пару длинных мезонефральных каналов - вольфовых протоков, которые тянулись к хвостовому отделу тела личинки (рисунок 50).

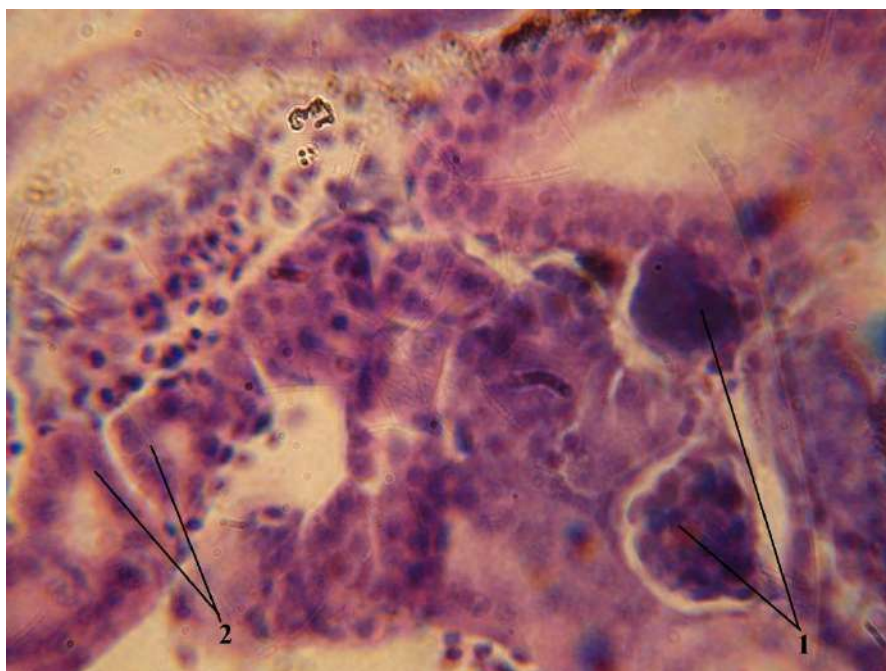


Рис. 50 Фрагмент туловищной почки личинки кефали длиной 7 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.
1. Почечные тельца 2.Формирующиеся канальца мезонефроса

У 11 мм мальков вдоль позвоночного столба с брюшной стороны локализовалась почка, которая тянулась от переднего к заднему отделу тела. В передней части почки – пронефросе по мере роста малька заметно увеличивается доля кроветворной ткани, а количество канальцев заметно уменьшается, т.е. они постепенно атрофируются. У сеголетка длиной 18 мм регистрировались единичные канальца. Здесь дифференцировались элементы крови всех рядов. Задний отдел почки – мезонефрос включал канальца, тельца, как сформированные, так и формирующиеся. В этом отделе почки в межканальцевой ткани практически отсутствовала кроветворная ткань (рисунок 51).

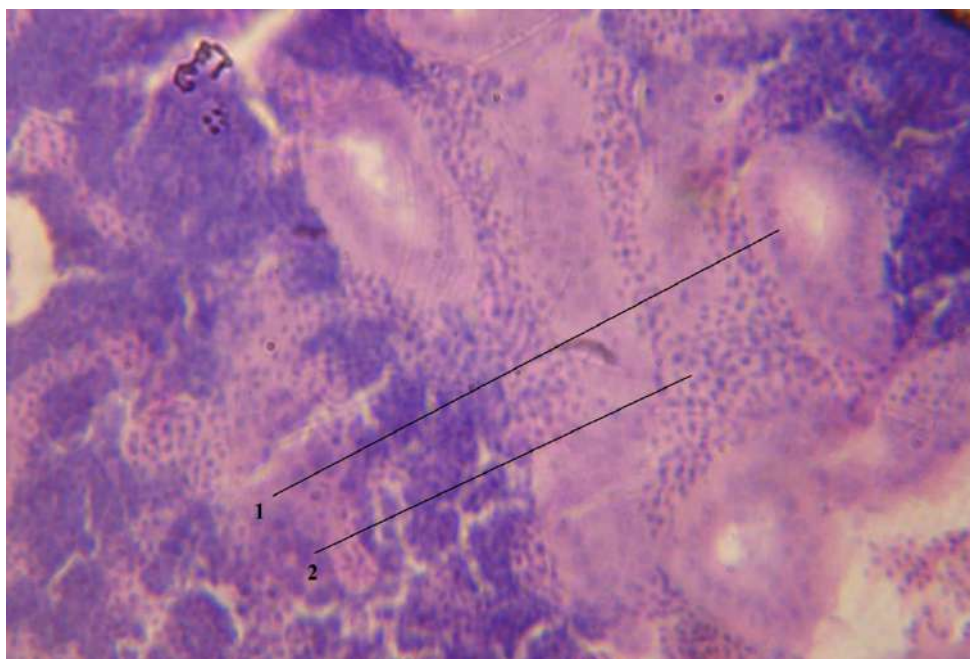


Рис. 51 Фрагмент почки сеголетка кефали длиной 18 мм. Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40. 1. Почечные канальца 2. Межканальцевая ткань

Канальца почки впадали в длинные каналы тянущиеся вдоль тела – каналы первичной почки (вольфовы протоки) и заканчивались выводными протоками за анальным отверстием. Полость этих каналов была выстлана однослойным призматическим ресничным эпителием. По мере роста рыб заметно увеличивался размер и количество элементов мезонефроса в каудальном направлении (рисунок 52).

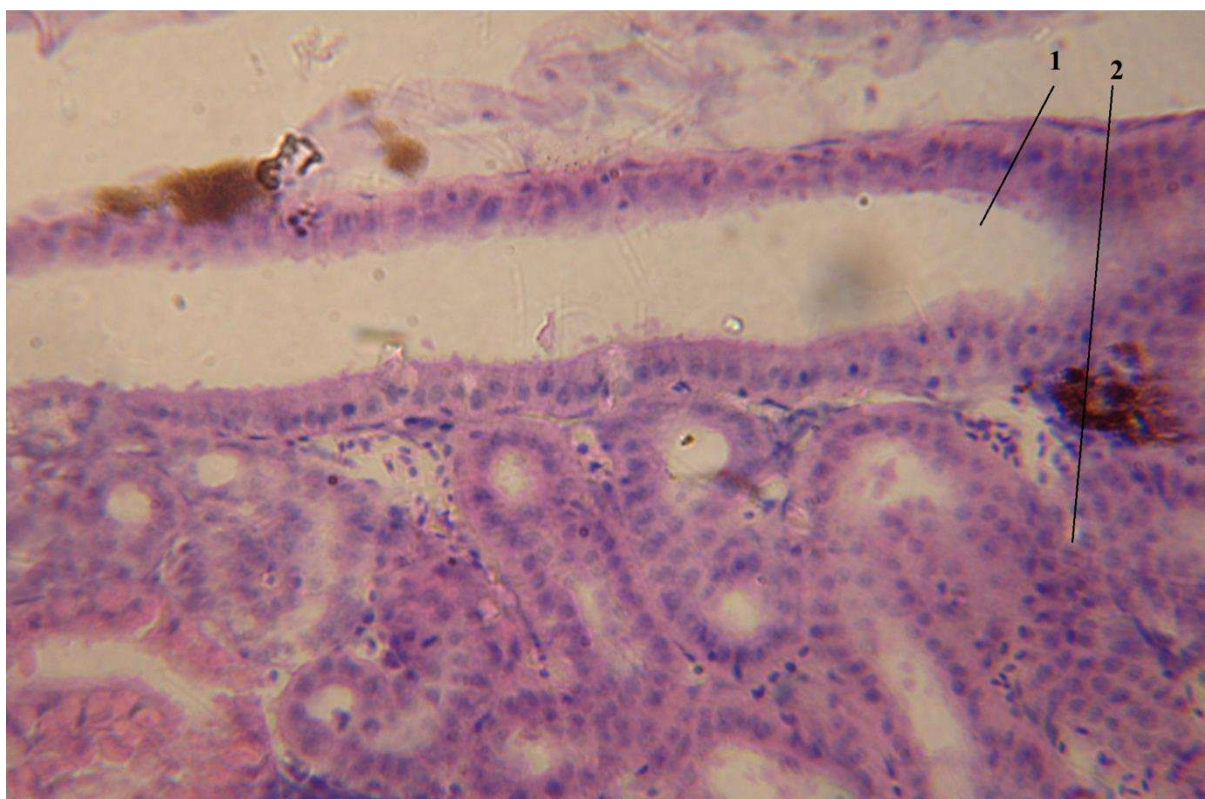


Рис. 52 Фрагмент мочевыделительной системы сеголетка кефали длиной 18 мм.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.
1. Вольфов проток 2. Мезонефрос

Половая система. У мальков длиной 11 мм в области передней части мезонефроса был обнаружен небольшой зачаток овальной формы, содержащий крупные первичные половые клетки. Размер этого образования и количество клеток в срезе заметно увеличивалось по мере развития молоди. Первичные половые клетки – гоноциты были крупными с неправильной формы ядром.

У сеголетков длиной 18 мм зачаток гонад заметно увеличился. Строма формирующегося органа была разделена тонкими соединительнотканными перегородками на дольки. К этому возрасту, кроме гоноцитов здесь обнаруживались вытянутой формы опорные клетки, гонии первого и последующих порядков, которые значительно уступали по размерам первичным половым клеткам (рисунок 53).

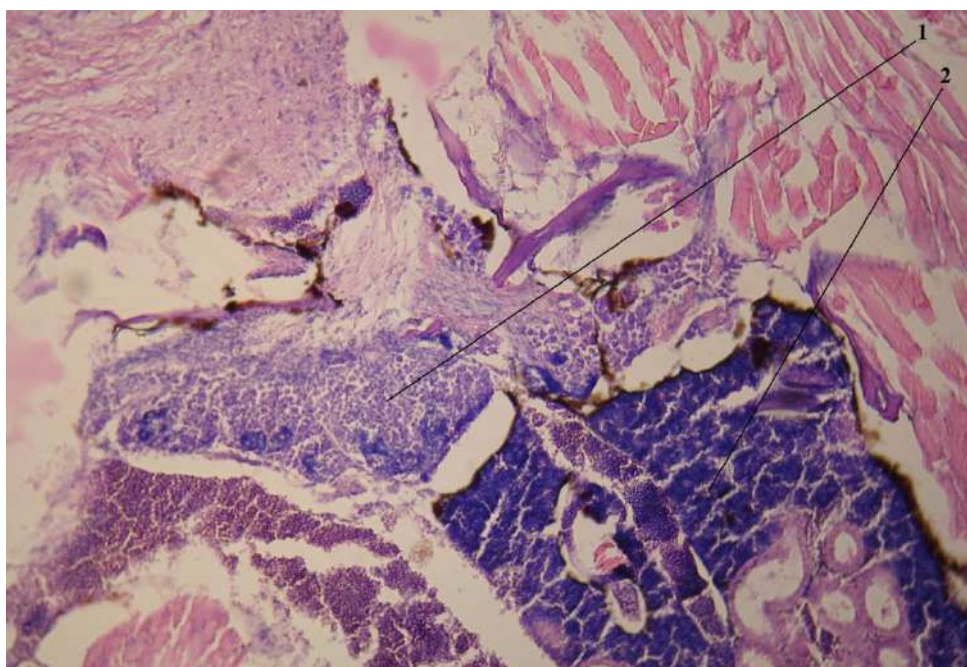


Рис. 53 Развитие половой системы сеголетка кефали длиной 18 мм. Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 10. 1. Зачаток гонад 2. Головная почка

Таким образом, исследования показали, что в процессе онтогенеза (от стадии личинки до стадии сеголетка) происходит постепенное усложнение морфофункциональной организации нервной и сенсорной систем кефали. Наблюдается сенсорная адаптация к меняющимся условиям среды, посредством совершенствования двигательной и обонятельной функций. Идёт дифференциация отделов головного мозга, увеличивается доля белого вещества. Значительное развитие получает мозжечок, что способствует приспособлению молоди к активному образу жизни. Обнаруживается гетерохронность развития органов зрения, обусловленная изменением роли зрительной сигнализации в связи с постепенным переходом с планктонного (у молоди) на детритный тип питания (у взрослых рыб). По мере индивидуального развития кефали возрастает значение обоняния при взаимодействии организма с окружающей средой.

У кефали с возрастом в жабрах увеличивалась длина филаментов и возрастало количество ламелл. В жаберной полости эпителиальные выросты, являющиеся дополнительными органами дыхания, заметно уменьшались в размере, т.е. постепенно атрофировались. В сердце рыб выделялись эпикард,

миокард и эндокард. Миокард был наиболее развит у сеголетков. Увеличивались в размерах главные кроветворные органы - селезёнка и вилочковая железа (тимус). У рыб с возрастом в слизистой оболочке желудка возрастало количество трубчатых желез, и утолщалась мышечная оболочка; становились хорошо заметны слепые выросты - пилорические придатки; печень приобретала более выраженную балочную структуру.

В пронефресе по мере роста молоди возрастала доля кроветворной ткани, а количество канальцев уменьшалось; увеличивался размер и количество элементов мезонефроса. В зачатке гонад у сеголетков длиной 18 мм кроме гоноцитов обнаруживались опорные клетки, гонии первого и последующих порядков.

В ходе промеров жаберных ламелл, эпителиальных выростов и почечных канальцев у молоди были обнаружены определённые закономерности развития. Рост молоди кефали сопровождался увеличением длины жаберных ламелл. У личинок размером 7 мм длина ламелл составляла в среднем $5,5 \pm 0,2$ мкм. У 11 мм мальков длина ламелл была уже $7,7 \pm 0,2$ мкм; у рыб длиной 15 мм – $9,6 \pm 0,1$ мкм; у 18 мм рыб – $11,0 \pm 0,4$ мкм; у 21 мм рыб – $15,6 \pm 0,3$ мкм (рисунок 54).

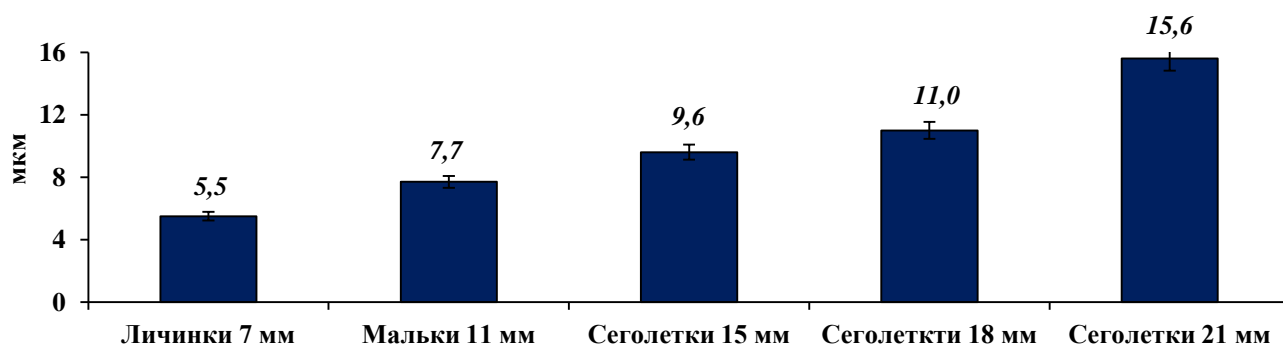


Рис. 54 Возрастные изменения длины жаберных ламелл у кефали

Возрастные изменения у молоди кефали проявлялись также в постепенной редукции провизорных образований. В жаберной полости эпителиальные выросты являлись дополнительными органами дыхания. Обнаруженные у личинок провизорные образования достигали размера в среднем $65,3 \pm 2,6$ мкм.

Затем, по мере роста рыб отмечалось уменьшение их длины до $48,4 \pm 1,8$ мкм; $44,0 \pm 1,4$ мкм; $35,2 \pm 1,0$ мкм и $22,0 \pm 1,6$ мкм соответственно (рисунок 55).

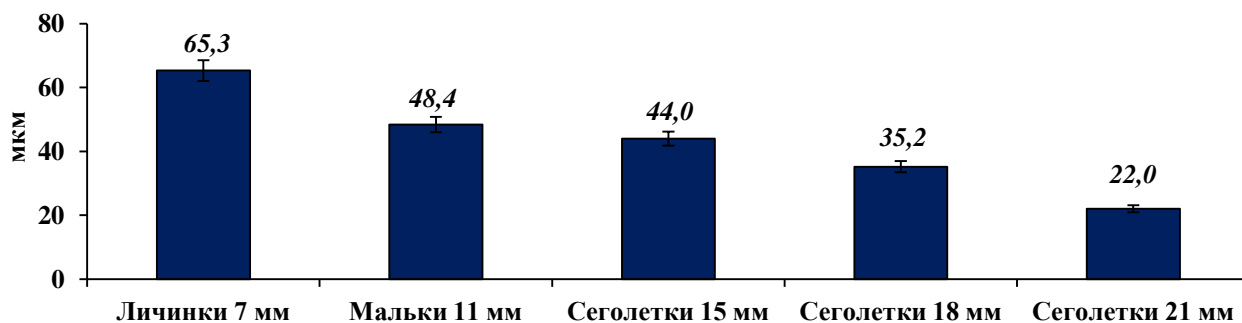


Рис. 55 Возрастные изменения длины эпителиальных выростов у кефали

Развитие выделительной системы у молоди кефали характеризовалось увеличением диаметра почечных канальцев. У личинок размер их составлял в среднем $14,7 \pm 1,2$ мкм. У мальков и сеголетков диаметр постепенно расширялся от $17,6 \pm 0,9$ до $54,8 \pm 2,0$ мкм (рисунок 56).

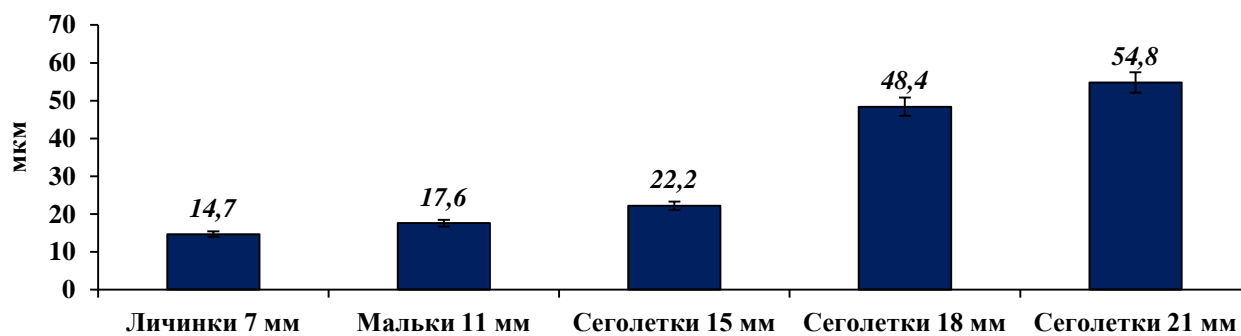


Рис. 56 Возрастные изменения диаметра почечных канальцев у кефали

Следовательно, в процессе развития молоди кефали отмечался как рост, так и уменьшение элементов дыхательной и выделительной систем организма.

За рассматриваемый период онтогенеза (от личиночного этапа до возраста сеголетка) у кефали длина жаберных ламелл возрастала в 2,8 раза, размер эпителиальных выростов в жаберной полости уменьшался в 3 раза, диаметр почечных канальцев увеличивался в 3,7 раза. Установлено, что личинки (10 суток) каспийской кефали ($L_{cp.} - 7$ мм) превосходили размерные показатели черноморских представителей ($L_{cp.} - 2,5$ мм) этого же возраста (Демьянова, 1989), что также указывает на наиболее благоприятные условия их существования.

Данная тенденция также характерна и для мальков, но разница здесь немного меньше (50 суток – L_{cp} -21 мм; и L_{cp} -17 мм, соответственно). Как и у черноморских кефалей (Демьянова, 1989) в возрасте 10 суток у исследованных личинок пищеварительная система была сформирована не окончательно. Выявлено, что у молоди (50 суток) полностью реализуется пищеварительная функция, когда обнаруживались пилорические придатки. Дефинитивные признаки строения представители каспийских и черноморских кефалей приобретают к 50 суткам.

3.5. Патологические изменения органов кефали

Многочисленные российские и зарубежные исследования свидетельствуют о том, разнообразные биохимические и физиологические процессы в организме рыб вызывают гистопатологические изменения (Моисеенко, 2009; Hinton, Lauren, 1990; Wrona, Cash, 1996).

Необходимо отслеживать появление дисфункций и патологических процессов в системах организма рыб для понимания причин снижения или исчезновения популяций рыб, прогнозирования изменений в условиях сокращения или увеличения токсической нагрузки, а также для сохранения и восстановления рыбных ресурсов.

В современных экологических условиях сложившихся в Каспийском море воздействие неблагоприятных факторов среды на рыб приводит к возникновению у них различных патологий, которые легко обнаружить с помощью гистологического метода.

Жабры рыб являются тем органом, который постоянно контактирует непосредственно с окружающей средой, и от ее качества напрямую зависит состояние тканевых структур данного органа и особи в целом (Матей, 1990). При гистологическом исследовании дыхательной системы кефали было обнаружено поражение жабр инкапсулированными цистами паразита (рисунок 57).

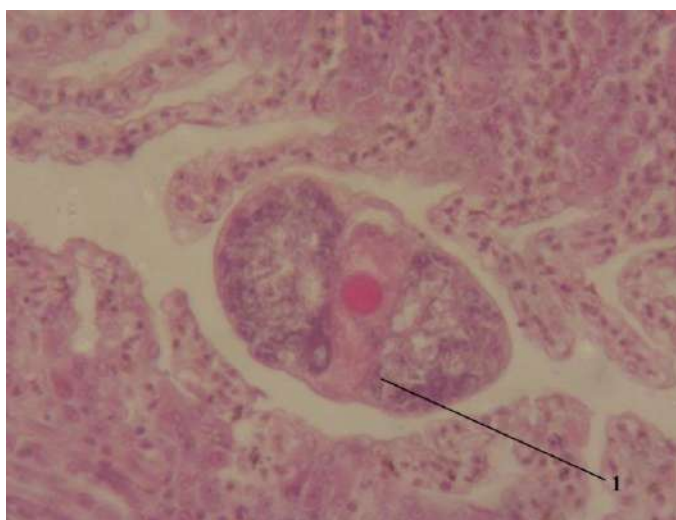
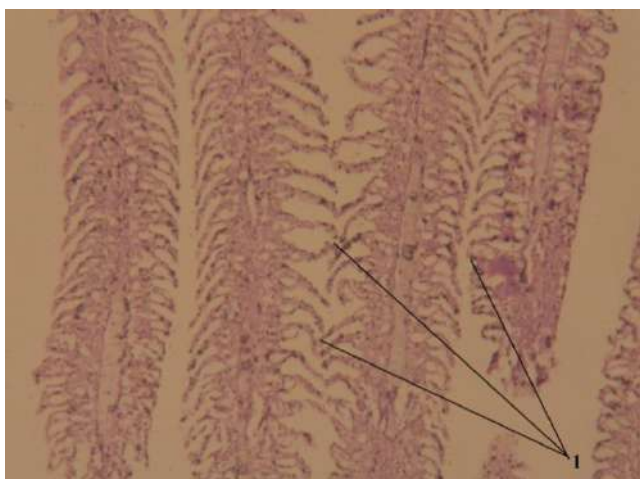
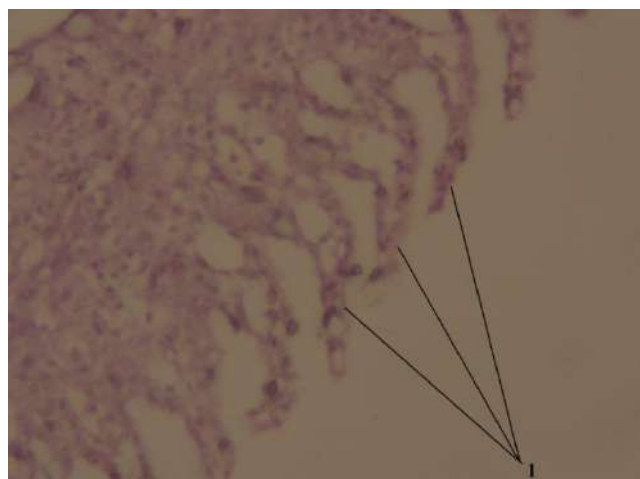


Рис. 57 Фрагмент жабр кефали в возрасте 2 года.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40. 1. Циста паразита

В жабрах наблюдалось гиперплазия как многослойного неороговевающего плоского эпителия филаментов, так и гиперплазия кубического респираторного эпителия ламелл. Разрастания кубического респираторного эпителия находились на боковых поверхностях ламелл, но особенно крупные разрастания эпителия находились на концах ламелл. В местах разрастания эпителия ламеллы «прирастали» друг к другу. Кроме того, именно на вершках ламелл были обнаружены сращивания респираторного эпителия (рисунок 58).



а) Ок. 10. Об. 40



б) Ок. 10. Об. 100

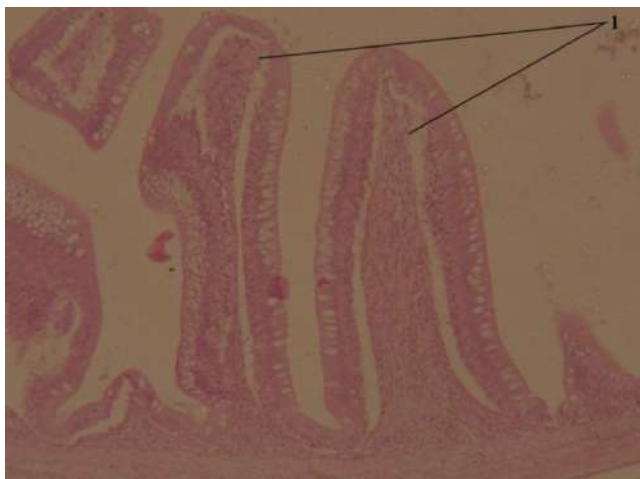
Рис. 58 Изменения в жабрах кефали в возрасте 2 года.
Гематоксилин-эозин а)1. Деформация ламелл б)1. Сращивание респираторного эпителия

На отдельных участках жабр разрастания многослойного неороговевающего эпителия доходили до середины ламелл. В некоторых местах филламентов ламеллы полностью отсутствовали, или были разрушены: на них не было эпителиального пласта, их сосуды свободно открывались во внешнюю среду. У таких жаберных образований с другой стороны филламентов ламеллы вообще были атрофированны, а филламенты были покрыты 10-12 слоями многослойного плоского эпителия.

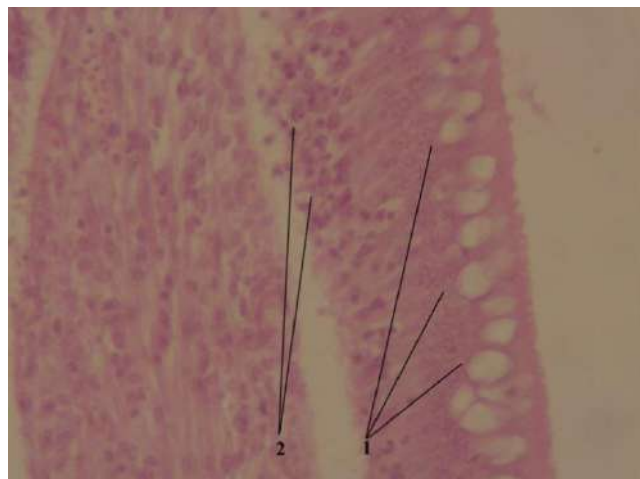
По литературным данным в жабрах рыб гиперплазию и отслоение эпителия ламелл, их укорочение (недоразвитие), слияние, атрофию или некроз могут вызывать органические загрязнители (Грищенко, 1991; Сафиханова и др., 2012). Установлено, что у всех исследованных особей регистрировались повреждения, но степень их интенсивности отличалась. У 30% особей степень повреждения была высокой, при этом процент повреждения самого органа достигал 50%.

Пищеварительный тракт испытывает опосредованное воздействие окружающей среды. В кишечнике рыб информативностью обладают структуры, участвующие в процессе пищеварения и связанные с характером питания. (Баклашова, 1980).

Гистологический анализ показал, что слизистая оболочка средней кишки была отека. В полости кишки на верхушках кишечных ворсинок выявлена дезинтеграция эпителиальных клеток и их слущивание. Следует отметить, что высота каемчатых клеток различалась на верхушках, в боковых отделах и основании кишечных ворсинок. В слое клеток каемчатого эпителия было много гипертрофированных бокаловидных клеток, заполненных слизью. Собственная пластинка слизистой оболочки кишки была инфильтрована лимфоцитами, регистрировались единичные эозинофилы (рисунок 59).



а) Ок. 10. Об. 100



б) Ок. 10. Об. 40

Рис. 59 Фрагмент кишечника кефали в возрасте 2 года.

Гематоксилин-эозин.

а) 1. Отёк слизистой оболочки б) 1. Гипертрофия бокаловидных клеток 2. Лимфоциты

По литературным данным (Бурдак, 1955) эозинофилы у детритоядной кефали являются защитным приспособлением кишечника к вредному воздействию бактерий. Повреждения пищеварительного тракта фиксировались у 15% особей.

Печень является основным органом детоксикации проникающих в организм ядов. Приблизительно 85 % объема печени костистых рыб занимают гепатоциты. Изменения морфологии гепатоцитов могут давать информацию, касающуюся функционирования этого органа и воздействия на организм токсикантов.

В структуре печени кефали встречались участки с нарушенной балочной структурой. Гепатоциты были полиморфными: присутствовали как мелкие, темные, плотные (30-40 %), так и крупные, светлые, округлые. Границы клеток печени четко не контурировались. Из-за отёка ткани органа в отдельных частях печени капилляры были спазмированы, в других – неравномерно расширены, заполнены форменными элементами эпителия крови и плазмой. Это явление, по определению Н.Е. Ярыгина, В.В. Серова (1977), называется стазом и проявляется, в том числе, под влиянием токсикантов.

В клетках печени кефали регистрировалась неспецифическая мелкокапельная и крупнокапельная зернистость (жировая дистрофия или

гепатоз). Причём жировая инфильтрация охватывала группы гепатоцитов (зональное ожирение), что соответствует первой стадии жирового гепатоза (Струков, Серов, 1995). Дегенеративное ожирение встречается, главным образом, в паренхиматозных органах. Причина дегенеративного ожирения – повреждение клеток, вызванное токсинами, нарушением кровообращения (Кокуричева, 1980).

В паренхиме печени кефали были обнаружены многочисленные мелкие участки скопления гемосидерина и некроза, что свидетельствует о более тяжелом течении патологического процесса (рисунок 60).

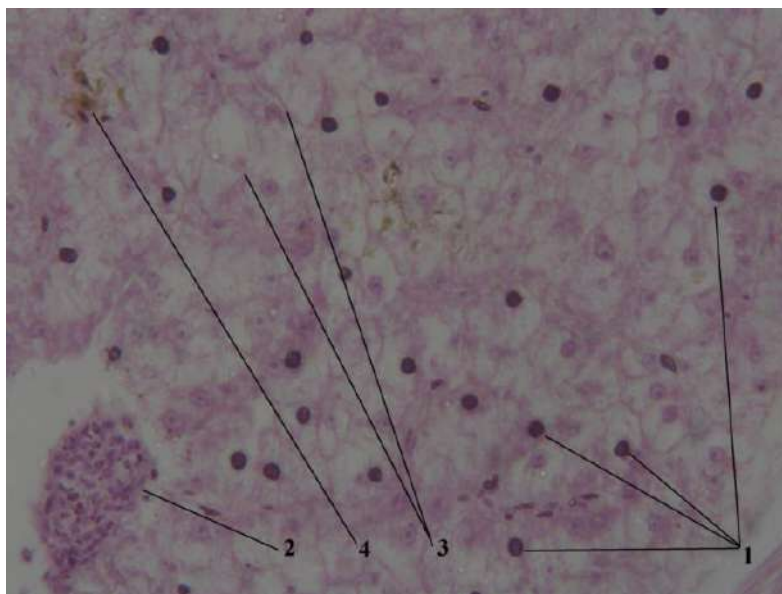


Рис. 60 Фрагмент печени кефали в возрасте 2 года.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.

1. Пикноз ядер гепатоцитов
2. Расширенный капилляр с форменными элементами крови
3. Жировая дистрофия
4. Скопление гемосидерина

Большинство ядер клеток печени кефали из-за скоплений капель жира были смещены на периферию. Значительная доля гепатоцитов имела пикнотичные ядра (10-20 %). Встречались и безъядерные клетки (5 %).

По результатам гистологического анализа в сосудах всех органов кефали обнаружены эритроциты с гиперхромной цитоплазмой (гиперхромная анемия), которая возникла, вероятно, вследствие интоксикации организма рыбы и поражения печени.

В печени отдельных рыб был зарегистрирован интенсивный гемосидероз, который характеризовался крупными скоплениями пигмента гемосидерина по всей паренхиме органа. Скопления концентрировались интерваскулярно и экстраваскулярно. Стенки всех сосудов были гиалинизированы, утолщены за счет накопления однородных гомогенных полупрозрачных масс. Это приводило к значительному сужению их просвета, вплоть до его полного отсутствия. Данная патология могла возникнуть при болезни системы кроветворения (анемии), либо интоксикации гемолитическими ядами (рисунок 61).

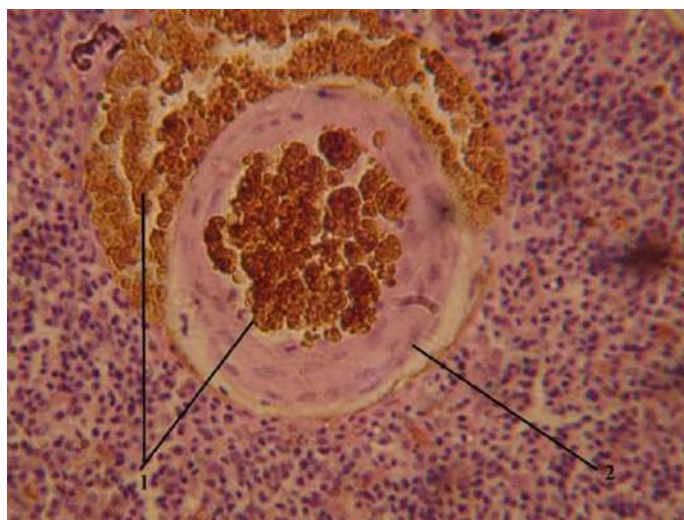


Рис. 61 Фрагмент печени кефали в возрасте 2 года.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 100.

1. Скопления гемосидерина (экстраваскулярно и интерваскулярно) 2. Гиалиноз сосудистых стенок

В ткани поджелудочной железы четко выявлялась экзокринная и эндокринная часть органа. Кровеносные капилляры поджелудочной железы были неравномерно расширены и заполнены форменными элементами крови. Отмечались скопления жировых клеток, что не характерно для данного органа. Данное явление отмечалось нами ранее у личинок и мальков кефали (рисунок 62).

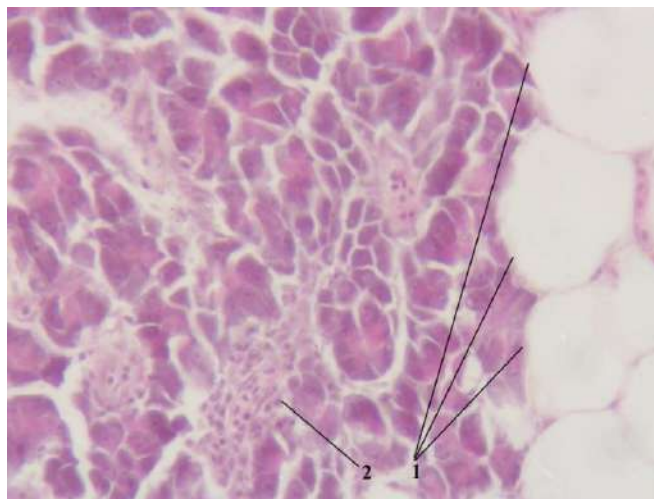


Рис. 62 Фрагмент поджелудочной железы кефали в возрасте 2 года.
Гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.
1. Жировые клетки 2. Расширенные капилляры

Жабры, печень, почки рыб, в первую очередь, реагируют на загрязнение водоемов, что приводит к морфофункциональным нарушениям разного уровня. В случае, если сила воздействия превышает адаптивные возможности организма, то развитие патологий проявляется в виде морфологических отклонений (Некрасов и др., 2014).

От функциональной активности этого органа зависит способность организма к выживанию. Исследование показало, что патоморфологические изменения печени были зарегистрированы у 90% исследованных особей, но у всех исследованных представителей степень повреждения и виды нарушений отличались. Для 1,5% рыб повреждения носили необратимый характер.

Важнейшим показателем воспроизводительной способности рыб является оценка состояния гонад. Важным моментом исследований особенности репродуктивной биологии рыб является изучение гаметогенеза. Изучение репродуктивных особенностей рыб позволяет получить данные о различных приспособительных адаптациях на этапах репродукции.

Морфологические и физиологические особенности репродуктивной системы рыб крайне необходимы для решения вопросов связанных с

рациональным использованием и воспроизводством рыбных ресурсов (Тыхеев, 2016).

Гистологические исследования препаратов яичников половозрелых самок сингиля позволили детально рассмотреть их состояние перед нерестом. Яичники исследованных самок находились на IV а, б стадиях зрелости и были представлены желтковыми ооцитами, цитоплазма которых заполнена многочисленными в основном мелкими жировыми каплями, среди которых видны глыбки желтка.

В целом ооциты различались как по степени зрелости, так и по состоянию (рисунок 63).

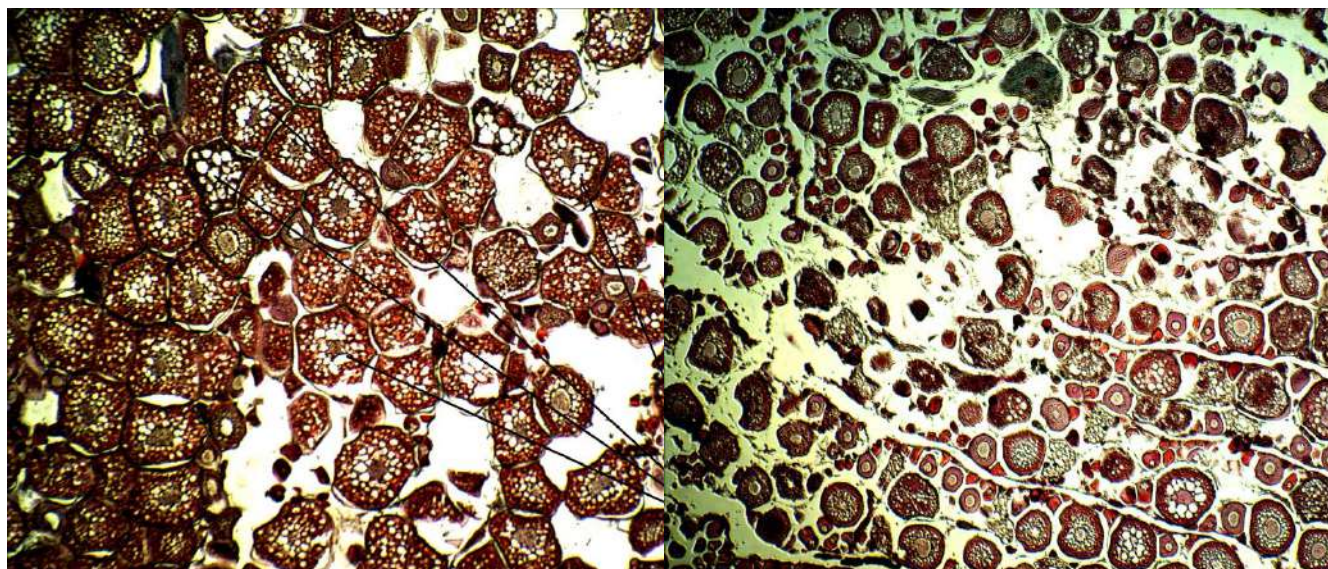


Рис. 63 Фрагмент яичников сингиля IVа, б СЗГ.
Кислый фуксин с докраской по Маллори. Ок.10. Об. 8
1. Желтковые ооциты

В отдельных ооцитах отмечалось укрупнение жировых капель. Ядра ооцитов имели округлую форму и находились в центре. По их периферии располагались ядрышки (рисунок 64).

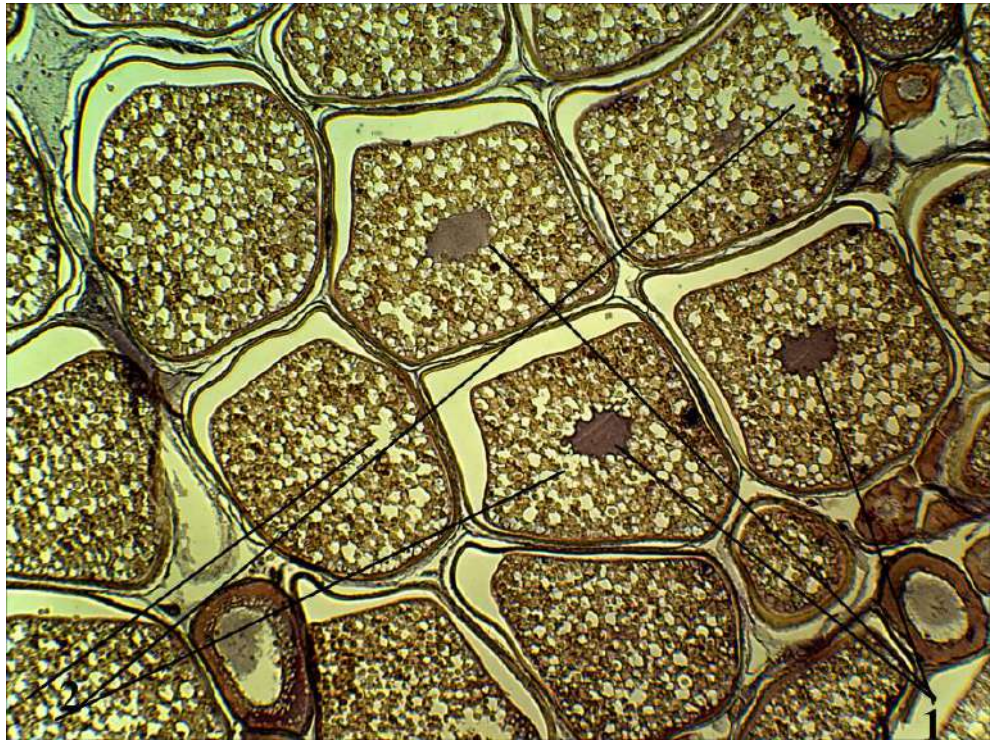


Рис. 64 Фрагмент яичника кефали IVa СЗГ.
 Кислый фуксин с докраской по Маллори. Ок. 10. Об. 20
 1. Ядра ооцитов 2. Жировые капли.

В целом развитие ооцитов протекало без отклонений (рисунок 65).

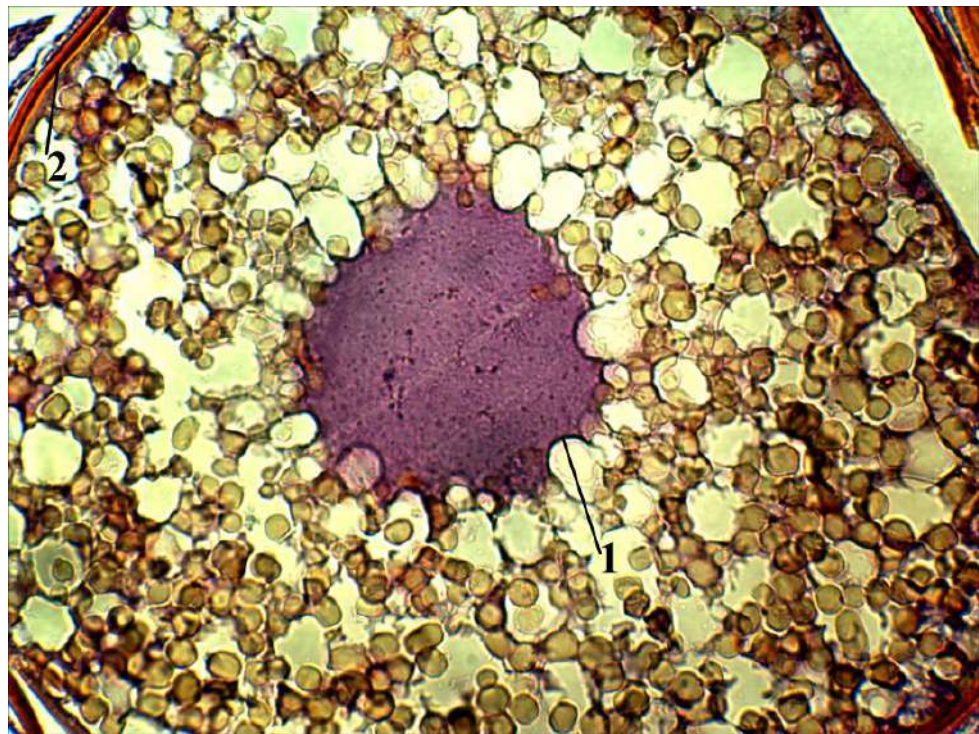


Рис. 65 Нормальное развитие ооцита в яичнике кефали IVa СЗГ.
 Кислый фуксин с докраской по Маллори. Ок. 10. Об. 80
 1. Ядро ооцита

Параллельно с созреванием у части ооцитов прослеживался процесс резорбции (рисунок 66).

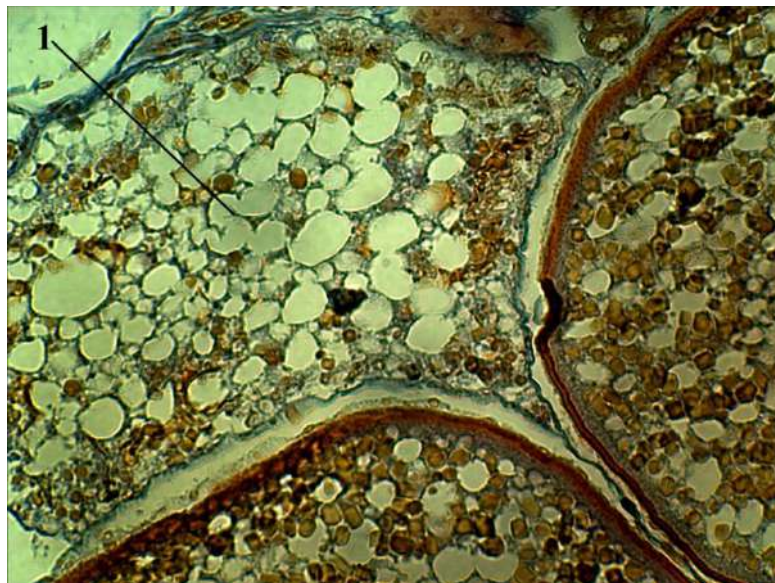


Рис. 66 Фрагмент яичника кефали IVa СЗГ.
Кислый фуксин с докраской по Маллори. Ок. 10. Об. 80
1. Резорбция ооцита

Степень резорбции была различна: от начала этого процесса до конечных этапов, связанных с появлением на месте бывшего ооцита глыбок пигмента (рисунок 67).

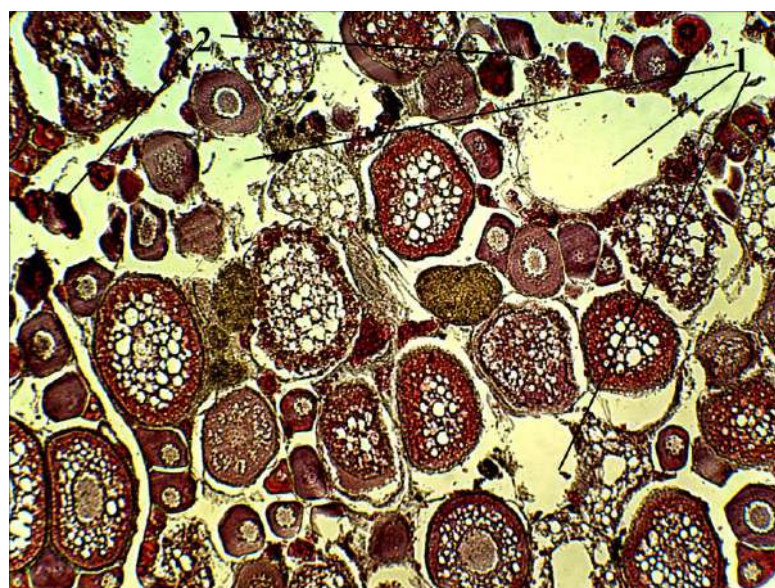


Рис. 67 Фрагмент яичника кефали IV б СЗГ.
Кислый фуксин с докраской по Маллори. Ок. 10. Об. 20
1. Резорбция ооцитов 2. Глыбки пигмента

Предполагается, что выявленные нарушения оогенеза (резорбция ооцитов) могли повлиять на репродуктивный потенциал рыб, приводя к задержке полового созревания самок.

Таким образом, в тканях и органах взрослых особей кефали, отобранных для исследования, выявлен единый комплекс изменений:

- микроциркуляторные расстройства - это различные расширения сосудов, многочисленные кровоизлияния с разной величиной, продолжительностью во времени, включая изменения форменных элементов крови (эритроцитов);

- разнообразные по степени нарушения строения жабр - разрастания многослойного неороговевающего эпителия филаментов и разрастания однослойного дыхательного эпителия ламелл, вплоть до их полной атрофии. Схожие разрастания найдены в каемчатом эпителии кишечных ворсинок;

- разные степени жировой дистрофии клеток печени (от мелкокапельной до крупнокапельной) до некротических участков;

- некротические явления в жабрах и печени, свидетельствующие об интенсивности патологического процесса;

- резорбция ооцитов в гонадах самок.

В целом, наблюдаемые тканевые и клеточные изменения жаберного аппарата, пищеварительного тракта и желёз кефали свидетельствовали о морфологических перестройках, возникающих при адаптивных реакциях организма на воздействие окружающей среды.

3.6 Естественное воспроизводство кефали в западной части Каспийского моря

Кефаль не испытывает такого жёсткого отрицательного воздействия со стороны гребневика, как другие рыбы вследствие несовпадения воспроизводства кефали и времени массового распространения гребневика, а также достаточно быстрого перехода молоди к смешанному, затем к придонному питанию (Пряхин, 2000). Для сохранения запасов сингиля и регулирования промысла этого вида необходимо отслеживать многолетнюю динамику естественного воспроизводства.

Продолжительность нерестового периода кефали определялась по состоянию зрелости гонад производителей и присутствию в ихтиопланктоне личинок и молоди на более поздних этапах развития (мальков и сеголетков). Вариабельность сроков размножения кефали в период 2011-2020 гг. была обусловлена особенностями термического режима этих лет. Начало икротетания зависело от прогрева морской акватории до температуры воды подходящей для нереста сингиля.

Ранний нерест отмечался в первой половине июня в 2011, 2014, 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 гг. Поздним являлось начало размножения в июле 2012, 2016 гг. Нерест кефали был продолжительным по времени и завершался в сентябре (2012, 2014, 2015, 2016 гг.), либо в октябре (2011, 2014, 2015, 2018, 2019, 2020 гг.) Самый длительный период размножения наблюдался в 2011, 2020 гг. (рисунок 68).

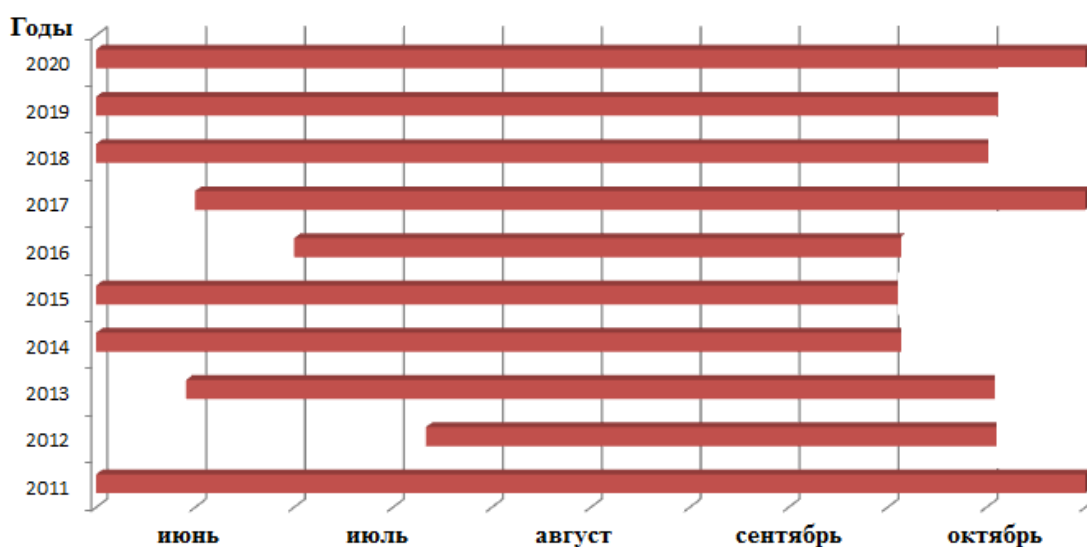


Рис. 68 Сроки нереста кефали в западной части Каспийского моря

Ход нереста сопровождался изменением состояния половых желёз производителей, вследствие чего в уловах менялось соотношение особей готовых, приступивших к размножению и выметавших половые продукты. При изучении «раннего нереста» сингиля, в августе обнаруживалась высокая доля отнерестившихся рыб на VI-II стадии зрелости (рисунок 69).

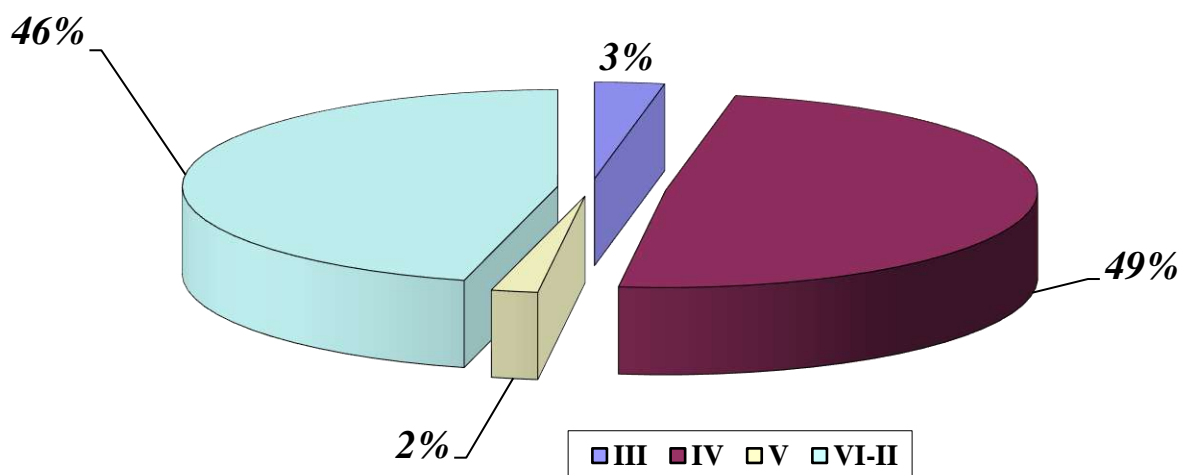


Рис. 69 Состояние зрелости гонад кефали в августе 2014 г.

Смещение икрометания сингиля на более поздний период отражалось на ходе нереста таким образом, что в августе большинство рыб ещё не были готовы к размножению (рисунок 70).

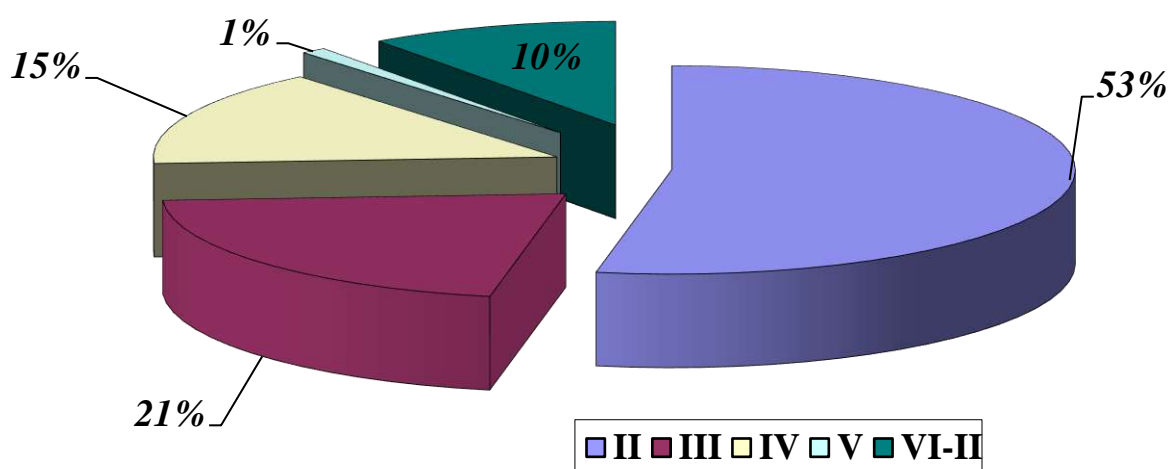


Рис. 70 Состояние зрелости гонад кефали в августе 2012 г.

На основании межгодового анализа был сделан вывод о том, что в годы раннего начала размножения пик нереста был в августе, а более поздние сроки смещали массовое икрометание на сентябрь.

Ряд учёных (Васнецов (1953), Никольский (1974)) связывали растянутый нерест со стабильностью пополнения, т.к. благодаря этому ослабляется

напряженность пищевых отношений на первых этапах развития. Следовательно, опираясь на полученные данные, наблюдаемая длительность сроков размножения производителей положительно влияла на дальнейший рост и выживаемость молоди кефали.

По мнению А.И. Хорошко (1982) масштабы воспроизводства популяции кефали в большей степени связаны с уровнем популяционной плодовитости, которая, в свою очередь, тесно сопряжена с размерно-возрастной структурой стада производителей.

Численность половозрелых самок сингиля в 2011-2020 гг. колебалась от 8,2 до 9,5 млн экз. при среднем показателе 8,8 млн экз. В нересте участвовали самки с высокими линейно-весовыми характеристиками и плодовитостью. Абсолютная плодовитость самок варьировала от 956 до 2321 тыс. шт. икринок, составляя в среднем 1465 тыс. икринок.

Количество выметываемых самками икринок за время нерестовых кампаний изменялось от 1,23 до $1,38 \cdot 10^{13}$ шт. икринок (в среднем $1,30 \cdot 10^{13}$ шт. икринок). За рассматриваемый период выживание от оплодотворенной икры составляло 0,00071-0,00082 % при среднем показателе 0,00078 %.

В течение десяти лет численность формирующихся поколений менялась в пределах от 97,7 до 105,4 млн экз. Среднее количество сеголетков кефали составляло 100,7 млн экз. (таблица 8).

Таблица 8 – Показатели воспроизводства кефали в 2011-2020 гг.

Годы	Численность самок, млн экз.	Общее кол-во выметанных икринок, $\cdot 10^{13}$ шт.	Показатель выживания, %	Численность сеголетков, млн экз.
2011	9,2	$1,32 \cdot 10^{13}$	0,00080	105,4
2012	9,5	$1,38 \cdot 10^{13}$	0,00071	97,7
2013	9,3	$1,37 \cdot 10^{13}$	0,00074	101,2
2014	8,8	$1,27 \cdot 10^{13}$	0,00079	100,3
2015	8,9	$1,29 \cdot 10^{13}$	0,00079	101,9

Продолжение таблицы 8

2016	8,3	$1,29 \cdot 10^{13}$	0,00076	98,0
2017	8,4	$1,26 \cdot 10^{13}$	0,00079	99,5
2018	8,2	$1,25 \cdot 10^{13}$	0,00080	100,3
2019	8,5	$1,23 \cdot 10^{13}$	0,00082	101,0
2020	9,2	$1,34 \cdot 10^{13}$	0,00076	102,0
Ср. 2011-2020	8,8	$1,30 \cdot 10^{13}$	0,00078	100,7

Рассматривая изменения эффективности естественного воспроизводства кефали с 2011 по 2020 гг. было установлено, что наиболее многочисленная генерация сформировалась в 2011 г. Среднеурожайными являлись поколения 2013, 2014, 2015, 2018 2019, 2020 гг. исследований. По численности им уступали генерации 2012, 2016, 2017 гг. (рисунок 71).

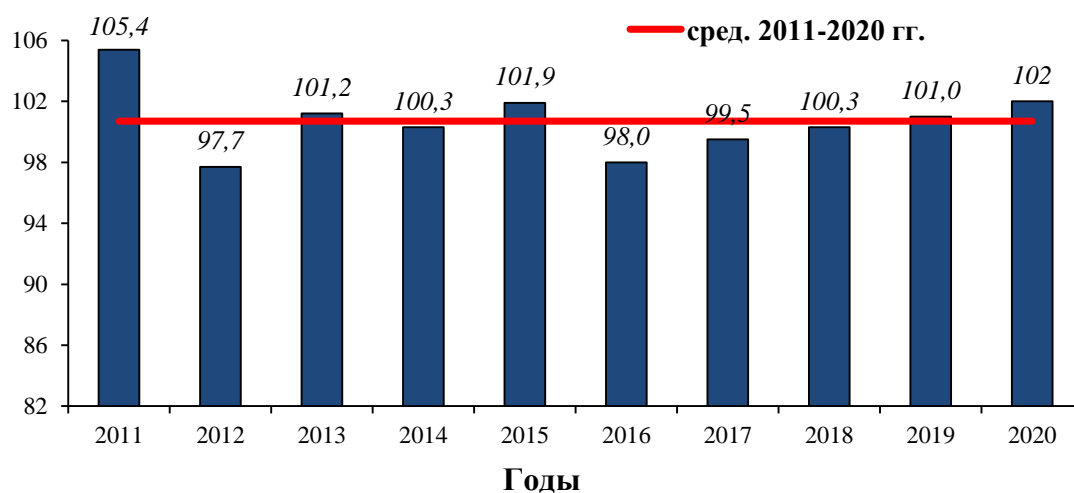


Рис. 71 Динамика численности сеголетков кефали

Таким образом, на протяжении всего периода исследований эффективность воспроизводства кефали определялась суммарным действием как благоприятных (ранние и продолжительные сроки нереста, высокая популяционная плодовитость), так и неблагоприятных факторов (низкая выживаемость от икры до этапа сеголетка).

Как указывал Г.В. Никольский (1974) колебания урожайности поколений (флюктуации) являются приспособлением к лабильной обеспеченности пищей, благодаря которому при благоприятных условиях численность рыб быстро увеличивается. Связь численности и биомассы родительского стада и потомства носит закономерный характер. В сложившихся условиях уровень воспроизводства и высокая репродуктивная способность рыб являлись основой стабильного состояния популяции сингиля в многолетнем аспекте.

3.7 Динамика запасов кефали в западной части Каспийского моря

Обширный район западной части Каспийского моря ежегодно используются кефалью в качестве нерестового и нагульного ареалов. Данная биологическая особенность позволяет оценивать численность производителей и использовать полученный материал для расчёта промыслового запаса согласно «Методикам оценки запасов, определения ОДУ и возможного вылова водных биоресурсов Каспийского бассейна с целью управления рыболовством» (2011).

Определение величины запаса кефали осуществлялось методом площадей, модифицированным для пассивных орудий лова, в основе которого заложены данные по коэффициенту уловистости, вероятности попадания и скорости движения рыб (Кушнаренко, 2003). Подобная оценка численности, основанная на прямом учёте, зарекомендовала себя в ихтиологии и используется для определения запасов многих видов рыб.

Площадь облова исследовательским порядком сетей рассчитывалась по уравнению:

$$s = Vt(2h + 3,14 Vt), \text{ исходя из следующих параметров:}$$

V – радиальная скорость блуждания рыбы;

t – время лова;

h – длина сети.

Численность кефали определялась по формуле:

$$N = \frac{C_s S_{СК}}{sK_y}, \text{ на основании данных:}$$

C_s - количество выловленной рыбы;

$S_{СК}$ – площадь распределения в российской части Каспийского моря

K_y - коэффициент уловистости орудия лова.

По расчётным данным численность промысловой части популяции кефали в период 2011-2020 гг. колебалась в пределах от 10,64 до 11,93 млн экз., составляя в среднем 11,29 млн экз. В зависимости от средней навески особей биомасса промыслового запаса варьировала от 9,7 до 10,77 тыс. т при средней величине 10,22 тыс. т (таблица 9).

Таблица 9 - Динамика численности и биомассы промыслового запаса кефали в западной части Каспийского моря

Годы	Численность, млн экз.	Биомасса, тыс. т
2011	11,25	10,60
2012	11,10	10,77
2013	10,64	10,21
2014	11,07	10,18
2015	11,13	9,91
2016	11,71	10,07
2017	11,02	9,70
2018	11,08	9,97
2019	11,92	10,01
2020	11,93	10,73
Ср. 2011-2020	11,29	10,22

Промысловый ресурс кефали в многолетнем аспекте стабилен и недоиспользуется промыслом, что позволило взять за основу рекомендованное изъятие исходя из среднего возраста полового созревания (Малкин, 1999). Найденный показатель (30%) был откорректирован в соответствии с правилом регулирования промысла предполагающим нахождение биологических ориентиров. Объём рекомендованного вылова кефали рассчитывали, руководствуясь концепцией «предосторожного подхода» (Бабаян, 2000, 2004,

2006).

Для регулирования промысла кефали установление биологических ориентиров производилось экспертным путём. Граничным значением биомассы (B_{lim}) была выбрана величина нерестового запаса 2,5 тыс. т, определённая В. Марти (1939) методом Г. Н. Монастырского (1938) спустя 4 года после завершения вселения кефали в Каспийском море. Целевым ориентиром (B_{max}) был принят максимальный показатель биомассы за период с 2003 по 2020 гг., составивший 11,5 тыс. т.

Прогноз и установление величины рекомендованного вылова осуществляются заблаговременностью в 2 года. Так, например, в 2020 г. была определена прогнозная биомасса нерестового запаса кефали на 2022 г. (B_{2022}) - 10,0 тыс. т. Рекомендованный коэффициент промыслового изъятия на 2022 г. рассчитывался, исходя из вышеперечисленных параметров:

$$\phi_{rec} = \frac{(B_{2022} - B_{lim}) \cdot 0,3}{B_{max} - B_{lim}} = \frac{(10,0 - 2,5) \cdot 0,3}{11,5 - 2,5} = 0,25$$

На рисунке 72 графически представлена «биологически безопасная» рекомендованная величина промыслового изъятия при установленных значениях граничной и целевой биомассы нерестового запаса кефали.

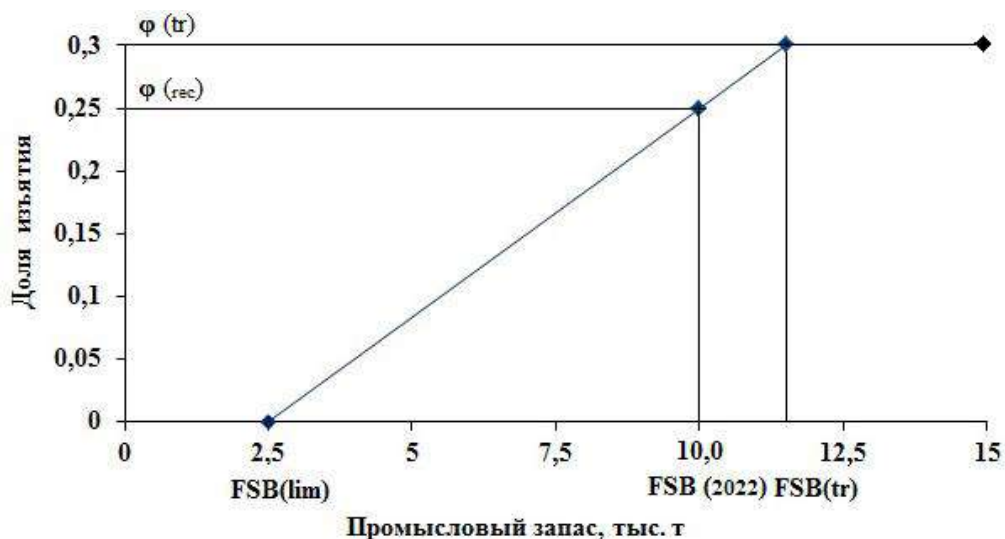


Рис. 72 Оценка рекомендованной доли промыслового изъятия кефали

С учётом предосторожного подхода рекомендованный вылов кефали на 2022 г. установлен в объёме 25 % от прогнозируемого запаса, что составляет 2,5 тыс. т.

Так как биомасса промыслового запаса в многолетнем аспекте стабильна, в 2017-2020 гг. рекомендованная величина вылова оставалась на уровне 2,5 тыс. т (рисунок 73).

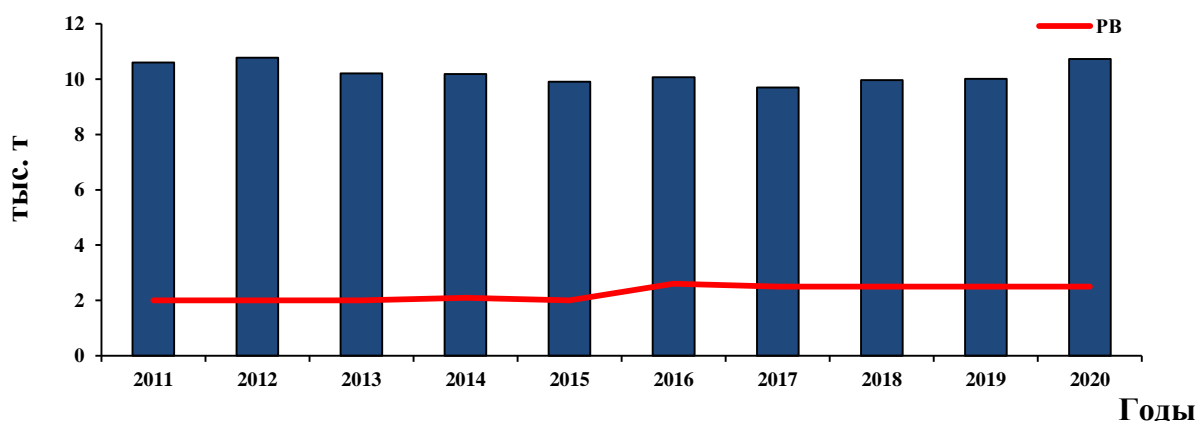


Рис. 73 Динамика запаса кефали и рекомендованной величины вылова

В настоящее время биомасса промысловой части популяции кефали находится в зоне восстановления запаса $B_{lim} < B_{2020} < B_{tr..}$. При этом стратегия управления существующим запасом кефали предусматривает, что при соблюдении режима промысла биомасса популяции не выйдет за пределы граничного ориентира.

3.8 Российский промысел кефали на Каспии в настоящее время

Комплекс различных факторов в итоге определяет величину промыслового запаса. В настоящее время все чаще говорят о снижении запасов многих видов промысловых рыб. Поэтому, возникает интерес, связанный с особенностями современного промысла кефали.

Промысел кефалевых рыб в Каспийском море всегда отличался низким уровнем интенсивности и слабой организацией, в связи с чем, их запасы в значительной мере недоиспользовались.

В настоящее время российский промысел кефали сосредоточен в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне на дагестанском побережье Каспийского моря (рисунок 74).

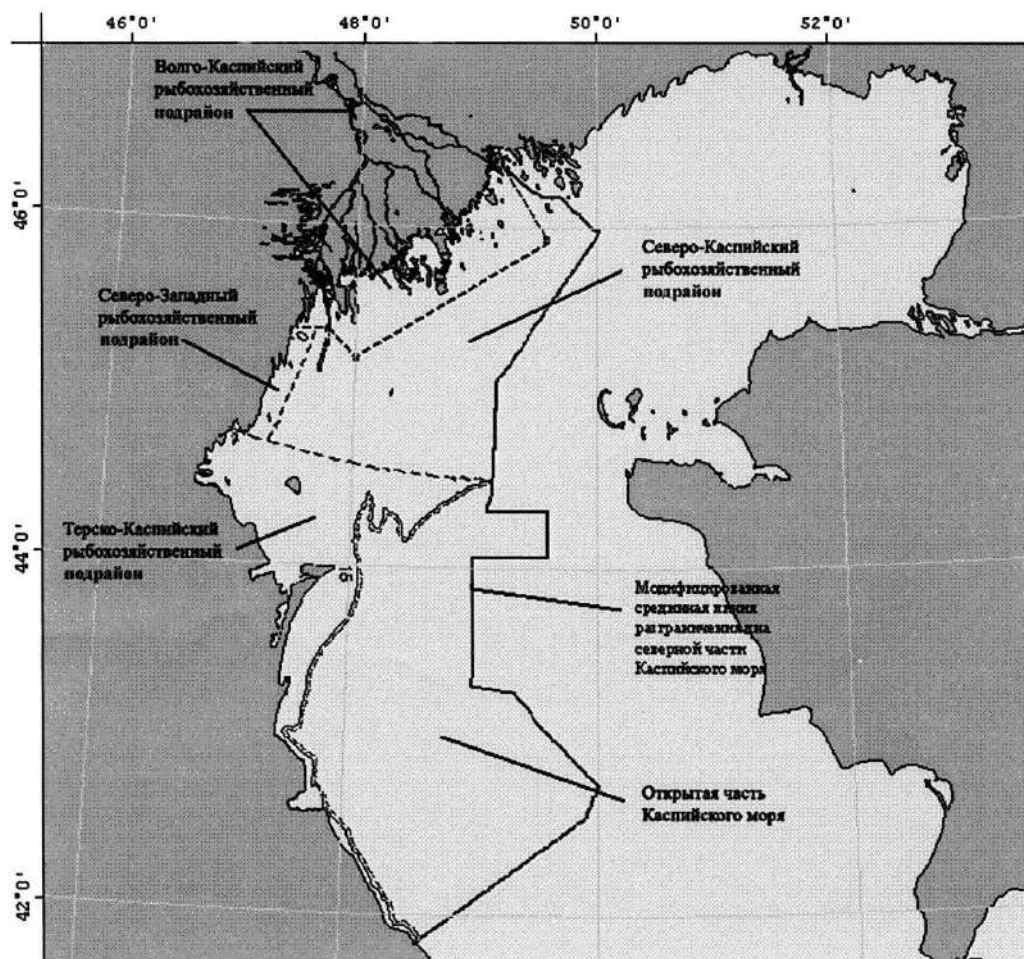


Рис. 74 Схема раздела Каспийского моря на рыбохозяйственные подрайоны

Начиная с 2015 г., приказом Минсельхоза РФ сроки промысла кефали были продлены на месяц и согласно действующим Правилам рыболовства лов разрешён с 20 июня по 31 октября. Промысел осуществляется ставными сетями с ячеей 40-50 мм; двустенными сетями с ячеей в частике 40-50 мм, в режи – 300 мм; обкидными двустенными сетями с ячеей в частике 40-50 мм, в режи – 300 мм.

За период с 2011 по 2020 гг. промысловые уловы кефали изменялись в пределах от 257,1 до 1022,9 т. Средняя величина вылова составляла 661,4 т. (рисунок 75).

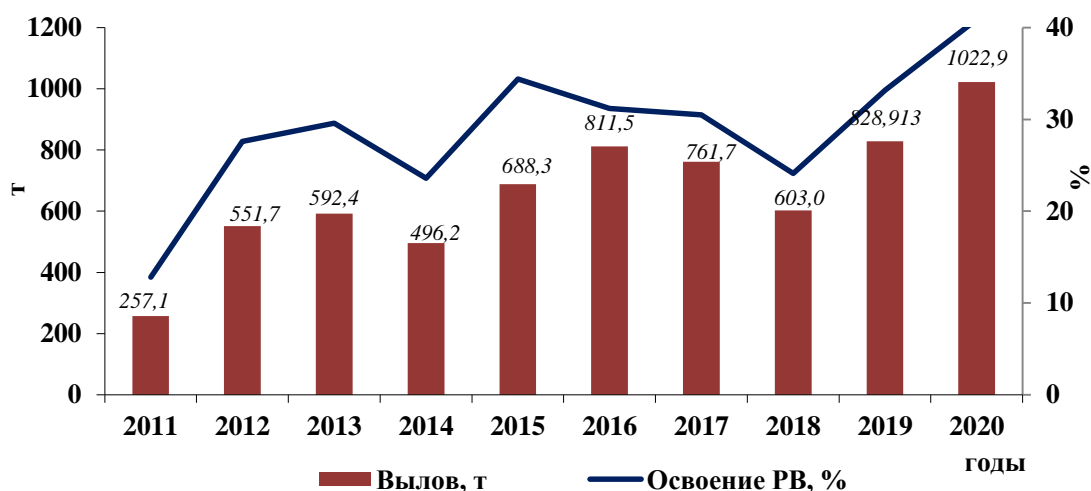


Рис. 75 Динамика вылова кефали в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне

Низкий уровень добычи кефали в 2011 г. (257,1 т) был обусловлен организационными проблемами. Поздние сроки выдачи разрешения на лов, привели к сокращению количества рыбодобывающих предприятий осваивающих квоту. 20 июня к промыслу приступило лишь 7 предприятий. С августа количество пользователей квоты возросло до 21 ед., но активный лов осуществляли лишь 12 из них. Кроме того, небольшие рыболовецкие суда, не снабженные холодильным оборудованием, не имели возможности сбывать улов прямо в море, перегружая выловленную рыбу на специализированное, оборудованное рефрижераторами судно.

В 2012 г. промышленный вылов кефали составил 551,7 т, что в 2,2 раза выше показателя 2011 гг. Промысел осуществлялся в течение 54 рабочих дней, что дольше, чем в предыдущем году (52). Возросло также количество сетей на лову: 402 против 390 ед. Наблюдалось увеличение пользователей квоты по кефали. В июне к промыслу приступило 6 предприятий, с середины июля количество осваивающих квоту предприятий возросло втрое. Всего в промысле участвовало 37 предприятий.

Вылов кефали 2013 г. превысил показатель 2012 г. лишь на 40,7 т и составил 592,4 т. Количество дней на промысле увеличилось до 57, но отмечалось сокращение числа задействованных рыбаков с 748 до 732 чел. Некоторые предприятия, получившие разрешение, к лову не приступили. Активным промыслом кефали (улов более 3 т) занималось лишь 23 предприятия.

В 2014 г. сократилось количество применяемых обкидных сетей (с 59 до 42 ед.) и возросло – ставных сетей (с 331 до 354 ед.). Несмотря на более длительный период промысла (59 рабочих дней) вылов кефали относительно 2013 г. снизился на 96 т, составив 496,2 т

Улов кефали 2015 г. (688,3 т) был выше величины 2014 г. в 1,4 раза. Увеличение промыслового изъятия было связано, прежде всего, с продлением сроков промысла до конца октября. Количество рабочих дней достигло 76 суток. Одновременно возросло общее число орудий лова с 396 до 409 ед. (ставных и обкидных сетей), что способствовало увеличению освоения рекомендованного вылова по кефали.

В 2016 г. лов осуществлялся на протяжении 72 суток. Аналогично предыдущим годам промысла максимальные уловы кефали наблюдались в сентябре. Наряду с увеличением числа рыбодобывающих организаций возросло количество применяемых ставных и обкидных сетей до 374 и 52 ед. соответственно. Это положительно отразилось на общей величине вылова - 811,5 т (рисунок 76).

В 2017 г. было добыто 761,7 т кефали. Это на 49,8 т ниже, чем в 2016 г. Общее количество орудий лова уменьшилось на 14 ед. по сравнению с предыдущим годом. Продолжительность промысла сократилась до 68 суток в связи с простоем в период аномально высокой температуры воздуха. В июне лов проводили лишь 8 предприятий. Рост числа промышленных организаций произошёл только в августе, когда их количество достигло 31.

Вылов 2018 г. (603,0 т) уступал показателям 2015-2017 гг. Присутствовало много отрицательных воздействий на промысел.



Рис. 76 Промысловые уловы кефали

Лов в связи с погодными условиями осуществлялся в течение 63 дней. Количество применяемых ставных сетей сократилось (с 366 до 254 ед.), количество обкидных сетей возросло (с 46 до 49 ед.). Средние показатели уловов на усилие снизились.

В 2019 г. промысел кефали проходил в течение 70 рабочих дней. На лову было задействовано 32 ед. предприятий. Возросло количество применяемых ставных сетей. Рассматриваемые положительные факторы, повлияли на увеличение вылова до 828,913 т.

Лов в кефали в 2020 г. начался 24 июня и осуществлялся на протяжении 67 суток. Относительно предыдущего года отмечалось увеличение числа орудий лова: ставных сетей - с 296 до 321 ед., обкидных сетей - с 47 до 50 ед. Уловы на усилие достигли максимальных показателей за десятилетний период промысла (таблица 10).

Таблица 10 - Характеристика российского промысла кефали в 2011-2020 гг.

Показатели	Годы промысла									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Кол-во рабочих дней	52	54	57	59	76	72	68	63	70	67
Кол-во сетей:										
ставные	318	347	331	354	361	374	366	254	296	321
обкидные	72	55	59	42	48	52	46	49	47	50
Улов став. сетей, кг/сеть/сут.	6,3	10,5	9,0	8,9	9,7	10,9	10,6	9,4	13,4	18,3
Улов обкид. сетей кг/сеть/сут.	37,4	119,5	125,5	127,0	118,0	134,7	159,1	146,8	167,6	187,8

Величина рекомендованного вылова кефали в 2011-2020 гг. была определена в объёме 2,0-2,6 тыс. т. Самая низкая доля изъятия от установленной величины вылова (12,8 %) была в 2011 г. Последовавший затем рост уловов отразился на освоении запасов, которое увеличилось вдвое, составив в 2012-2014 гг. 23,6-29,6 % (таблица 11).

Таблица 11 - Динамика освоения рекомендованного вылова кефали

Годы	РВ, тыс. т	Годовой вылов, т	Освоение, %
2011	2,0	257,105	12,8
2012	2,0	551,669	27,6
2013	2,0	592,402	29,6
2014	2,1	496,184	23,6
2015	2,0	688,254	34,4
2016	2,6	811,531	31,2
2017	2,5	761,711	30,5
2018	2,5	603,043	24,1
2019	2,5	828,913	33,2
2020	2,5	1022,868	40,2
Ср. 2011-2020 гг.	2,3	661,368	28,7

В 2015-2017 гг. доля освоения превысила 30 %. В 2015 г. изъятие составило 34,4 % от рекомендованной величины; в 2016 г. – 31,2 %; в 2017 г. – 30,5 %. Освоение запасов в 2018 г. (24,1 %) было ниже, чем в предшествующие три года.

В 2019 г. интенсивность промысла кефали возросла, было выловлено 33,2 % от рекомендованной величины. 2020 г. был наиболее результативным в отношении добычи, что позволило довести освоение рекомендованной величины до 40,2 %

Таким образом, промысловый ресурс кефали в настоящее время недоиспользуется промыслом. Величина освоения рекомендованного вылова составляет в среднем около 30 % и зависит от гидрометеоусловий, количества предприятий, задействованных на промысле и др. организационных моментов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Искусственное вселение кефалей в Каспийское море осуществлялось с начала прошлого века. Кефаль прижилась и прочно вошла в состав ихтиофауны. Здесь на протяжении более 80 лет функционирует популяция сингиля, при этом отсутствуют какие-либо сведения об его отрицательном влиянии на другие виды, населяющие данный водоем (Адуева, 2012).

По нашим данным сингиль в апреле устремляется из южной части моря в Средний и Северный Каспий (нагульная миграция), а в ноябре отходит в обратном направлении (предзимовальная миграция). В пределах российской акватории Каспийского моря промысловые скопления этого вида формируются преимущественно в районе дагестанского побережья. Распространение взрослых рыб и молоди совпадает, при этом границы ареала ежегодно меняются под влиянием абиотических (гидролого-гидрохимический режим моря) и биотических (кормовая база) факторов среды.

Для каспийской популяции кефали на протяжении всего периода её существования характерно преобладание самок (Пробатов, Терещенко, 1951; Аванесов, 1973; Хорошко, 1982). В настоящее время доля самок - от 71 до 87 %. Промысловое стадо сингиля насчитывает девять генераций от двух до десяти лет при доминировании четырёх-пятигодовиков. Длинный возрастной ряд со значительным количеством рыб среднего возраста свидетельствует о стабильном равновесном состоянии популяции.

Динамика численности разных поколений рыб связана с различными факторами, основными среди которых являются гидрографические и экологические факторы; кормовая база; выедание хищниками икры; а также разнокачественность протекания онтогенеза (Архипов, 2013; Кузнецов и др. 2009). У рыб, как и у других живых организмов, во время индивидуального развития одновременно с интенсивным ростом индивидуума происходят качественные и количественные изменения, возникают новые связи с окружающей средой (Присный, 2011).

Мы видим, что в процессе онтогенеза у кефали идёт морфологическая перестройка всех систем органов. В строении органов чувств отмечаются следующие изменения: глаза приобретают признаки дефинитивного строения. Возрастает значение обоняния - увеличивается количество складок обонятельного эпителия и размер слуховых лабиринтов. Снижение роли зрительной сигнализации связано с постепенным переходом от планктонного (у молоди) на детритный тип питания (у взрослых рыб). Со сменой кормовых объектов кефали в пищеварительной системе наблюдается увеличение количества трубчатых желез в слизистой оболочке желудка, утолщение мышечной оболочки и развитие слепых выростов - пилорических придатков.

Совершенствование нервной системы кефали происходит на фоне дифференциации отделов головного мозга, увеличения доли белого вещества с одновременным уменьшением мозговых полостей и доли серого вещества. Значительное развитие получает мозжечок, что связано с развитием двигательной активности молоди.

В дыхательной системе по мере роста молоди увеличивается длина жаберных филламентов и количество ламелл. Эпителиальные выросты, являющиеся провизорными образованиями, наоборот постепенно атрофируются. В сердце развивается миокард. Увеличиваются в размерах главный кроветворный орган - селезёнка и вилочковая железа (тимус).

Выделительная система претерпевает следующие изменения: в пронефросе возрастает доля кроветворной ткани, в мезонефросе - количество элементов выделительной системы. У мальков на этапе F начинает развиваться половая система и впервые обнаруживается небольшой зачаток половой железы.

Как известно, развивающийся организм чутко реагирует не только на естественные факторы (температура, солёность, количество кислорода, скорость течения и др.), но и на присутствие различных веществ антропогенного происхождения (Минеев, 2016).

Токсические вещества, попадая в организм рыб, вызывают нарушение обмена веществ. При этом происходит интоксикация и как результат этого - патоморфологические изменения во внутренних органах (Макеева, 1992). Чем интенсивнее и длительнее воздействие негативных факторов, тем чаще встречаемость особей с патологиями и тем разнообразнее выявленные нарушения.

У разновозрастной молоди кефали (личинок, мальков, сеголетков) в поджелудочной железе отмечаются скопления жировых клеток, что по данным М.П. Кокуричевой (1974) может являться последствием повреждения клеток, вызванного токсинами, нарушением кровообращения.

У рыб при концентрациях токсических веществ, не вызывающих видимых явлений интоксикации, развиваются определённые морфологические перестройки во внутренних органах. Отсутствие клинических признаков отравления при этом можно объяснить явлениями приспособления, компенсации функций организма (Щербаков, 1983).

Тканевые и клеточные изменения у кефали в возрасте 2-9 лет свидетельствуют о структурно-функциональных перестройках адаптивного характера. Это наблюдаемые у рыб в пищеварительном тракте, жаберном аппарате и железах микроциркуляторные расстройства, нарушения строения, жировая дистрофия, а также некротические явления.

Изучение процессов размножения кефали в Каспийском море показывает, что созревание гонад у самок сопровождается резорбцией части ооцитов, что вероятно задерживает нерест и при других неблагоприятных факторах снижает репродуктивный потенциал популяции.

Уровень естественного воспроизводства кефали, как отмечает А.И. Хорошко (1982), определяется популяционной плодовитостью самок, которая, в свою очередь связана с размерно-возрастным составом производителей. Следовательно, участие в размножении самок с высокими биологическими показателями и плодовитостью увеличивает репродуктивные возможности популяции.

Нерестовый ареал кефали охватывает не только приглубую морскую часть, но и мелководные участки Каспия, что подтверждается присутствием в уловах производителей с IV и V стадиями зрелости гонад, а в ихтиопланктонных пробах ранней молоди.

Сроки нереста сингиля варьируют по годам в зависимости от наступления нерестовых температур. Ранний и растянутый по времени период размножения способствует повышению жизнестойкости молоди, лучшему обеспечению её кормовыми ресурсами и соответственно формированию более многочисленного поколения.

Величина промыслового запаса кефали в многолетнем аспекте стабильна, что подтверждается позитивной динамикой уловов на усилие. С учётом предосторожного подхода, предполагающего гуманный принцип ведения промысла, величина рекомендованного вылова в ближайшие годы составляет 2,5 тыс т.

Существующий российский промысел кефали базируется на эксплуатации старших возрастных групп. Применяемые орудия лова с селективным отбором рыб промыслового размера не наносят ущерб неполовозрелой части популяции кефали и другим видам. При использовании ставных сетей в уловах встречаются только полупроходные рыбы, прилов которых минимален. Специализированный поисковый промысел обкидными сетями полностью исключает изъятие из водоёма других гидробионтов кроме кефали.

Проблемы организационного характера тормозят развитие промысла, поэтому объём вылова составляет в среднем 661,4 т при рекомендованной величине - 2,5 тыс. т. Это свидетельствует о недоиспользовании имеющихся резервов и отсутствии какого-либо выраженного влияния добычи на запасы кефали.

Совокупность полученных данных указывает в целом на удовлетворительное состояние популяции сингиля, что открывает перспективы

интенсификации лова и достижения промыслом биологически обоснованной величины.

Сохранение популяции сингиля в Каспийском море на существующем уровне возможно при правильной эксплуатации его запасов, кроме того регулярное проведение мониторинговых исследований на различных уровнях несомненно позволит отслеживать ситуацию и будет способствовать своевременному реагированию для принятия мер по стабилизации состояния запасов этого вида.

ВЫВОДЫ

1. Выявлено, что во время ежегодной миграции кефаль образует многочисленные скопления на акватории, прилегающей к сулакскому и крайновскому побережьям, вблизи Аграханского п-ова, о.о. Чечень и Тюлений. На мелководной северокаспийской акватории присутствуют разреженные концентрации. Ареал молоди совпадает с распределением взрослых рыб.

2. Установлено, что средние линейно-весовые характеристики сингиля составляют 38,7 см и 0,91 кг. Доля самок в уловах - 78 %. Промысловая часть популяции насчитывает девять возрастных генераций рыб от 2 до 10 лет со средним показателем 5,9 лет.

3. По результатам гистологического анализа у личинок кефали в возрасте около 10 суток (L_{cp} -7 мм) хорошо развита нервная система и органы чувств, что указывает на адаптацию рыб к активному образу жизни. Интенсивно формируются дыхательная, сердечно-сосудистая, выделительная и пищеварительная системы.

4. У мальков кефали идёт постепенное усложнение всех систем организма. Наиболее заметные изменения характерны для половой, дыхательной и пищеварительной систем. Впервые зачаток половых желез зафиксирован у мальков в возрасте около 30 суток (L_{cp} -11 мм). Зачаток половых желёз содержит крупные первичные половые клетки – гоноциты. У 40-суточных рыб (L_{cp} – 18 мм) зачаток увеличивается в размерах, кроме гоноцитов присутствуют опорные клетки, гонии первого и последующего порядков.

5. Отмечено, что дифференциация жаберного аппарата шла по пути интенсификации процессов дыхания и сопровождалась интенсивным приростом филламентов и ламелл у разновозрастной молоди (30 сут. и 50 сут.) в соотношении 1:1,5; что связано с увеличением их потребности в кислороде.

Заметное усложнение организации пищеварительной системы рыб, сопровождающееся появлением пилорических придатков (4 шт.) обнаружено у

сеголетков в возрасте около 50 суток ($L - 21$ мм), что связано с реализацией пищеварительных функций организма по достижении этого возраста.

6. Выявлены морфофункциональные расстройства различной степени проявления у кефали разного возраста, проявляющиеся в виде нарушений строения жабр (разрастание многослойного неороговевающего эпителия филламентов, разрастание однослойного дыхательного эпителия ламелл, атрофия ламелл: некроз); пролиферративные нарушения каемчатого эпителия кишечных ворсинок; жировой гепатоз (1 стадия) и некроз клеток печени; некротические изменения поджелудочной железы; резорбция ооцитов в гонадах самок.

7. Замечено, что для кефали характерен растянутый период размножения (с июня – июля до сентября – октября). В нересте участвуют самки, абсолютная плодовитость которых в среднем 1465 тыс. икринок. Средняя величина поколений 2011-2020 гг. рождения - 100,7 млн. экз. Наиболее мощные по урожайности 2011, 2015 и 2020 гг.

8. Определены промысловые запасы кефали в западной части Каспийского моря (российская акватория), составившие в среднем за десятилетний период исследований 11,29 млн экз. общей биомассой 10,22 тыс. т. Руководствуясь предосторожным подходом, обоснована рекомендованная величина вылова – 2,5 тыс. т.

9. На основании совокупности полученных данных сделан вывод о том, что в Каспийском море у российского промысла имеется значительный резерв для интенсификации лова кефали. Средний показатель вылова составляет 661,4 т, при этом на освоение приходится около 30 % от рекомендованной величины.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

В настоящее рекомендованная величина вылова кефали установлена в объёме 2,5 тыс. т. Промышленное освоение по ряду причин составляет около 30 %. В условиях низкой интенсивности промысла кефали, реализация предложений по рациональному использованию запаса кефали будет способствовать освоению рекомендованного вылова в полном объёме.

С целью повышения эффективности промысла предлагаются следующие практические рекомендации:

- совершенствование организации промысла кефали: своевременный выход рыбодобывающих предприятий на промысел, приём рыбы непосредственно в районе лова, постоянный рынок сбыта рыбной продукции;

- расширение промысловых зон, включая Северо-Каспийский рыбохозяйственный подрайон. Наряду с традиционными районами лова возможно освоение новых перспективных участков промысла вблизи банок Кулалинская и Средняя Жемчужная;

- привлечение килечного флота в качестве жилых, добывающих, приёмных, транспортных единиц для охвата отдалённых районов промысла и увеличения сроков пребывания в местах ведения активного лова;

- наращивание лова обкидными сетями (до 100 ед.) в активном режиме поиска, что позволит повысить его селективность и эффективность;

- усиление действенности контроля за незаконным, несообщаемым, нерегулируемым (ННН) промыслом.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшая разработка темы перспективна, как в научном, так и в практическом отношении.

Значительный интерес представляет вопрос, связанный с изучением влияния отдельных факторов среды на показатели, характеризующие состояние популяции сингиля в современных условиях Каспийского моря. Кроме того, необходимо регулярное проведение мониторинговых исследований показателей популяции на различных уровнях, что, несомненно, позволит отслеживать ситуацию и будет способствовать своевременному реагированию для принятия мер по стабилизации состояния запасов этого вида.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВАК – Высшая аттестационная комиссия

КаспНИРХ – Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства

НИС – научно-исследовательское судно

ПБА – полный биологический анализ

РВ – рекомендованный вылов

РФ – Российская Федерация

ФГБНУ «ВНИРО» - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

ФГБОУ ВО «АГТУ» - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный технический университет»

FSB – биомасса популяции в пределах промыслового района, для которого устанавливаются единые правила регулирования промысла (ПРП)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аванесов, Э.М. Некоторые данные по биологии и промыслу кефалей в Южном Каспии / Э.М. Аванесов // Тр. Азербайджанского отделения ЦНИОРХ. – Баку, 1972. – Т. 7. – С. 5-11.
2. Аванесов, Э.М. Современные условия размножения кефалей (род *Mugil*) в Каспийском море / Э.М. Аванесов // Вопросы ихтиологии. – 1972. – Т.12. - Вып. 3. – С. 464-470.
3. Аванесов, Э.М. Современное состояние естественного воспроизводства и использование запасов кефалей в Каспийском море: автореф. дис. ...канд. биол. наук. / Эдуард Матевосович Аванесов. - Баку, 1974. - 32 с.
4. Адуева, Д.Р. Биологическая адаптация черноморских кефалей в условиях Каспийского моря / Д.Р. Адуева, М.М. Шихшабеков, Г.Ш. Гаджимурадов // Материалы межд. научно-практ. конференции, посвященной 65-летию Победы в ВОВ «Современные проблемы и перспективы развития аграрной науки». – Махачкала, 2010. - С.197-199.
5. Адуева, Д.Р. Сравнительная биология каспийской и черноморской популяций кефалей / Д.Р. Адуева, М.М. Шихшабеков // Материалы международной конф., посвящ. 80-летию Дагестанского гос. университета. Выпуск VI. - Махачкала, 2011. - С. 102-104.
6. Адуева, Д.Р. Сезонная динамика зрелости гонад кефалей Каспийского моря / Д.Р. Адуева // Естественные науки, 2012. - №1. - С. 16-20.
7. Адуева, Д.Р., Морфофизиологические особенности кефалей рода *Liza* из бассейнов Каспийского и Красного морей / Д.Р. Адуева, В.Н. Крючков, А.М. Аль-Бурай // Естественные науки. – 2012. - №2 (39). - С. 118-122.
8. Адуева, Д.Р. Структура нерестовой популяции и репродукционный потенциал кефалей Каспийского моря: автореф. дис. ...канд. биол. наук / Джумай Рабаданкадиевна Адуева - Астрахань, 2012. - 23 с.

9. Адуева, Д.Р. Структура нерестовой популяции и репродукционный потенциал кефалей в Среднем Каспии / Е.М. Алиева, П.С. Таилов // Журнал "Юг России: экология, развитие" т.7, №2, 2012. - 26-37.
10. Азизова, Н.А. Система промысловых рыб / Н.А. Азизова, П.А. Моисеев. – М.: ВНИРО, 1996. - 32 с.
11. Алиева, Е.М. Промысловые уловы и запас кефали в Каспийском море / Е.М. Алиева, З.Н. Абдуллаева, З.С. Мирзаханова, Р.С. Лабаев // Материалы Национальной научно-практической конференции (с международным участием) «Состояние и перспективы научно-технологического развития рыбохозяйственного комплекса». – Изд-во: Дагестанский госуд. аграрный университет им. М.М. Джамбулатова, 2019. – С.16-23.
12. Алексеев, Ф.Е. Определение стадий зрелости гонад и изучение половых циклов, плодовитости, продукции икры и темпа полового созревания у морских промысловых рыб. Методическое пособие. / Ф.Е. Алексеев, Е.И. Алексеева. // Труды АтлантНИРО. – Калининград, 1996. – 75 с.
13. Алтуфьев, Ю.В. Печень каспийских осетровых в условиях антропогенного загрязнения среды / Ю.В. Алтуфьев // Экологические и морфофункциональные основы адаптации гидробионтов: тез. докл. симпозиума, посвященного 90-летию со дня рождения проф. Н. Л. Гербильского. - Л., 1990. - С. 3-5.
14. Амплеева, А.В. Гистопатологические особенности строения мезонефроса и жабр некоторых видов рыб в современных экологических условиях Волго-Каспийского бассейна / А.В. Амплеева, С.В. Хвостова, О.В. Ложниченко // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 11. – С. 84-86.
15. Андрияшев, А.П. Роль глоточного аппарата кефали. Сборник памяти академика С. А. Зернова, изд. АН СССР. / А.П. Андрияшев. – М.— Л., 1948. – С. 48-51.
16. Апекин, В.С., Цитоморфологические изменения яичников сингиля (*Mugil auratus* Risso) в период размножения / В.С. Апекин, Н.И. Куликова, Г.А. Вальтер // Труды ВНИРО. – 1976. – Т. 115. - С. 24-33.

17. Аронович, Т.М. Об инкубации икры и выращивании личинок кефали-сингиля (*Mugil auratus* Risso) / Т.М. Аронович // Тр. ВНИРО. – 1976 -Т. 115. - С. 46-50.
18. Архипов, А.Г. Использование результатов изучения раннего онтогенеза морских рыб в рыбохозяйственной деятельности / А.Г. Архипов // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. – 2013. - №3. - С.9-19.
19. Ахмедов, М.Р. Состояние запасов кефалей и перспективы их использования у дагестанского побережья Каспия / М.Р. Ахмедов // Материалы Международ. конф. «Рыбохозяйственная наука на Каспии: задачи и перспективы (15-18 июля 2003 г.). – Астрахань, 2003. – С. 46-49.
20. Бабаян, К.Е. Каспийская кефаль / К.Е. Бабаян // Зоологический журнал. – 1957. - Т. XXXVI. - Вып. 10. - С. 1505-1513.
21. Бабаян, К.Е., Новые данные по биологии кефалей и перспективы развития кефалеводства в СССР / К.Е. Бабаян, Ю.П. Зайцев // Зоологический журнал. – 1964. - Т. 43. - Вып. 9. - С. 864-866.
22. Бабаян, К.Е. Кефали. Биология, способы лова и выращивания / К.Е. Бабаян. - М.: Пищ. пром, 1965. - 130 с.;
23. Бабаян, В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): Анализ и рекомендации по применению / В.К. Бабаян – М.: изд-во ВНИРО, 2000. – 192 с.
24. Бабаян, В.К. Альтернативные методы оценки рекомендуемой интенсивности промысла при расчете ОДУ / В.К. Бабаян // Рыбное хозяйство. – 2004. - № 4. – С. 18-20.
25. Бабаян, В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ) / В.К. Бабаян – Москва: изд-во ВНИРО, 2006. - С. 45-46.
26. Баклашова, Г. А. Ихтиология. / Г.А. Баклашова. - М.: Пищевая промышленность, 1980. - 296 с.
27. Баранов, Ф.И. Избранные труды т.3. Теория рыболовства / Ф.И. Баранов - М.: Пищ. пром., 1971. - 304 с.

28. Бархалов, Р.М. Современное состояние кефалей рода *Liza* (Jordan et Swain, 1884) в северной части дагестанского побережья Каспия / Р.М. Бархалов, З.Р. Рабаданадиев // Труды государственного природного заповедника «Дагестанский». – 2016. - № 12. - С. 81-84.
29. Борисенко, А.М. Нерест кефали в северо-западной части Черного моря / А.М. Борисенко // Природа. – 1940. - № 5. - С. 85-86.
30. Бурдак, В. Д. О возрастных изменениях в слизистой желудочно-кишечного тракта кефалей / В. Д. Бурдак. – "ДАН СССР", 1955. – Т. 104. – № 2. – С. 313-317.
31. Булли, Л.И. Изменение некоторых морфологических и биохимических показателей икры кефалей (сем. *Mugilidae*) при снижении солености среды обитания / Л.И. Булли // Рыбное хозяйство. — 2004. — Вып. 63. — С. 29–31.
32. Булли, Л.И. О биологическом качестве икры кефалей Азово-Черноморского бассейна / Л.И. Булли // Вестник КГМУ. - 2020. – Вып. 1. – С. 8-21.
33. Васнецов, В.В. Этапы развития костистых рыб / В.В. Васнецов // Очерки по общим вопросам ихтиологии. - М.—Л., 1953 . – С. 207-217.
34. Велибекова, С.Р. Адаптивные изменения в жаберной ткани рыб, выловленных в водах Кура-Каспийского региона / С.Р. Велибекова, С.И. Микаилова, Э.К. Рустамов / Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: Материалы 2-й научной конференции с участием стран СНГ. - Петрозаводск, 2007. - С. 33.
35. Водяницкий, В.А. Определитель пелагических икринок и личинок рыб Черного моря. / В.А. Водяницкий, И.И. Казанова // Труды ВНИРО. - 1954. - т. XXVIII. – С. 240-320.
36. Волкова, О. В. Основы гистологии с гистологической техникой / О. В. Волкова, Ю.К. Елецкий. – М.: Медицина, 1982. – 304 с.
37. Воробьева, Н.К. Результаты экспериментальных работ по инкубации икры и выращиванию личинок черноморской кефали-сингиля / Н.К. Воробьева, Т.А. Рождественская // Физиология морских рыб. - М.: Пищевая промышленность, 1980. - С. 77-83.

38. Гаврилова, Д.А. Многолетняя динамика уловов и перспективы промысла кефалей в российской части Каспийского моря [Электронный ресурс] / Д.А. Гаврилова, И.В. Волков // Рыбохозяйственные водоемы России: Фундаментальные и прикладные исследования: Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию ГосНИОРХ. – СПб.: ГосНИОРХ, 2014. – С. 216-223.
39. Гаврилова, Д.А. Состояние запаса и промысла кефали в условиях современной экосистемы Каспийского моря / Д.А. Гаврилова // Материалы II-й Всероссийской научной конференции с международным участием «Рыбохозяйственные водоёмы России: фундаментальные и прикладные исследования» (г. Санкт-Петербург, 2-4 апреля 2018 г.). – г. Санкт-Петербург, 2018. – С. 139-144.
40. Гамбарян, С.П. Микродиссекционное исследование почек осетровых рыб (Acipenseridae) бассейна Каспийского моря / С.П. Гамбарян // Вопросы ихтиологии. - 1985. - Т. 25. - Вып. 4. - С. 647-651.
41. Грищенко, Л.И. Структурные изменения в жабрах рыб под воздействием токсических веществ / Л.И. Грищенко // Вторая всесоюзная конференция по рыбохозяйственной токсикологии.- СПб., 1991.- Т. 1. - С. 138 -140.
42. Грушко, М.П. Гистологический анализ тканей внутренних органов сельди-черноспинки *Alosa cessleri cessleri* / М.П. Грушко, А.А. Айтимова, Н.Н. Фёдорова // Изв. ТИНРО. - 2017. - Т. 188. - С. 155-161.
43. Демьянова, Н.И. Морфо-экологические особенности раннего онтогенеза черноморской кефали сингиля *Liza aurata* (Risso) при выращивании в замкнутых системах водоснабжения: автореф. дис. ...канд. биол. наук / Наталья Ивановна Демьянова — М., 1989. — 24 с.
44. Дехник, Т.Е. Размножение кефалей в Черном море / Т.Е. Дехник // Докл. АН СССР. – 1953. - Т.93.- С. 201-204.
45. Дубровина, И.А. Кефаль в Северном Каспии и у Казахского побережья Среднего Каспия / И.А. Дубровина // Тр. ВНИРО. – 1951. - Т. 18. - С. 135-146.

46. Емтыль, М.Х. Рыбы юго-запада России / М.Х. Емтыль, А.М. Иваненко // Учебное пособие. - Краснодар, 2002. - 340 с.
47. Житенев, А.Н., Состояние гонад лобана и остроноса, выходящих из лиманов на нерест и реакция их на гипофизарную инъекцию / А.Н. Житенев, Д.С. Калинин, Ю.И. Абаев // Вопросы ихтиологии. – 1974. - Т. 14. - Вып. 2(85) - С. 264-273.
48. Жук, В.В. Гистологические исследования рыб в Пермском Университете (ПГНИУ, Пермь) / В.В. Жук, Т.А. Гилёва, С.Р. Шагальева, Е.А. Зиновьев // Известия Самарского научного центра Российской Академии Наук. - 2014. - Т. 16. - № 5-1. - С. 533-535.
49. Журавлева, Г.Ф. Адаптация каспийских осетровых к факторам загрязнения внешней среды / Г.Ф. Журавлева, Г.В. Земков // Успехи современного естествознания. - М., 2003. - №10. - С. 36.
50. Зайцев, Ю.П. О распределении и биологии ранних стадий развития кефалей (MUGILIDAE) в Черном море / Ю.П. Зайцев // Вопросы ихтиологии. – 1964. - Т. 4. - Вып. 3. - С. 512-522.
51. Замбриборщ, Ф.С. К гисто-морфологии кишечного канала у кефали/ Ф.С. Замбриборщ // Сборник биологического факультета Одесского государственного университета. – 1953. - т. VI. - С. 118.
52. Земков, Г.В., Характер и степень патоморфологических изменений в организме леща при современных экологических условиях в дельте реки Волги / Г.В. Земков, Н.Н. Федорова, О.Н. Рылина, И.Н. Бедрицкая // Вторая всесоюзная конференция по рыбохозяйственной токсикологии. - СПб., 1991. - Т. 1. - С. 212 - 213.
53. Зенкевич, Л.А. Об акклиматизации в Каспийском море новых кормовых (для рыб) беспозвоночных и теоретические к ним предпосылки / Л.А. Зенкевич // Бюлл. МОИП . - 1940. - Т.49. - Вып. 1. - С. 45-54.
54. Иванов, В.П. Рыбы Каспийского моря / В.П. Иванов, Г.В. Комарова. - Астрахань: АГТУ, 2008. - 223 с.

55. Ильин, Б.С. Кефали: сингиль, остронос, лобан. Промысловые рыбы СССР / Б.С. Ильин. - М.: Пищепромиздат, 1949. – С. 537-542.
56. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания / под общей редакцией Г.А.Судакова. – Астрахань : КаспНИРХ, 2011. – 193 с.
57. Казанчеев, Г.А. Рыбы Каспийского моря / Г.А. Казанчеев. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 166 с.
58. Каниева, Н.А. Влияние каспийской нефти на рыб / Н.А. Каниева, В.И. Воробьев // Астрахань: АГТУ, 2006. - 180 с.
59. Каплин, В.Т. Поведение отдельных фенолов и некоторых соединений нефенольного характера при их определении колориметрическими методами / В.Т. Каплин // Гидрохимические материалы. - 1966. - Т.41. - № 3.- С. 84-103.
60. Кашулин, Н.А. Рыбы пресных вод субарктики как биоиндикаторы техногенного загрязнения / Н.А. Кашулин, А.А. Лукин, П.А. Амундсен. - Апатиты: КНЦ РАН, 1999. - 142 с.
61. Кокуричева, М. П. О применении гистологического изучения органов и тканей рыб в водной токсикологии / М. П. Кокуричева // Влияние пестицидов и нефтепродуктов на водные организмы // Изв. ГосНИОРХ. - 1974. - Т. 98. - С. 112–120.
62. Коблицкая, А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб / А.Ф. Коблицкая. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 208 с.
63. Козлова, Н.В. Воздействие каспийской нефти на ранние этапы развития севрюги / Н.В. Козлова // Вестник АГТУ.– Астрахань: АГТУ, 2007. - №1(36). – С. 174-177.
64. Козлова, Н.В. Некоторые физиолого-биохимические показатели крови каспийских кефалей / Н.В. Козлова, М.А. Барегамян, Ф.И. Никитин, И.А. Маркина // Биологическое разнообразие Кавказа и юга России: материалы XXI Международной научной конференции (г. Магас, Респ. Ингушетия, 15-18 ноября 2019 г.). – Махачкала: ООО «КЕП», 2019. – С. 497-499.

65. Козлова, Н.В. Исследование физиолого-биохимических показателей сингиля (*LIZA AURATA*, *RISSO*) в Каспийском море / Н.В. Козлова, А.В. Дубовская, Е.Г. Макарова, И.А. Маркина, Ф.И. Никитин // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – Астрахань: АГТУ, 2020. - № 3. – С. 125-133
66. Комов, В.Т. Структура и функционирование экосистем кислотных озер / В.Т. Комов // «Наука», 1994. - Т.2. - №6. - С. 3.
67. Костюрин, Н.Н. Современное состояние запасов сингиля в западной части Среднего и Северного Каспия / Н.Н. Костюрин // Комплексный подход к проблеме сохранения и восстановления биоресурсов Каспийского бассейна: матер. докл. междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 13-16 окт. 2008 г.). – Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2008. – С. 109-112.
68. Костюрин, Н.Н. Состояние запасов сингиля в западной части Северного и Среднего Каспия в 2008 г. / Н.Н. Костюрин, П.С. Таибов // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений: Матер. Третьей Междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 13-15 октября 2009 г.). – Астрахань, 2009. – С. 118-121.
69. Костюрин, Н.Н. Состояние запасов кефалей в российском регионе Каспийского моря / Н.Н. Костюрин, Д.Р. Абдулаева, В.В. Барабанов // Материалы докладов I Всероссийской конф. с междунар. уч. (12-16 сентября 2011 г.) – Москва: Изд-во «Акварос», 2011. - С. 407-411.
70. Крючков, В. Н. Патогистологические изменения внутренних органов карпа в зависимости от содержания тяжелых металлов / В.Н. Крючков, Л.А. Антонова // Вопросы генетического и экологического мониторинга объектов рыбоводства. - М.: ВНИИПРХ, 1992. - Вып. 68. - С. 88-94.
71. Крючков, В.Н. Эколого-морфологические особенности патологии и адаптации органов и тканей рыб при воздействии токсикантов: автореф. дисс. ...док. биол. наук / Виктор Николаевич Крючков // - Махачкала, 2004. - 46 с.
72. Крючков, В.Н. Морфология органов и тканей водных животных / В.Н. Крючков, Г.М. Абдурахманов, Н.Н. Федорова - М.: Наука, 2004. - 144 с.

73. Крючков, В.Н. Особенности патологической морфологии печени рыб в современных условиях / В.Н. Крючков, А.В. Дубовская, И.В. Фомин // Вестник АГТУ.– Астрахань: АГТУ, 2006. - №3(32). – С. 94-100.
74. Крючков, В.Н. Изменения внутренних органов крупночешуйной кефали на фоне накопления хлорорганических пестицидов / В.Н. Крючков, А. Аль-Бурай // Материалы IX Международной научно-практической конференции «Татищевские чтения: Актуальные проблемы науки и практики». - Тольятти: Волжский университет им. В.Н. Татищева, 2012. - С. 112-118.
75. Кубашев, К. У. Лов кефали в Каспийском море рамовой сетью / К. У. Кубашев, У. Н. Конарбаев // Рыбное хозяйство. - М., 1961. - № 5. - С. 65–68.
76. Куделина, Е.Н. Питание кефали в Южном Каспии / Е.Н. Куделина // Тр. Касп. басс. фил. ВНИРО – 1950. - Т. XI. - С. 43-47.
77. Куликова, Е.Б. Промысел кефали на Каспийском море / Е. Б. Куликова // Рыбное хозяйство. – 1938 - № 3. – С. 3-4.
78. Кушнарченко, А.И. Эколого-этологические основы количественного учета рыб Северного Каспия / А.И. Кушнарченко – Астрахань: изд-во КаспНИРХ, 2003. – 180 с.
79. Лакин, Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов - 4-е изд., перераб. и доп. / Г.Ф. Лакин. - М.: Высш. шк., 1990. - 384 с.
80. Лепилина, И.Н. Гистоморфологические нарушения у волжской стерляди в современных экологических условиях / И. Н. Лепилина, А.А. Романов // Экология. - 2005. - № 2. - С. 157-160.
81. Лобачев, Е.Н. Современное состояние семейства кефалевые (Mugilidae) в прибрежной зоне дагестанского побережья Каспийского моря / Е.Н. Лобачев, Н.И. Рабазанов, Р.М. Бархалов, У.Д. Зурхаева, Д.П. Клусова // Вестник Дагестанского научного центра. – 2020. - № 77. – С. 12-15.
82. Лукин, А.Л. Оценка состояния организма рыб при загрязнении водных экосистем нефтепродуктами и отходами целлюлозно-бумажного производства /

- А.Л. Лукин, Ю.Н. Шарова, Л.А. Беличева // Рыбное хозяйство. - 2010. - Т. 1. - № 6.- С. 47-52.
83. Маилян, Р.А. Материалы по биологии и промыслу каспийских кефалей / Р.А. Маилян // Аннотации к работам, выполненным АЗНИИ рыбохоз. лаб. - Баку, 1962. - С. 22-26.
84. Макеева, А.П. Эмбриология рыб / А.П. Макеева - М.: Изд-во МГУ, 1992. - 216 с.
85. Малкин, Е.М. Репродуктивная и численная изменчивость промысловых популяций рыб / Е.М. Малкин // - М.: Изд-во ВНИРО, 1999. – С. 29-35.
86. Марти, В.Ю. Опыт оценки запасов кефали в Каспийском море на 1939 г. / В.Ю. Марти // Рыбное хозяйство – 1939. - № 6. – С. 34-36.
87. Марти, В.Ю. О видовом составе кефали в Каспийском море / В.Ю. Марти // Рыбное хозяйство. – 1940. - № 1.- С. 31.
88. Матей, В.Е. Функциональная морфология жаберного эпителия пресноводных костистых рыб / В.Е. Матей // Физиология, биохимия и токсикология пресноводных животных. - Л.: Наука, 1990. - С. 104 - 136.
89. Методики оценки запасов, определения ОДУ и возможного вылова водных биоресурсов Каспийского бассейна с целью управления рыболовством / под общей редакцией Г.А. Судакова. – Астрахань : КаспНИРХ, 2011.–119 с.
90. Микодина, Е.В. Гистология для ихтиологов: опыт и советы / Е.В. Микодина, М.А. Седова, Д.А. Чмилевский, А.Е. Микулин, О.Г. Полуэктова. – М: изд-во ВНИРО, 2009. – 112 с.
91. Минеев, А.К. Патологии некоторых органов у бычка-кругляка (*NEOGOBIVUSMEL ANOSTOMUS PALLAS*, 1814) Саратовского водохранилища / А. К. Минеев // Вестник Нижегородского университета им. Лобачевского. – 2013. № 4-1. – С 153-157.
92. Минеев, А.К. Современное экологическое состояние массовых видов рыб Средней и Нижней Волги в условиях техногенной трансформации водоемов [Текст] / А. К. Минеев // Карельский научный журнал. –2016. – № 3. – С. 73-76.

93. Миронов, О.Г. Биологические проблемы нефтяного загрязнения морей / О.Г. Миронов // Гидробиол. журнал – 2000. – Т. 36. - № 1. – С. 82-95.
94. Моисеенко, Т. И. Водная токсикология. Теоретические и прикладные аспекты / Т. И. Моисеенко. – М.: Наука, 2009. – 400 с.
95. Нельсон, Дж. С. Рыбы мировой фауны / Дж. С. Нельсон // Пер. 4-го перераб. изд. (предисл. и толковый словарь Н.Г. Богуцкой, А.М. Насеки, А.С. Герда). – М.: книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 880 с.
96. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов / Г.В. Никольский. – М.: Пищ. пром-ть, 1974. – 447 с.
97. Новосёлова, Ю.В. Патологии печени рыб как индикаторы экологического состояния среды обитания / Ю.В. Новосёлова // Современные проблемы морской инженерной экологии (изыскания, ОВОС, социально-экономические аспекты): материалы международной научной конференции (Ростов-на-Дону, 9-11 июня, 2008). - Ростов н/Д, 2008. - С. 192-195.
98. Парин, Н. В. Рыбы открытого океана / Н.В. Парин. - М.: Наука, 1988. - 272 с.
99. Перцева-Остроумова, Т.А. О размножении и развитии кефалей вселенных в Каспийское море / Т.А. Перцева-Остроумова // Труды ВНИРО. – 1951. - Т. 18. - С. 127-134.
100. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966.- 376 с.
101. Присный, А.А. Биология размножения и развития: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2011. – 255 с.
102. Пробатов, С.Н., 1951. Кефаль Каспийского моря и её промысел /С.Н. Пробатов, З.П. Терещенко. - М.: Пищепромиздат., 1951. - 36 с.
103. Пробатов, С.Н. Кефали в Каспийском море: автореферат дис. ... канд. биол. наук / Сергей Николаевич Пробатов. - М-во высш. образования. Горьк. гос. ун-т, 1955. - 18 с.

104. Пробатов, С.Н. Теоретическое значение и практические результаты акклиматизации кефали в Каспийском море / С.Н. Пробатов // Биологические основы рыбного хозяйства. - Томск: изд-во Томского ун-та, 1959. - С. 301-308.
105. Пробатов, С.Н. Пути усовершенствования лова кефали с применением электрического света / С.Н. Пробатов // Аннотации к работам, выполненным Азерб. научно-исследовательской лабораторией в 1956-1958 гг. - 1961. – Москва. - Сб. 2. – С. 29-32.
106. Пряхин, Ю.В. О возможном влиянии гребневика на эффективность естественного воспроизводства пиленгаса / Ю.В. Пряхин // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-Черноморского бассейна. Сборник научных трудов АзНИРХ (1998-1999). – Ростов-на-Дону, 2000. – С.109-114.
107. Расс, Т. С. Рыбные ресурсы европейских морей СССР и возможности их пополнения акклиматизацией / Т.С. Расс. - М.: Наука, 1965. – 107 с.
108. Расс, Т.С. Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков / Т.С. Расс, И.И. Казанова. - М.: Пищевая промышленность, 1966. - 39 с.
109. Рустамова, К.М. Данные по состоянию запасов каспийских кефалей на западном побережье Каспийского моря / К.М. Рустамова // Регионы в условиях неустойчивого развития: материалы международной научно-практической конференции (Кострома-Шарья, 28-30 апреля 2010 г.) - 2010. - Т. 2. – С. 691 – 692.
110. Рустамова, К.М. Структура популяции каспийской кефали *Liza saliens* (Risso, 1810) (Mugiliformes: Mugilidae) по результатам траловых исследований 2006-2008 годов [Текст] / К. М. Рустамова // Известия Саратовского университета. Сер.: Химия. Биология. Экология. - 2012. - Вып. 1. - С. 98-102.
111. Савчук, М.Я. О миграциях и размещении молоди кефали у берегов северо-западной части Черного моря // Зоологический журнал «Наука» - 1967. - Том XLVI. - Вып. 5.- С. 44-49.
112. Сафиханова, Х. М. Гистопатологические изменения жаберной ткани у сазана в результате воздействия сырой нефти высоких концентраций / Х. М.

- Сафиханова, А. М. Оруджева, Э. К. Рустамов // Вестник Московского государственного областного университета – 2012. - № 4. – С. 62-67.
113. Световидов, А. Н. Рыбы Черного моря. / А.Н. Световидов. - М.-Л.: Наука, 1964.- 552 с.
114. Селюков, А.Г. Гистопатологические изменения жаберного аппарата черноморской скорпены *Scorpena scorpus* как индикатора состояния прибрежных морских вод / А.Г. Селюков, В.С. Чернов, Г.В. Жуков, Л.А. Шуман, А.С. Анисеева // Загрязнение морской среды: экологический мониторинг, биоиндикация, нормирование. Сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 125-летию профессора В.А. Водяницкого. - Издательство: Колорит, 2018. – С. 228-233.
115. Сидоров, С.Б. Динамика развития и изучение возможности промысла кефали в Каспийском море / С.Б. Сидоров // Тезисы докладов Международной конференции посвященной памяти известного ученого и педагога В.Н. Войниканис-Мирского. – Астрахань, 2000. – С. 50-51.
116. Струков, А.И. Патологическая анатомия (учебник под ред. Паукова В.С.) . / А.И. Струков, В.В. Серов - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 880 с.
117. Терещенко, З.П. Биология и промысел кефали у туркменского побережья Каспия / З.П. Терещенко // Рыбное хозяйство. – 1940. - № 2.-- С. 28-30.
118. Терещенко, З.П. Материалы по биологии и промыслу каспийской кефали / З.П. Терещенко // Труды КаспНИРО. - Астрахань 1950. - Т. 11. - С. 49-86;
119. Тимошек, Н.Г. Определение возраста черноморских кефалей / Н.Г. Тимошек // Труды АзЧер-НИРО. – 1969. - Вып.26. - С. 44-51.
120. Тимошек, Н.Г. Распределение и миграции кефалевых в Черном море / Н.Г. Тимошек // Труды ВНИРО. – 1973. - Т.93. - С. 163-174.
121. Томазо, Г. И. Кефали северо-восточной части Черного моря / Г.И. Томазо // Труды Новороссийск. Биолог., станции. – 1940. - Т. 11. - Вып. 3. - С. 226-231.

122. Фёдорова, Н.Н. Морфологическая характеристика печени рыб в современных экологических условиях / Н.Н. Фёдорова, В.Н. Крючков, В.Ф. Зайцев // Российские морфологические ведомости. – 1999. - № 3-4. - С. 174-180.
123. Фёдорова, Н.Н. Патоморфологические изменения жизненно важных органов волжских рыб / Н.Н. Фёдорова, М.П. Грушко, Н.А. Каниева // Вестин АГТУ. Сер.: Рыбное хоз-во. – 2019. - №4. – С. 104-108.
124. Ходоревская, Р.П. Значение комплексных исследований для практических рекомендаций по водным биологическим ресурсам Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна / Р.П. Ходоревская, В.А. Калмыков, В.Н. Ткач // Труды ВНИРО. – 2015. – Том 156. – С. 158-175.
125. Хорошко, А.И. Биологические особенности кефалей, акклиматизированных в Каспийском море / А.И. Хорошко // Основные направления и перспективы рыбоводства в Каспийском и Азовском бассейнах. - М.: ВНИРО, 1980. - С. 56-65.
126. Хорошко, А.И. Особенности биологии черноморских кефалей, акклиматизированных в Каспийском море: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Андриан Иванович Хорошко. - Л., 1982. - 17 с.
127. Хорошко, А.И. Формирование численности и структуры популяции кефалей – лиз (род *Liza*, *Mugilidae*) в процессе акклиматизации в Каспийском море / А.И. Хорошко // Вопросы ихтиологии. - 1982 – Т.22. Вып. 6. - С. 958-965.
128. Чесалина, Т.Л. Рост молоди пиленгаса (*Liza haematocheilus*) в Азово-Черноморском бассейне / Т.Л. Чесалина, М.В. Чесалин, Н.И. Пустоварова // Морской экологический журнал. – Севастополь, 2009. - Том 8. - №4. - С. 85-89.
129. Чесалина, Т.Л. Некоторые данные о размножении кефали-пиленгаса (*Mugil so-iu*) в Азово-Черноморском бассейне / Т.Л. Чесалина // Экология моря – 2000. – Том 53. – С. 72-76.
130. Чугунова, Н.И. Каспийская кефаль. Рыбы / Н.И. Чугунова // Промышленность СССР. – 1944. - № 12. - С. 10-14
131. Чугунова, Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб / Н.И. Чугунова – М.: изд-во АН СССР, 1959. – 150 с.

132. Чуйков, Ю.С. Возвращаясь к проблемам Каспия часть 1 / Ю.С. Чуйков // Астраханский вестник экологического образования. – 2011. – №1 (17). – С. 43–87.
133. Шихшабеков, М.М. Гаметогенез рыб Среднего Каспия: Монография. / М.М. Шихшабеков, Д.Р. Адуева — Махачкала, 2005. - 238 с.
134. Шихшабеков, М.М. Кефалевые в условиях Каспия // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Экологическое образование и воспитание в средней и высшей школе» / М.М. Шихшабеков, Д.Р. Адуева, Н.И. Рабазанов — Махачкала: ДГПУ, 2008. - С. 144-146.
135. Шихшабеков, М.М. Особенности нереста кефалей в условиях дагестанского сектора Каспийского моря / М.М. Шихшабеков, Д.Р. Адуева, Н.И. Рабазанов // Юг России: экология, развитие. – 2009. - №4(1). – С. 46-49.
136. Шихшабеков, М.М. Эколого-морфологическая изменчивость кефалей - акклиматизантов в новых условиях их обитания / М.М. Шихшабеков, Д.Р. Адуева, В.П. Стальмакова, Р.М. Бархалов // Материалы Международ. научно-практ. конф. «Современные проблемы, перспективы и инновационные тенденции развития аграрной науки». – Махачкала, 2010. – С. 364-366.
137. Шорыгин, А.А. Новые вселенцы Каспийского моря и их значение в биологии этого водоема / А.А. Шорыгин, А.Ф. Карпевич. — Симферополь: Крымиздат. - 1948. – 106 с.
138. Щербаков, Ю. А. Морфологические изменения, развивающиеся в органах рыб при привыкании к токсическим веществам / Ю. А. Щербаков // Реакция гидробионтов на загрязнение. – М., 1983. – С. 114-116.
139. Ярыгин, Н. Е. Атлас патологической гистологии / Н. Е. Ярыгин, В.В. Серов. – М.: Медицина, 1977. – 200 с.
140. Abdoli, A. Spawning time and fecundity of the mullet, *Liza auratus* (sic) in south eastern part of the Caspian Sea / A. Abdoli, M. Naderi, M. Aboo, H. Fazli & M. Afraee. - Abzeeyan, Tehran, 1996. - № 7(2). – P. 24-26.
141. Abdoli, A. Biodiversity of Fishes of the Southern Basin of the Caspian Sea / A. Abdoli & M. Naderi // Abzian Scientific Publications. - Tehran, 2009. - 243 p.

142. Behrooz, M. Genetic structure of golden mullet (*Liza aurata*) in the south Caspian Sea (Mazandaran Province) using microsatellite markers / M. Behrooz, M. Norouzi, & A. Nazemi // *Breeding and Aquaculture Sciences Quarterly*. – 2014. - №1 (1). – P. 11-16.
143. Daryanabard, G.R. Reproduction and maturity of golden grey mullet (*Liza aurata* Risso, 1810) in Iranian waters of the Caspian Sea. / G.R. Daryanabard, A. Shabani, F. Kaymaram, & S. Gorgin // *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. – 2012. – № 16 (Special Issue 2). – P. 77-88.
144. Drewa, G. Morphological changes of liver cells of *Gasterosteus aculeatus* L. exposed to pollutants / G. Drewa, M. Chesy, A. Brukwiska, A. Grzanka, R. Sujkowska // *Pol.arch.hydrobiol.* - 1994. – V.41. - № 4. - P. 507-515.
145. Eschmeyer, W.N. *Catalog of Fishes: genera, species, reference* / W.N. Eschmeyer, R. Fricke & R. van der Laan - 2016. Available at: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.
146. Fazli, H. Qualitative assessment of golden grey mullet stocks (*Liza aurata* Risso, 1810) in the Caspian Sea (1991-2011) / H. Fazli, G.R. Daryanabard // *Journal of Fisheries (Iranian Journal of Natural Resources)*. – 2012. – V. 65(3). – P. 307-315.
147. Fazli, H. Stock assessment and management implications of golden grey mullet (*Liza aurata* Risso, 1810) in Iranian waters of the Caspian Sea / Daryanabard G.H., Abdolmaleki, S. & Bandani, G.A. Daryanabard, G.H., Abdolmaleki, S. & Bandani, G.A. *Journal of Applied Ichthyology*. – 2013. –V. 29(2). - P.431-436.
148. Ghaninejad, D. Reproductive biology of the golden grey mullet, *Liza aurata* in the Iranian coastal waters of the Caspian Sea / D. Ghaninejad, S. Abdolmalaki & Z. M. Kulyev // *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. -2010. – V. 9(3). - P. 402-411.
149. Ghaninejad, D. Morphometric and meristic characteristics of *Liza aurata* Risso 1810 in the south of Caspian Sea / D. Ghaninejad, F. Parafkandeh Haghghi, Sh. Abdolmaleki, R. Nahrevar, K. Khedmati, R. Rastin & M. Nikpour // *Journal of Fisheries*. - 2012. – V. 6(2) – P. 31-43.

150. Ghasemi, M. Detection of betanodavirus antigen associated with viral nervous necrosis (VNN) in tissue sections of apparently healthy golden grey mullets, *Liza auratus*, by histopathology examination and indirect fluorescent antibody test (IFAT) / M. Ghasemi, M.J. Zorriehzahra, E. Sharifpour & Haghghi Karsidani // *Journal of aquaculture Development*. – 2013. - V. 7(3). - P. 53-61.
151. Hinton, D.E. Integrative histopathology approaches to detecting effects of environmental stress on fishes / D.E. Hinton and J.C. Lauren // *Am. Fish. Soc. Symp.* 8. – 1990. – P. 51 – 66.
152. Irani, A. J. Investigation of age, growth and maturity of Mulletts in the Gomishan Wetland. / A. J. Irani // MSc. thesis. Iran : Gorgan University. - 2001. – 38 p.
153. Kotsanis, N. Arsenic induced liver hyperplasia and kidney fibrosis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by microinjection technique: A sensitive animal bioassay for environmental metal-toxicity / N. Kotsanis, J. Georgudaki // *Bull. Environ. Contam. and Toxicol.*- 1999.- V. 62 - № 2. - P.169-178.
154. Mohamed, A-R.M. Comparative taxonomical study of four mullet species (Mugiliformes: Mugilidae) from Iraqi marine waters, Persian Gulf. / A-R.M. Mohamed, A.N. Abood & S.A. Hussein // *Basrah Journal of Agricultural Sciences*. - 2016. - V. 29(2) - P.11-23.
155. Patimar, R. Some Biological Aspects of the Sharpnose Mullet *Liza saliens* (Risso, 1810) in Gorgan Bay-Miankaleh Wildlife Refuge (the Southeast Caspian Sea) / R. Patimar // *Turkish J. of Fisheries and Aquatic Sciences*. - 2008. - V. 8. - P. 225–232.
156. Pillay, S.R. A bibliography of the grey mullets Family Mugilidae. Food and Agriculture Organization Fisheries Technical Paper / S.R. Pillay. - 1972. - 99 p.
157. Roncero, V. Histopathological alterations in carp (*Cyprinus carpio*) after exposition to simazine / V. Roncero, L.Gómez, E. Durán et al. // *Toxicol. Lett.* - 2002. - V. 135. - P. 94–95.
158. Rossi, A. R. Genetic divergence and phylogenetic inferences in five species of Mugilidae (Pisces: Perciformes) / A. R. Rossi, M. Capula, D. Crosetti, D. E. Campton, L. Sola // *Marine Biology*. - 1998. - V. 131 (2). - P. 213-218.

159. Santos, T. Histopathological alterations in gills of juvenile Florida pompano *Trachinotus carolinus* (Perciformes, Carangidae) following sublethal acute and chronic exposure to naphthalene / T. Santos [et al] // *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*. - 2011. - V. 6(2). - P. 109-120.
160. Shabanipour, N. Histomorphological study on the ovary of *Mugil auratus* (Risso) / N. Shabanipour // *Iranian Fisheries Scientific Journal* – 1995. - V. 4(2). - P. 47-62.
161. Shahriari, S. Salinity tolerance and gill histopathological alterations in *Liza aurata* Risso, 1810 (Actinopterygii: Mugilidae) fry / S. Shahriari, M. Moghadam, B. Abtahi, S. Mosafer Khorjestan & M.A. Bitaab // *Italian Journal of Zoology*. - 2013. - V. 80(4). - P. 503-509.
162. Thomson, J. M. The Mugilidae of the world / J. M. Thomson // *Mem. Queensland. Mus.* - 1997. – V. 41. – P. 457—562.
163. Wrona, F.G. The ecosystem approach to environment assessment: moving from theory to practice / F.G Wrona, K.J. Cash // *J. Aquat. Ecosyst. Health*. - 1996. - V. 5. - P. 89–97.