

[597.553.1+597.585]:591.133.12

Щ 58

ОРДЕНА ЛЕНИНА АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ КИНЫХ МОРЕЙ ИМ. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ПРОВ 98

На правах рукописи

ЩЕПКИНА Алла Михайловна

ОСОБЕННОСТИ ЛИПИДНОГО СОСТАВА ТКАНЕЙ ХАМСЫ И
БЫЧКА-КРУГЛЯКА В ЧЁРНОМ И АЗОВСКОМ МОРЯХ НА
ПРОТЯЖЕНИИ ГОДОВОГО ЦИКЛА И ПРИ ПОРАЖЕНИИ
ГЕЛЬМИНТАМИ

03.00.10 - ИХТИОЛОГИЯ

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Севастополь, 1980

[597.553.1+597.585]:591.1(262.5+262.54) *Биол. Биологич. Черное море*
Работа выполнена в Институте биологии *Черное море*
им. А. О. Ковалевского АН УССР *Азовское море*

Научные руководители: доктор биологических наук,
профессор Г. Е. Шульман
кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник
В. М. Николаева

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
профессор В. И. Лукьяненко
доктор биологических наук
М. И. Шатуновский

Ведущее учреждение - Институт зоологии АН УССР
г. Киев

декабре 1980 г. в " " час.
роvanного совета К 016.12.01
жных морей им. А. О. Ковалевского
стополь, проспект Нахимова, 2.
накомиться в библиотеке Института
УССР

6 " *ноябре* 1980 г.

ета
наук

Н. С. Рижик

ПРОВ. 1981

ПРОВ 2010

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В последние годы большое внимание уделяется физиолого-биохимическим исследованиям рыб в связи с проблемой годовых циклов. Это направление стало особенно актуальным в связи с интенсивным использованием биологических ресурсов морей, океанов и мероприятиями по охране этих ресурсов.

Каждый период годового цикла рыб характеризуется специфическими особенностями метаболизма. Исследование метаболизма рыб на протяжении годового цикла помогает вскрыть физиологические ритмы, обеспечивающие осуществление жизненных циклов видов и популяций (Шульман, 1972). Обмен веществ, определяя функциональное состояние организма, в значительной степени влияет на поведение, динамику численности и воспроизводство популяций. Поэтому физиолого-биохимические исследования жизненных циклов рыб представляют ценность как для теории динамики численности, так для практики рыбного хозяйства.

Важным фактором, влияющим на состояние популяций рыб в различные периоды годового цикла является зараженность их гельминтами. Проблема борьбы с гельминтозными заболеваниями стала особенно актуальной в связи с интенсивным развитием пресноводного рыбоводства, морского и океанического промысла, а также марикультуры.

Массовое заражение гельминтами, помимо гибели части стада, приводит к замедлению темпа роста и накопления энергетических резервов, поражению воспроизводительной системы рыб и ряду патологических отклонений в их метаболизме. Всё это вызывает снижение рыбопродуктивности водоёмов, которое может быть значительным. Кроме того, гельминты ухудшают товарный вид рыбной продукции, сортность, качество и тем самым наносят ущерб рыбной промышленности.

Поэтому исследование химического состава тканей, физиолого-биохимических процессов, протекающих в организме рыб под действием инвазии гельминтами, представляет большой теоретический и практический интерес.

ческий интерес.

Цель исследования. Целью исследования было изучение особенностей липидного состава у рыб, различающихся степенью инвазированности гельминтами, на протяжении годового цикла. Известно, что липиды являются очень важными компонентами тела рыб, выполняющими структурную и энергетическую функции в организме.

В качестве объектов исследования были выбраны две расы хамсы черноморская *Engraulis encrasicolus ponticus* Alexandrov, 1927 и азовская *Engraulis encrasicolus maeoticus* Pusanov, 1926, а также бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* Pallas, 1827. Эти рыбы являются важными промысловыми объектами в Чёрном и Азовском морях и играют существенную роль в продукционных процессах в этих водоёмах. О характере липидного состава слабо и сильно зараженных гельминтами рыб судили по динамике содержания липидных фракций (фосфолипидов, холестерина, неэстерифицированных жирных кислот, триглицеридов, эфиров холестерина) в печени, в белых и красных мышцах.

На хамсе изучали влияние личинок нематод *Contracaecum aduncum* (Rud., 1802) Baylis, 1920 на липидный состав тканей. На бычке-кругляке - влияние метацеркарий трематод *Syngnathus obsoletus* Steplin, 1825. Указанные формы являются основными гельминтами, поражающими исследованные нами виды рыб. Вызываемые ими инвазии характеризуются высокой интенсивностью.

Исходя из изложенного, были поставлены следующие задачи:

1) Исследовать динамику количественного содержания отдельных липидных фракций в тканях рыб, различающихся экологией, на протяжении годового цикла. 2) Выявить специфические особенности липидного состава тканей рыб в связи с физиологическим состоянием в течение годового цикла. 3) Определить степень лабильности и устойчивости отдельных липидных фракций как показателей состояния

рыб. 4) Проанализировать влияние гельминтов на липидный состав тканей поражённых рыб. 5) Выявить физиолого-биохимические индикаторы для оценки состояния популяций рыб.

Научная новизна. Впервые исследован липидный состав тканей азовской и черноморской хамсы и прослежена его динамика в различные периоды годового цикла (преднерестовый нагул, нерест, предзимовальный нагул, зимовка).

Установлена градация в уровнях содержания важнейших липидных фракций в печени, красных и белых мышцах хамсы. Выявлены отличия в динамике липидных фракций между двумя исследованными расами хамсы, связанные с особенностями их экологии.

Изучен липидный состав тканей бычка-кругляка Чёрного и Азовского морей в периоды нереста и нагула.

Впервые исследован липидный состав хамсы, зараженной личинками нематод *S. aduncum* и бычка-кругляка, инвазированного метацеркариями трематод *S. copacum*. Установлено патогенное влияние этих гельминтов на уровни отдельных липидных фракций. Показана зависимость липидного состава тканей рыб от интенсивности инвазии личинками нематод и метацеркариями трематод на протяжении годового цикла.

Практическое значение настоящей работы состоит в том, что данные по липидному составу тканей рыб, по их динамике в течение годового цикла можно использовать в качестве физиолого-биохимических индикаторов для оценки состояния промысловых стад хамсы и бычка в различные периоды годового цикла и при различной степени инвазированности.

Данные по липидному составу рыб, сильно поражённых гельминтами, позволяют определить степень влияния паразитов на состояние отдельных особей и популяцию в целом, оценить ущерб, наносимый гельминтами численности и продукционным возможностям популяций, а также качеству рыбной продукции.

Результаты исследования предложены Ихтиологической комиссии Министерства рыбного хозяйства СССР, Азовско-Черноморскому научно-исследовательскому институту морского рыбного хозяйства и океанографии в качестве материалов для составления практических рекомендаций при использовании хамсы и бычков, поражённых гельминтами, в пищевых целях.

Апробация работы. Результаты исследований доложены на I Всесоюзном съезде паразитологов (Полтава, 1978), на IV Всесоюзной конференции по экологической физиологии рыб (Астрахань, 1979), на УП Советании по болезням рыб (Ленинград, 1979), на научном семинаре Отдела физиологии водных животных (Севастополь, 1979).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 5 научных работ.

Объём и структура диссертации. Диссертация представлена на 158 страницах машинописного текста и содержит 16 рисунков и 27 таблиц. Диссертация включает введение, обзор литературы, результаты исследования, обсуждение и выводы. Указатель литературы содержит 181 отечественных и 86 зарубежных источников.

Содержание работы

Объекты и методы исследования. Исследование проведено в течение 1976-1979 гг. Материал собран в рейсах экспедиционных судов АзЧерНИРО в Чёрном море и на наблюдательных пунктах, расположенных на берегу Азовского, Чёрного морей и Керченского пролива. Исследования охватывают полностью или частично годовой цикл каждого вида рыб при разной степени инвазии гельминтами.

Объектом исследования были выбраны две расы хамсы: черноморская, азовская и бычок-кругляк, имеющие большое промысловое значение. Основные массовые виды гельминтов у черноморской хамсы - личинки нематод *S. aduncum* (азовская хамса оказалась слабо зараженной контрацекумом и другими гельминтами), бычка-кругляка - метацеркарий трематод *S. conspurcator*.

Хамса (черноморская и азовская) - теплолюбивая пелагическая, подвижная форма, ведущая стайный образ жизни. Совершает нерестовые и кормовые миграции. Нерестится всё лето (со второй половины мая по август включительно). Икрометание порционное. Икра пелагическая. Хамса питается в основном планктонными ракообразными, личинками моллюсков и фитопланктоном. Весь жизненный цикл черноморской хамсы протекает в Чёрном море. Азовская хамса холодную половину года (с ноября по апрель) проводит в Чёрном море, а теплую (с мая по октябрь) - в Азовском, где нерестится и нагуливается. Для черноморской хамсы отмечена стопроцентная зараженность личинками нематод при интенсивности инвазии I-1200 экз., для азовской экстенсивность инвазии личинками нематод составила 66-94% при интенсивности I-25 экз.

Бычок-кругляк - малоподвижная, придонная эвригалинная и эври-термная форма. В пределах Чёрного и Азовского морей совершает "кочевки" весной и летом в прибрежную зону для нереста и нагула, осенью отходит на глубины, где зимует. Нерест проходит с апреля по июнь. Икрометание порционное. По характеру питания бентофаг. У черноморского бычка-кругляка экстенсивность инвазии метацеркариями трематод *S. coelacanth* составила 47-78% при интенсивности 3-580 экз., у азовского бычка экстенсивность инвазии равна 32%, а интенсивность - 5-20 экз.

Таким образом, наряду с общими чертами: обитание в одних водных бассейнах (Чёрное и Азовское моря), порционное икрометание, хамсу и бычков резко отличают особенности биологии - различная функциональная активность и местообитание, протяжённость миграций и разные виды гельминтов.

Для исследования брали свежесловленную живую рыбу в возрасте 2⁺, 3⁺ лет. Каждую особь подвергали биологическому анализу: взвешивали, измеряли абсолютную длину, длину от рыла до развилки

хвостового плавника, определяли массу печени, пол и стадию зрелости гонад, регистрировали экстенсивность и интенсивность инвазии гельминтами. Все органы и ткани для исследования брали сразу же после умерщвления рыбы декапитацией. Анализировали липидный состав белых (скелетных), красных (латеральных) мышц и печени при разной интенсивности инвазии гельминтами на протяжении годового цикла.

В качестве контроля брали слабо зараженных рыб с интенсивностью инвазии 1-24 личинки *S. aduncum* для хамсы и 3-20 метацеркарий трематод *S. conspurcator* для кругляка. Хамсу, инвазированную в количестве 80-1200 нематод (в одной рыбе) и бычков - в количестве 120-580 метацеркарий трематод, считали сильно зараженными. Все пробы были индивидуальными.

Липиды экстрагировали из гомогената тканей смесью органических растворителей: хлороформ:метанол (2:1) по методу, разработанному Фолчем (Folch et al., 1957). Липидный экстракт высушивали в сушильном шкафу при температуре 50-60°, доводя объем до 0,5-1 мл. Разделение липидов проводили в тонком слое силикагеля отечественного производства марки КСК ГОС 3956-54. Калиброванные зёрна сорбента имели размер 100-140 меш. Слой силикагеля наносили на хорошо вымытые обезжиренные стеклянные пластинки (13x18 см) с помощью аппликатора В.Я.Щепкина (1973). Толщина слоя 300 м. Сорбент активировали в термостате при температуре 110° в течение 30 минут. Пробы хлороформенного раствора липидов (0,5 мл) наносили микропипеткой на активированный слой силикагеля в виде полоски. Разделение липидов проводили в восходящем потоке растворителей: гексан-диэтиловый эфир-ледяная уксусная кислота 73:25:2 (Прохорова, Тупикова, 1965) в течение 40 минут при комнатной температуре. Для идентификации пятен липидов применяли свидетели: трипальмитин, олеиновую кислоту и холестерин. Кроме идентификации по свидетелям предпола-

гаемые пятна триглицеридов, свободного холестерина, неэстерифицированных жирных кислот (НЭЖК) и фосфолипидов элюировали и пров-
ряли на цветные реакции. Пятна на хроматограмме проявляли парами
йода. Количественное определение проводили фотокolorиметр-нефело-
метром (ФЭК-56) по цветным реакциям.

Результаты выражали в мг% или в процентах на сырую массу тка -
ни. Каждая точка на графике являлась средней из 10-15 индивиду -
альных определений. Весь материал статистически обработан (Рокиц -
кий, 1967). Вычисляли среднюю арифметическую ($\bar{M}$), среднее квадра -
тическое отклонение (σ) и среднюю квадратическую ошибку (m), до -
стоверность выборочных средних (p).

Результаты и обсуждение

1. Особенности липидного состава рыб с различным уровнем естественной подвижности

Проведенное исследование показало, что у хамсы и бычка-кругляка
существуют различные типы депонирования липидов тканями. У хамсы
основные липидные запасы сосредоточены в белых мышцах, у бычков -
в печени (рис. 1, 2). Это несомненно связано с резким различием в
естественной подвижности исследованных видов рыб.

В липидных мышечных "депо" активной пелагической хамсы скон -
центрировано большое количество высокомолекулярных энергетически ём -
ких липидов триглицеридов. Значительное сосредоточение липидных
субстратов окисления у хамсы в мышцах даёт возможность обеспечить
энергией продолжительную работу во время плавания. Наряду с этим
высокая концентрация триглицеридов в мышцах хамсы может быть важ -
ным гидростатическим фактором, регулирующим плавучесть рыбы (Але -
ев, 1963; Шульман, 1972; Хочачка и др., 1976). Значительная кон -
центрация НЭЖК у хамсы - ещё одно свидетельство важной роли
липидов в обеспечении двигательной активности этой рыбы, так как

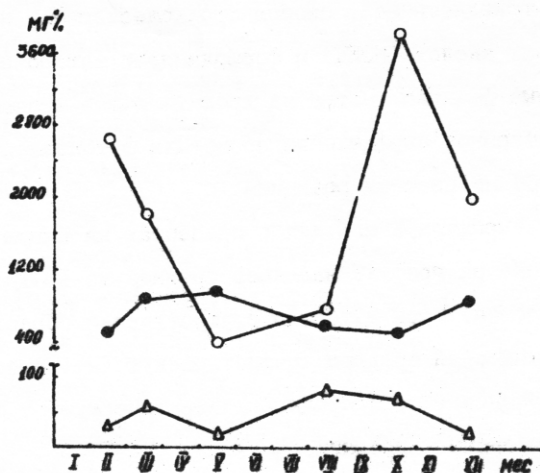


Рис.1. Липидные фракции в белых мышцах черноморской хамсы (мг% на сырую массу).
○ - триглицериды, ● - фосфолипиды, △ - НЭЖ.

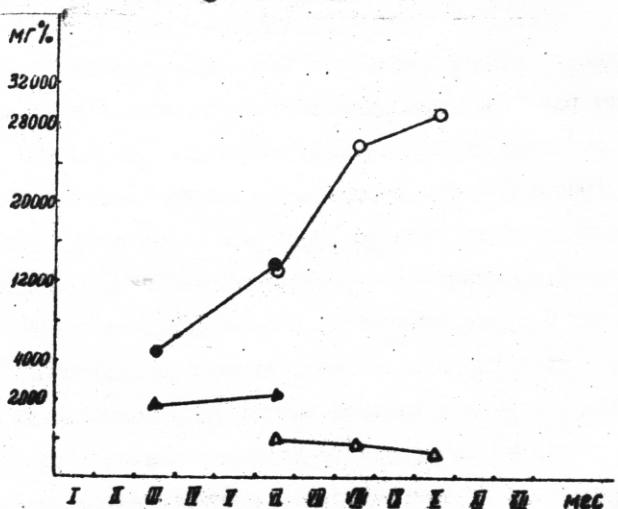


Рис.2. Липидные фракции в печени бычка-кругляка (мг% на сырую массу). ○ - триглицериды, черноморского бычка, ● - триглицериды азовского бычка, ▲ - фосфолипиды черноморского бычка, △ - фосфолипиды азовского бычка.

известно, что НЭЖК наряду с глюкозой является основным энергетическим источником при ресинтезе АТФ у животных.

Напротив бычки-кругляки, являясь малоподвижными придонными формами содержат незначительную концентрацию триглицеридов в мышцах. Это свидетельствует наряду с низкой концентрацией НЭЖК о незначительной роли липидов в энергетическом обеспечении плавания бычков. Как известно, плавание бычков характеризуется редкими бросковыми движениями. Для обеспечения такого "взрывного" характера работы обычно используются не липидные, а углеводные субстраты - гликоген и глюкоза (Black et al., 1966; Морозова, 1967). Вместе с тем в мышцах кругляка сравнительно высоко содержание холестерина и холестерина (у хамсы холестерин и его эфиры обнаружены в следовых количествах). Полученные результаты наряду с литературными данными (Щепкин, 1972; Третьякова, 1974) позволяют предположить, что эфиры холестерина могут использоваться в качестве источников энергии в метаболизме рыб. У кругляка основные запасы триглицеридов сконцентрированы в печени и используются в процессе генеративного синтеза и зимовки.

Хамса и бычок имеют существенные различия не только в энергетическом, но и пластическом обмене. У хамсы интенсивность потребления азота и его экскреция значительно выше, чем у малоподвижных рыб (Шульман, 1962).

2. Липидный состав тканей с различными морфо-функциональными особенностями

В своём исследовании мы постоянно сталкивались с отличиями липидного состава белых и красных мышц, которые несомненно связаны с их морфо-функциональными особенностями. Как свидетельствуют результаты (рис.1,3) в красных мышцах хамсы концентрация триглицеридов в 3-4 раза выше, чем в белых. Амплитуда изменчивости три -

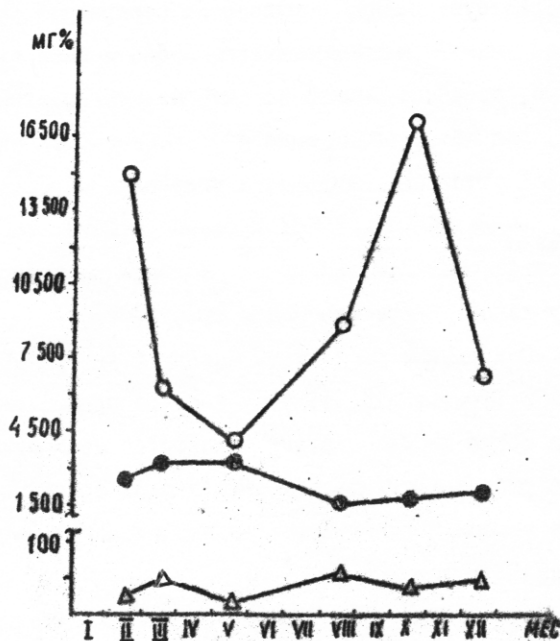


Рис.3. Липидные фракции в красных мышцах черноморской хамсы (мг% на сырую массу).

- - триглицериды,
- - фосфолипиды,
- △ - НЭЖК.

глицеридов в красных мышцах более резко выражена, чем в белых. Красные мышцы имеют и более высокую концентрацию фосфолипидов, которая в 3-7 раз выше, чем в белых. Большое количество фосфолипидов, вероятно связано с повышенной концентрацией митохондрий в красных мышцах, что согласуется с данными Джорджа (George, 1962). В красных мышцах наблюдается более высокий уровень концентрации НЭЖК (период нереста). Это по-видимому указывает на усиленный липолиз триглицеридов в красных мышцах и использование НЭЖК как субстрата в энергетическом обмене красных мышц.

Полученные данные свидетельствуют о более высоком уровне окислительных процессов, проходящих в красных мышцах хамсы по сравнению с белыми, и согласуются с представлениями других авторов, которые считают, что красные мышцы характеризуются аэробным метаболизмом и в качестве энергетического субстрата используют липиды (George, 1964; Bilinski, 1964). Тем не менее значение белых мышц в депонировании липидов (а следовательно их мобилизации у хамсы) также очень велико. Расчёт показывает, что вследствие большой массы белых мышц, основные запасы липидов, прежде всего триглицеридов, сосредоточены у хамсы именно в них (до 75% всех депонированных в мышцах липидов). Возможно, белые и красные мышцы хамсы составляют своеобразный комплекс, где белые мышцы во время продолжительного плавания активно потребляют энергию окислительных процессов, проходящих в красных мышцах.

3. Связь липидного состава тканей хамсы и бычка-кругляка
с особенностями их физиологического состояния на про-
тяжении годового цикла

Полученные нами результаты позволяют выявить особенности динамики липидного состава тканей у хамсы и бычка-кругляка на протяжении годового цикла.

Для всех тканей исследованных видов рыб характерна сезонная

изменчивость концентрации триглицеридов и относительная стабильность концентрации фосфолипидов¹⁾, НЭЖК и холестерина (рис. 1-5). Изменение концентрации триглицеридов в тканях исследованных видов рыб носят моноциклический характер. Максимальная концентрация триглицеридов в тканях хамсы приходится на октябрь, минимальная - на май. У бычков максимум концентрации триглицеридов отмечен в октябре, минимум - в марте. Синхронно с триглицеридами меняется концентрация общих липидов. На фоне относительной устойчивости в концентрации фосфолипидов у хамсы выявляется весенний пик, наблюдаемый во всех тканях. У бычков также наблюдается увеличение концентрации фосфолипидов весной. Изменения концентрации НЭЖК у хамсы и холестерина у бычков на протяжении годового цикла в некоторой степени сходны с изменениями концентрации соответствующих эфиров-триглицеридов и холестеридов. Наибольшая амплитуда изменчивости липидных характеристик у хамсы наблюдается в красных мышцах, затем следует печень и белые мышцы. У бычков описанные изменения резко выражены в печени. В мышцах они проявляются в меньшей степени.

Наряду с общей характеристикой динамики липидного состава рыб на протяжении годового цикла, важно дать комплексную характеристику динамики липидов в каждый из периодов годового цикла.

В преднерестовый период происходят интенсивные процессы созревания половых продуктов и линейного роста хамсы, которые осуществляются на фоне нерестовой миграции. Энергию для обеспечения процессов генеративного синтеза и высокой двигательной активности хамсы получает за счёт мобилизации триглицеридов. В нерестовый период уровень концентрации триглицеридов достигает минимума. Снижение концентрации триглицеридов наиболее выражено в красных мышцах, однако вследствие большей массы белых мышц, основные запасы

¹⁾ Исключение составляют фосфолипиды в мышцах бычков.

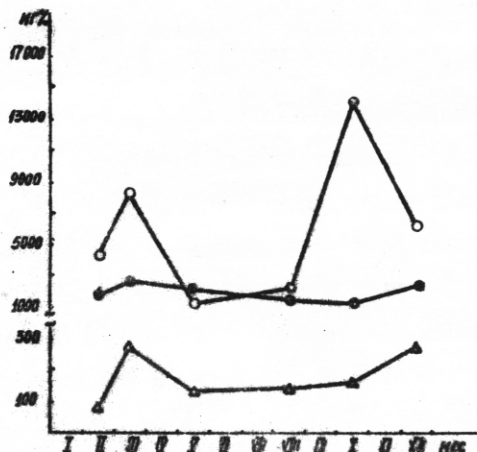


Рис.4. Липидные фракции в печени черноморской хамсы (мг% на сырую массу).

○ - триглицериды, ● - фосфолипиды, ▲ - НЭЖК.

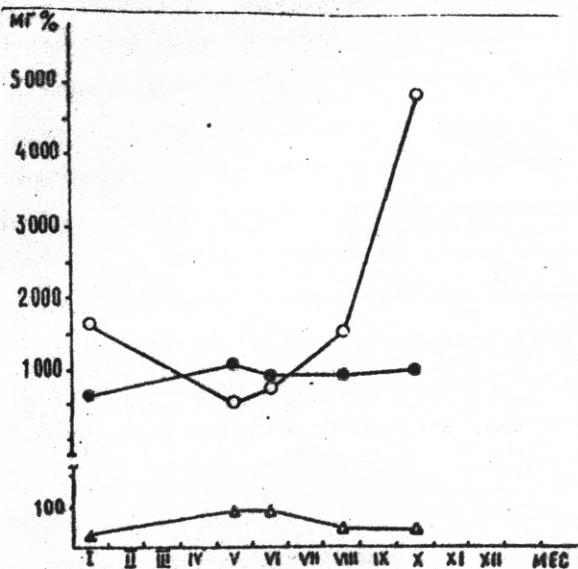


Рис.5. Липидные фракции в белых мышцах азовской хамсы (мг% на сырую массу).

○ - триглицериды, ● - фосфолипиды, ▲ - НЭЖК.

триглицеридов (до 75%) мобилизуются из них. В течение нерестового периода у хамсы происходит изменение направленности обмена. В теле рыб устанавливается положительный липидный баланс. Снижение запасов триглицеридов сменяется накоплением. В отличие от хамсы у бычков характер динамики липидного состава в основном жировом депо-печени имеет иную направленность. В печени самцов и самок бычков в преднерестовый период происходит увеличение содержания триглицеридов. По-видимому, положительный липидный баланс в печени бычков связан с интенсивным питанием и отсутствием протяжённых миграций. Однако в печени самок концентрация накопленных триглицеридов и эфиров холестерина выше, чем в печени самцов. Вероятно, самки затрачивают значительно больше энергии на процессы гаметогенеза, чем самцы. Синхронно с липидными запасами меняется концентрация НЭЖК - в мышцах хамсы и холестеридов - в печени бычков.

Обращает внимание высокая концентрация фосфолипидов в тканях хамсы и бычков в нерестовый и преднерестовый периоды годового цикла. Это свидетельствует о высокой активности конструктивных процессов в организме рыб и большом функциональном значении фосфолипидов. Возможно, что высокая концентрация фосфолипидов в мышцах хамсы и печени бычка связана с интенсификацией пластического обмена в связи с генеративным синтезом. Высокий уровень метаболизма у рыб в период нереста обеспечивается за счёт интенсивного потребления пищи, которое позволяет, несмотря на очень высокие энергетические затраты, осуществлять накопление триглицеридов в тканевых депо.

Посленерестовый период (или предзимовальный нагул) у хамсы и бычков характеризуется накоплением запасов триглицеридов. Липидные запасы необходимы не только для нормального осуществления процессов миграции, зимовки, но и для формирования половых про-

дуктов после окончания зимовального периода (Никольский, 1963). У хамсы во всех тканях резко увеличивается концентрация триглицеридов. Липидные запасы в белых мышцах (вследствие их большей массы) в 3 раза выше, чем в красных. У бычков концентрация триглицеридов в печени (липидном депо) увеличивается в 3 раза. У бычков в печени также накапливаются холестерин и его эфиры. Не исключено, что у бычков накопленные холестериды могут использоваться как источники энергии в окислительных процессах в последующие периоды. Весь процесс накопления липидных запасов происходит у исследованных рыб не на фоне снижения активности, а на фоне высокого её уровня.

В период зимовки у рыб вследствие низкой температуры сильно снижены двигательная активность и уровень обмена. Питание слабое или вовсе отсутствует. Организм рыб вынужден перейти на эндогенное питание с использованием накопленных липидных резервов. Для них характерен отрицательный липидный баланс и отсутствие белкового роста. Концентрация триглицеридов уменьшается во всех исследованных тканях хамсы и бычков. Основные запасы триглицеридов мобилизуются из белых мышц, так как они составляют 50% массы тела. У бычка-кругляка общий запас триглицеридов уменьшается в печени в 9 раз по сравнению с осенним уровнем.

Проведенное исследование показало тесную связь динамики липидного состава хамсы и бычков с особенностями физиологического состояния в каждый из периодов годового цикла. Различия в динамике липидного состава хамсы и бычка-кругляка указывают на экологическую специфичность сезонных ритмов липидного обмена у исследованных видов рыб.

Несмотря на то, что динамика липидного состава черноморской и азовской рас хамсы имеют сходный характер выявлены существенные различия между обеими расами. Это различие выражается в хитен -

сивности накопления липидных запасов в осенний период. Концентрация триглицеридов в белых мышцах азовской хамсы к концу нагула на 25% выше, чем у черноморской, что объясняется лучшей кормовой базой, обеспеченностью пищей.

4. Влияние гельминтов на липидный состав тканей исследованных видов рыб

Полученные результаты указывают на существенные различия в липидном составе слабо и сильно зараженных рыб на протяжении годового цикла. Эти различия касаются как величины концентрации отдельных липидных фракций, так и их относительного содержания.

Наибольшие различия во всех тканях сильно и слабо зараженной хамсы и бычков выявлены для концентрации триглицеридов (рис.6,8). Концентрация триглицеридов в белых мышцах сильно зараженной хамсы ниже на 33-71%, в печени на 28-63%, в красных мышцах на 25-36% (наибольшее снижение происходит в белых мышцах). У сильно зараженного бычка концентрация триглицеридов ниже в печени на 30-71%, в мышцах на 37-57% по сравнению со слабо зараженными. За счёт уменьшения концентрации триглицеридов уменьшается суммарная концентрация липидов в тканях сильно зараженных рыб (рис.7,9). В белых мышцах хамсы эта разница составляет 22-50%, в печени - 27-60% и в красных мышцах - 9-34%. В печени сильно зараженного бычка - кругляка суммарная концентрация липидов ниже на 29-55%, в белых мышцах на 23-41% по сравнению со слабо зараженными рыбами. Таким образом, гельминты оказывают влияние главным образом на резервные липиды.

Степень влияния гельминтов на резервные липиды (триглицериды) хамсы и бычка-кругляка неодинакова в различные периоды годового цикла, что связано с одной стороны с особенностями физиологического состояния рыб, с другой - с интенсивностью инвазии гельминтами.

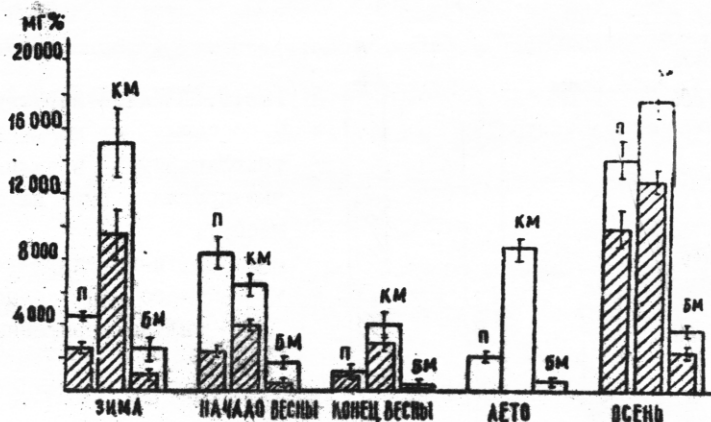


Рис.6. Влияние зараженности *S. aduncus* на концентрацию триглицеридов в тканях хамсы (мг% на сырую массу).
п- печень, км- красные мышцы, бм- белые мышцы,
□ - слабо зараженная, ▨ - сильно зараженная.

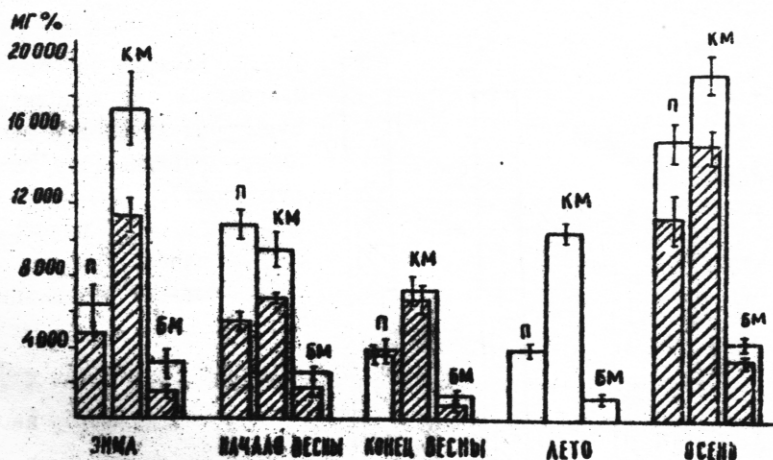


Рис.7. Влияние зараженности *S. aduncus* на концентрацию суммарных липидов в тканях хамсы (мг% на сырую массу).
п- печень, км- красные мышцы, бм- белые мышцы,
□ - слабо зараженная, ▨ - сильно зараженная.

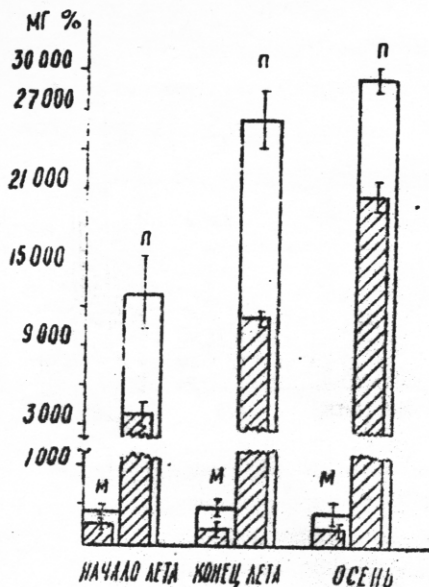


Рис.8. Влияние зараженности *S. concavum* на концентрацию триглицеридов в тканях бычка-кругляка (мг% на сырую массу).

М - мышцы, П - печень,
 □ - слабо зараженные,
 ▨ - сильно зараженные.

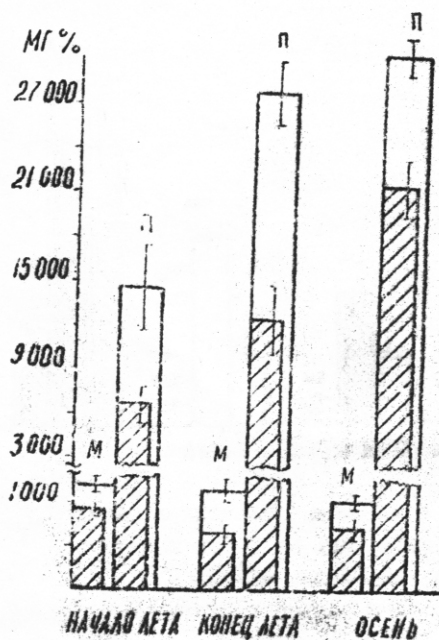


Рис.9. Влияние зараженности *S. concavum* на концентрацию суммарных липидов в тканях бычка-кругляка (мг% на сырую массу).

М - мышцы, П - печень,
 □ - слабо зараженные,
 ▨ - сильно зараженные.

В противоположность триглицеридам, вторая по величине фракция фосфолипидов не уменьшается у сильно зараженных рыб. Более того, в период нагула концентрация фосфолипидов в белых мышцах сильно зараженной хамсы выше на 64%, в красных на 70%, в печени на 42% (при $p < 0,01$). Аналогичная картина наблюдается в печени сильно зараженных бычков в период нереста. Концентрация фосфолипидов у него в 2 раза выше, чем у слабо зараженного бычка. В остальные периоды годового цикла концентрация фосфолипидов достоверно не отличается. Возможно, что увеличение концентрации фосфолипидов является следствием интенсификации пластического обмена у инвазированных рыб. Гельминты могут оказаться тем фактором, который интенсифицирует обмен, мобилизуя потенциальные возможности организма.

Таким образом, показатели липидного состава тканей рыб являются тонкими чувствительными физиолого-биохимическими индикаторами их состояния.

Важно проследить, как инвазированность гельминтами через липидный обмен может влиять на состояние и динамику численности популяций черноморской хамсы и черноморского бычка-кругляка на протяжении годового цикла. В предзимовальный период у сильно зараженной хамсы концентрация триглицеридов ниже на 27-33%. Это снижение может отрицательно повлиять на степень подготовленности к зимовальной миграции. При пониженном уровне липидных запасов, у хамсы хуже срабатывает стайный рефлекс. Зимовальная миграция осуществляется более вяло и разрежено. У сильно зараженных бычков концентрация триглицеридов ниже на 29-48%, что резко ухудшает их подготовленность к зимовке.

В период зимовки концентрация триглицеридов в теле сильно зараженной хамсы ниже на 36-64%, чем у слабо зараженной. Это безусловно может сказаться на выживаемости хамсы, поскольку

энергетическое обеспечение осуществляется в основном за счёт жировых запасов. Чем выше исходный уровень липидных запасов, тем успешнее рыба переживает этот период (Поляков, 1958; Белянина, 1966).

В пререстовый период концентрация триглицеридов в тканях сильно зараженной хамсы ниже на 33-71%, а в нерестовый на 25-69%. Сильное снижение количества липидов у хамсы в этот период может повлиять на характер формирования половых продуктов, плодовитость, качество потомства. У бычка-кругляка в нерестовый период концентрация триглицеридов ниже на 37-71%. Это может привести не только к снижению эффективности нереста, но и гибели производителей, так как их смертность зависит от уровня липидных запасов, поскольку самцы бычка в этот период не питаются.

Таким образом, заражение личинками нематод *S. aduncum*, а бычков метацеркариями трематод *S. conspurcator* является важным фактором, влияющим на состояние рыб во все периоды годового цикла, регулируя их численность.

Полученные данные позволяют оценить влияние интенсивной зараженности гельминтами на общий уровень содержания жира в популяциях черноморской хамсы и бычка-кругляка. Исходя из процента сильно зараженных рыб, степени влияния гельминтов на концентрацию триглицеридов, среднего содержания жирности в популяциях, мы подсчитали, что снижение жирности популяций за счёт гельминтов у хамсы составляет 25%, а у бычка-кругляка - 20%.

Таким образом, полученные результаты показывают важную роль гельминтов в балансе вещества и энергии популяций массовых промысловых рыб, какими являются хамса и бычок-кругляк, а следовательно и в экосистемах черноморского бассейна в целом.

ВЫВОДЫ

1. Липидный состав и его динамика у хамсы и бычка-кругляка характеризуются существенными различиями. Основные липидные запасы хамсы концентрируются в белых мышцах, а у бычка-кругляка - в печени. В липидном составе тканей хамсы преобладают триглицериды, фосфолипиды и неэстерифицированные жирные кислоты. У бычка-кругляка - фосфолипиды, триглицериды, холестерин и его эфиры. Существенные различия в липидном составе хамсы и бычка-кругляка определяются особенностями их образа жизни и прежде всего, различной естественной подвижностью.

2. У хамсы наиболее высокое относительное содержание липидов наблюдается в красных мышцах и печени. Это свидетельствует о высокой функциональной активности данных тканей. Однако в силу своей малой массы, красные мышцы и печень хамсы концентрируют значительно меньшее абсолютное количество липидов, чем белые мышцы. В противоположность хамсе в печени бычков, как относительное содержание липидов, так и их абсолютное количество выше, чем в мышцах.

3. На протяжении годового цикла концентрация триглицеридов во всех исследованных тканях хамсы, а также в печени бычков подвержена резким изменениям, причём эти изменения носят моноциклический характер. Напротив концентрация фосфолипидов и других липидных фракций относительно стабильна.

4. Преднерестовый период жизненного цикла хамсы характеризуется интенсивной мобилизацией триглицеридов, обеспечивающей энергией процессы линейного роста, генеративного синтеза и двигательной активности. В период нереста запасы триглицеридов в тканях хамсы снижаются до минимума, а затем происходит переключение липидного обмена на их накопление. В посленерестовый период, или предзимовальный период запасы триглицеридов накапливаются с большой интенсивностью, что позволяет к завершению нагула накопить

их максимум. В период зимовки запасы триглицеридов в теле хамсы интенсивно расходуются. Уровень концентрации фосфолипидов в преднерестовый и нерестовый периоды выше, чем в периоды после - нерестового нагула и зимовки. Это очевидно связано с высокой функциональной активностью тканей весной и летом, обеспечивающей конструктивные процессы в организме. В отличие от хамсы бычок имеет минимальную концентрацию триглицеридов не в нерестовый, а в начале преднерестового периода.

5. В динамике липидного состава черноморской и азовской хамсы имеется принципиальное сходство. Однако интенсивность накопления триглицеридов в белых мышцах азовской хамсы выше, что связано с лучшей обеспеченностью пищей по сравнению с черноморской хамсой. Это позволяет азовской хамсе накопить к концу нагула триглицеридов на 25% больше, чем черноморской.

6. Высокая степень инвазированности черноморской хамсы личинками нематод *Contracaecum aduncum* и бычка-кругляка метациркариями трематод *Cryptocotyle concavum* приводит к резкому уменьшению их липидного запаса. У хамсы он уменьшается в красных мышцах на 15-36%, в белых на 33-71%, в печени на 28-63%. У бычков это снижение составляет в печени 30-71%, в мышцах 37-57%. За счёт триглицеридов происходит уменьшение суммарного количества липидов. В противоположность триглицеридам концентрация фосфолипидов у сильно зараженных рыб не изменяется почти во все периоды, а в период нагула даже достоверно растёт.

7. Высокая степень заражения гельминтами, понижая запасы триглицеридов в тканях черноморской хамсы и бычка-кругляка, может оказывать существенное влияние на физиологическое состояние рыб в популяциях, на состояние популяций и динамику их численности в целом. Зараженность паразитами, уменьшая "энергетический потенциал" рыб, ухудшает условия подготовки хамсы к миграциям и зимо-

вке, влияет на качественные и количественные характеристики со зревающих половых продуктов, уменьшает выживаемость потомства и т.д. У бычков помимо указанных влияний, ухудшаются условия при охране гнезда в период нереста.

8. Полученные данные позволяют оценить ущерб в отношении липидных запасов, который может причинять популяциям хамсы и бычка-кругляка зараженность гельминтами. В годы с сильной зараженностью всех возрастных групп общий жировой запас хамсы может снизиться на 25%, а бычка - на 20%.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Влияние личинок нематод *Contracaecum aduncum* на липидный состав тканей черноморской хамсы.- Биология моря, Киев:Наук. думка, 1978, вып.45, 109-112.

2. Влияние личинок нематод *Contracaecum aduncum* на липидный состав черноморской хамсы в связи с созреванием и нерестом.- В сб.: I Всесоюз.съезд паразитоценологов: Тез.докл., Киев, Наук. думка, 1978, ч.2, 146-147.

3. Влияние метацеркарий трематод *Cryptocotyle concavum* на липидный состав тканей бычка-кругляка в период нереста.- В сб.: УП Всесоюз.совещания по паразитам и болезням рыб: Тез.докл., Л.: Наука, 1979, 119-121.

4. Динамика липидного состава черноморской хамсы на протяжении годового цикла.- В кн.: Экологическая физиология и биохимия рыб: Тез.докл.IV Всесоюз.конф., Астрахань, 1979, т.2, 189-191.

5. Особенности липидного состава тканей черноморской хамсы на протяжении годового цикла и при поражении гельминтами.- Экология моря, Киев: Наук.думка, 1980, вып.3, 33-39.

Мини