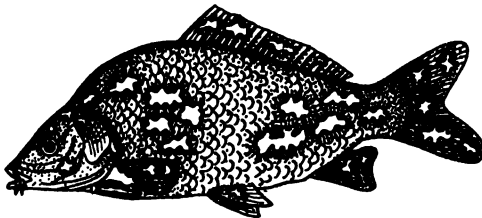


АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ЗООЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**ВОПРОСЫ ПАРАЗИТОЛОГИИ
И
ПАТОЛОГИИ РЫБ**



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ТРУДЫ ЗООЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ТОМ 171

ВОПРОСЫ ПАРАЗИТОЛОГИИ
И
ПАТОЛОГИИ РЫБ

Под редакцией О. Н. Бауера

ЛЕНИНГРАД
1987

USSR ACADEMY OF SCIENCES
PROCEEDINGS OF THE ZOOLOGICAL INSTITUTE
VOL. 171

ASPECTS OF PARASITOLOGY AND PATHOLOGY OF FISHES

Главный редактор
директор Зоологического института АН СССР
О. А. Скарлато

Редакционная коллегия:

Я. И. Старобогатов (редактор серии), *Л. Я. Боркин* (зам. редактора), *Ю. С. Балашов*, *И. С. Даревский*, *В. А. Заславский*, *И. М. Кержнер*, *М. Г. Петрушевская*, *В. А. Тряпицин*, *И. М. Фокин*, *С. Я. Цалолыхин*.

Рецензенты:

О. Н. Пугачев, *О. Н. Юнчис*

В сборнике помещены обзорные доклады, заслушанные на 8 Всесоюзном совещании по паразитам и болезням рыб (апрель 1985 г.). В них рассмотрены современное состояние и перспективы развития различных направлений исследований по болезням рыб: паразитология, вирусология, бактериология, микология, онкология, гематология и др. Особое внимание уделено болезням различной этиологии при индустриальных методах рыборазведения.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Отечественные ихтиопатологи и ихтиопаразитологи каждые 5—6 лет собираются на всесоюзное совещание для подведения итогов работ за пятилетку и обсуждения перспектив исследований на последующий период. Первое такое совещание с очень небольшим числом участников состоялось в Москве в предвоенные годы. Начиная с 3-го (1957, Ленинград), их проведение стало регулярным, причем 5-е, 6-е и 7-е созывались в Ленинграде при активном участии и на базе Зоологического института АН СССР. Однако проведение последнего 8-го совещания в Ленинграде оказалось невозможным и оно состоялось в апреле 1985 г в Астрахани. Его организаторами были по линии Академии наук СССР — Зоологический институт, по линии Министерства рыбного хозяйства СССР — Научный совет по болезням рыб Ихтиологической комиссии и Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства. Последний (директор В. П. Иванов) взял на себя все тяготы по подготовке и проведению совещания, с чем вполне успешно справился. Зоологический институт обеспечил через издательство «Наука» опубликование тезисов научных сообщений, представленных совещанию, а также взял на себя подготовку к печати и опубликование обзорных докладов, тезисы которых не печатались.

Настоящий сборник содержит текст большинства обзорных докладов, заслушанных на совещании. Поскольку в них рассматривается современное состояние (как в СССР, так и за рубежом) основных направлений ихтиопатологии, что сопровождается обширной библиографией, сборник будет полезен всем, работающим по паразитам и болезням рыб как в научно-исследовательских институтах различных ведомств, так и в организациях, ведущих наблюдения за эпизоотическим состоянием водоемов и рыборазводных предприятий и организующих там профилактическую работу.

Обзоры подготовлены ведущими специалистами, разрабатывающими те или иные направления паразитологии и патологии рыб, поэтому сборник может рассматриваться и как дополнительное учебное пособие по курсу «Болезни рыб», который читается в институтах рыбного хозяйства и ветеринарных институтах, а также как материал при сдаче кандидатского минимума.

О. Н. Бауер

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИХТИПАТОЛОГИИ

О. Н. Бауер

Зоологический институт АН СССР, Ленинград

Ихтиопатология как самостоятельная наука довольно молода: ей недавно исполнилось 80 лет. Датой ее рождения можно условно считать 1904 г., когда была издана первая в мире сводка по болезням рыб, написанная Бруно Хофером. Ее появление связано с интенсивным рыборазведением, получившим в Центральной Европе довольно значительное развитие в конце XIX века. В течение первой половины нынешнего столетия ихтиопатология в западноевропейских странах развивалась относительно медленно и преимущественно под влиянием видных немецких ученых, среди которых необходимо назвать Б. Хофера, М. Плен и ныне здравствующего В. Шеперклауса. В их работах и сводках максимальное внимание уделялось бактериальным и паразитарным болезням основных объектов товарного рыбоводства — карпа и форелей.

В СССР ихтиопатология возникла несколько позже, а именно — в конце 20-х годов, и связана с именем В. А. Догеля, который основное внимание уделял паразитам и паразитарным болезням промысловых рыб. В результате деятельности его и многочисленных учеников СССР стоит на первом месте в мире по изученности паразитов пресноводных рыб. При этом их изучение носит не только чисто фаунистический, но и экологический характер. Советские ихтиопаразитологи внесли и вносят крупный вклад в познание экологии возбудителей паразитарных болезней как разводимых, так и промысловых рыб, без чего не может быть создано научно обоснованных рекомендаций по регуляции их численности, направленной на их подавление и профилактирование болезни.

Меньшее внимание уделялось в СССР болезням другой природы, что привело к некоторому отставанию отечественной ихтиопатологии от уровня мировой науки. Это отставание особенно проявилось в начале 60-х годов, когда одновременно в ряде стран (особенно в США) начался бурный подъем ихтиопатологии; подъем этот был связан как с заметным увеличением масштабов рыборазведения, внедрением новых методов и объектов рыбоводства, так и с использованием в ихтиопатологии современных методов бактериологии и особенно

вирусологии. Напомню, что лишь в 1960 г. в США были опубликованы исследования по этиологии YPN форелей с культивированием и электромикроскопированием первого из известных ныне вирусов рыб (Wolf et al., 1960). Через несколько лет в Западной Европе был выделен вирус VHS или Egtved virus (Zwillenberg et al., 1965). К настоящему времени выявлено около 50 вирусов, относящихся к разным группам и вызывающих болезни как пресноводных, так и морских рыб (Pilcher, Fryer, 1980 и др.). Одновременно велся поиск все новых и новых перевиваемых культур, на которых размножаются вирусы; число таких культур достигло нескольких десятков. Вирусологические исследования ведутся в 80-х годах на молекулярном уровне (Leong et al., 1983), осуществляется интенсивный поиск методов иммунопрофилактики и серодиагностики (Fish Biologics, 1981; van Muiswinkel, Cooper, 1982).

В СССР за 70-е и начало 80-х годов в ряде лабораторий (ВНИИПРХ, УкрНИИРХ, ВИЭВ, Институт микробиологии и вирусологии АН КазССР) также велись ихтиовирусологические исследования. К основным их достижениям следует отнести выделение вируса при краснухе карпа (ВИЭВ, УкрНИИРХ), выделение вируса при некрозе жабр карпа (ВНИИПРХ, БелиЭВ, БелНПО по рыбоводству), описание вирусного гепатита радужной форели, вызываемого термофильным рабдовирусом (УкрНИИРХ), выявление вирусной природы фибросаркомы судака (ИМВ КазССР, КазНИИРХ) и некоторые другие. Однако до сих пор вирусные исследования у нас ведутся с большим трудом в силу недостатка оборудования, культур и высококвалифицированных кадров. Задачей отечественной ихтиопатологии являются преодоление этих трудностей и выход на уровень современной ихтиовирусологии.

Уже в 70-х годах в ряде стран наметился рост исследований в области ихтиобактериологии. Описано много новых возбудителей бактериальных болезней рыб, в том числе возбудитель болезни красного рта лососевых *Jersinia rückeri*, по некоторым данным встречающийся и в СССР, возбудители эдвардсиеллоза рыб — *Edwardsiella tarda* и совсем недавно описанная *E. ictaluri*, поражающая канального сома (Rogers, 1982). По-новому трактуется вопрос о роли аэромонад, в частности *Aeromonas hydrophila*, как возбудителей болезней рыб (Newman, 1982). Созданы бактерины против вибриоза, фурункулеза, болезни красного рта лососевых; некоторые из них применяются уже в производственных масштабах (Fish Biologics, 1981 и др.). Нашим немногочисленным ихтиомикробиологам приходится сейчас интенсифицировать свои исследования, чтобы не отстать от современного уровня исследований в этом важном разделе ихтиопатологии.

Сравнительно мало внимания и у нас и за рубежом уделялось изучению микозов рыб, количество которых увеличивается и требует пристального внимания. Крупным достижением отечественной ихтиопатологии является создание группы по ихтиомикологии при ВНИИПРХ, которая уже выполнила серьезную работу по микозу плавательного

пузыря лососевых, во многом опередив наших зарубежных коллег. Но надо расширять и эти исследования, ведь ни для кого не секрет, что мы до сих пор не знаем систематического положения возбудителя наиболее массового микоза карпа — бранхиомикоза, не знаем его судьбы вне рыбы, поэтому и меры его профилактики до сих пор остаются научно необоснованными.

Другим несомненно крупным достижением отечественной ихтиопатологии, признанным за рубежом, является развитие патологической гематологии на новом уровне, толчком для чего послужили исследования Н. Т. Ивановой (1970, 1983). Если до них как отечественные, так и зарубежные ихтиопатологи высказывали сомнения в возможности использования гематологических данных в диагностике болезней рыб, то сейчас (благодаря, в первую очередь, работам сотрудников ВНИИПРХ и Молдавской рыбохозяйственной станции) можно в этом отношении проявить осторожный оптимизм. При некоторых инфекционных и паразитарных заболеваниях выявляются специфические изменения в показателях крови, которые, по-видимому, можно использовать в диагностических целях.

А вот по иммунологии рыб мы очень отстаем от того, что делается за рубежом. Там, кроме общей концепции системы иммунитета у рыб, ведутся исследования по иммунологии и иммунопрофилактике при ряде массовых болезней рыб, собираются симпозиумы с большим числом участников. В настоящее время не только выявлены антигена, вырабатываемые организмом рыб под влиянием многих возбудителей, но даже изучено их молекулярное строение. Много достижений в области иммунопрофилактики (особенно при бактериальных и даже при паразитарных болезнях) по серодиагностике. У нас же по иммунологии рыб работает лишь одна небольшая группа в составе ИБВВ; кроме того, разрабатываются отечественная вакцина против вибриоза (Таллинская лаборатория БалтНИИПРХ) и поливалентная вакцина против краснухи (УкрНИИРХ). Необходимы срочные меры организационного порядка, чтобы резко усилить исследования в области иммунологии и иммунопрофилактики рыб. Эта задача государственной важности. Ее надо решать путем привлечения институтов АН СССР и АМН СССР, поскольку в рыбохозяйственной науке у нас нет квалифицированных специалистов по этим вопросам.

Остановлюсь несколько подробнее на исследованиях по ихтиопаразитологии, поскольку по этому разделу знаний в повестке дня нашего совещания почти нет обобщающих докладов. Как я уже отметил, отечественная ихтиопаразитология занимает ведущее место в мире, но и в ней имеются некоторые упущения, которые надо обсудить и ликвидировать. При этом следует подчеркнуть, что прошедшие за последние годы изменения в рыбном хозяйстве (и особенно в рыборазведении), связанные с внедрением таких новых методов, как садковое и бассейновое выращивание, а также с использованием многочисленных новых объектов аквакультуры как рыб, так и беспозвоночных, привели к совершенно новой эпизоотологической ситуации. Появились и появляются все новые возбудители паразитар-

ных заболеваний, которых мы ранее либо вообще не знали, либо считали непатогенными или слабо патогенными, неспособными нанести существенный урон выращиваемым объектам. В настоящее время мы вправе констатировать, что паразит любой систематической группы в условиях высоких плотностей посадки объектов выращивания способен к резкому возрастанию численности популяции. Таким образом, каждый вид следует рассматривать в качестве потенциально опасного агента для выращиваемых стад рыб, поэтому с повестки дня большинства стран нельзя снимать фаунистические исследования, которые приводят к инвентаризации имеющихся в данной стране или акватории паразитов. Это особенно важно при возрастающих как количественно, так и качественно внутренних и международных перевозках рыб и других объектов аквакультуры. К сожалению, у нас в стране, несмотря на многочисленные ошибки в прошлом, лица, связанные с такими перевозками (в частности, работающие в системе акклиматизационной службы), до сих пор недооценивают опасности завоза в СССР новых возбудителей болезней. Это проявляется в том, что у нас до сих пор не построены карантинные хозяйства, предусмотренные правилами завоза рыб из-за рубежа, утвержденными Главветупр еще 15 лет тому назад. Рыбохозяйственные организации и отдельные лица продолжают (иногда даже с согласия органов ветеринарной службы) нарушать эти правила. В результате в СССР только за самые последние годы было занесено несколько возбудителей опасных как вирусных, так и паразитарных болезней. Министерство рыбного хозяйства, его главные управления (Главрыбвод, Главное управление внутренними водоемами) должны понять, что без строительства карантинных хозяйств, без неукоснительного соблюдения утвержденных правил завоза объектов аквакультуры из-за рубежа невозможно обеспечить удовлетворительное эпизоотическое состояние хозяйств и рыбохозяйственных водоемов.

Существенным вкладом в развитие отечественной ихтиопаразитологии за последние годы является опубликование нового трехтомного Определителя паразитов пресноводных рыб СССР, в котором описываются почти 2000 видов паразитов, встречающихся у пресноводных, проходных и заходных рыб Советского Союза и сопредельных стран. Таким образом, он может быть использован не только отечественными ихтиопатологами, но и специалистами всех европейских стран и, отчасти, Северной Америки, КНР и Японии. Определитель подготовлен паразитологами не только Зоологического института, но и многих других научных учреждений. Огромное им за это спасибо.

Выходом в свет этого определителя ознаменуется завершение фаунистического этапа отечественной ихтиопаразитологии в области пресноводного рыбного хозяйства, поэтому в дальнейшем внимание ихтиопаразитологов должно быть сосредоточено на других направлениях, иначе мы остановимся в своем развитии. Назову важнейшие

направления, к стати отмеченные в специальном постановлении Президиума АН СССР о развитии отечественной паразитологии (1984)

Популяционная паразитология

Без ее интенсивного развития невозможна разработка научно обоснованных мер по регулированию или подавлению численности возбудителей паразитарных болезней. За последние годы объем работ по популяционной биологии паразитов пресноводных рыб заметно возрос, и они ведутся в ряде научных центров. Опубликовано несколько перспективных исследований, заложивших основу наших знаний в этом направлении. Здесь уместно назвать исследования ГЕЛАН по диплостомидам, ГосНИОРХ и его Уральского отделения по дактилогридам и эргазилидам, Карельского филиала АН СССР по некоторым трематодам, Института зоологии БССР по скребням и др. Собран исключительно ценный материал по основным параметрам популяционной биологии: численности в популяции хозяина, возрастной и половой структуре, рождаемости и некоторым другим. Особую ценность для решения эпизоотологических вопросов представляет, с моей точки зрения, определение количества генераций паразита в течение года. Оказалось, что у паразитов, которых относили к видам с многократно повторяющимся числом генераций, в условиях умеренного климата их в ряде случаев всего два. Установлено исследованиями ПИНРО, что в экстремальных условиях Севера рашающим фактором, стимулирующим развитие паразита является не температура (вывод, сделанный Чэббом (Chubb, 1982) на основе огромного материала), а свет, вернее, длительность светового дня. Много ценного внесено за последние годы в понимание особенности распределения паразитов в популяции хозяина, которое, как правило, является перерасеянным и может быть описано как биномиальное (Kennedy, 1976, 1984; исследования ГЕЛАН, Карельского отделения АН СССР). Но впереди еще много работы, которая должна способствовать созданию научно обоснованных интегрированных методов регуляции численности патогенных паразитов как в естественных, так и в искусственных биоценозах.

Иммунологические проблемы в ихтиопаразитологии

Хотя эти проблемы также можно отнести к популяционным, но они настолько специфичны, что требуют особого обсуждения. Фактического материала по иммунобиологическим реакциям при паразитарных болезнях рыб (особенно в естественных биоценозах) настолько мало, что Кеннеди (1978) высказал мнение об их совершенно незначительной роли в природе. Однако в одном из своих последних выступлений он пересмотрел ранее высказанную точку зрения (Kennedy, 1982). Несомненно иммунологические реакции, возникающие у рыб при заражении паразитами, отличаются от таковых при вирусных и бактериальных болезнях. В частности, они, вероятно, проявляются

как групповой иммунитет, т. е. иммунитет, действующий в отношении не одного, а нескольких родственных видов возбудителей. Только этим мы можем объяснить иммунитет, возникающий против иктиофтириуса под влиянием других инфузорий, а именно — тетрахимен (Goven et al., 1980, 1981; Wolf, Markiw, 1982). Возможно, что этим можно объяснить хорошо известные ихтиопатологам антагонистические отношения между *Caryophyllaeus fimbriceps* и *Khawia sinensis* и другие паразитоценологические явления, наблюдаемые в природе и особенно в практике рыбоводства. Пример с иктиофтириусом показывает важные практические аспекты иммунологии паразитарных болезней рыб, но они этим не ограничиваются; важна также разработка серологических методов, что особенно необходимо при перевозках рыб.

Культивирование паразитов рыб

Как популяционные, так и особенно иммунологические исследования нуждаются в экспериментах. Для их проведения нужно иметь постоянно и в больших количествах паразита, который подлежит изучению, поэтому на повестку дня поставлен вопрос о культивировании различных паразитов рыб *in vivo* и *in vitro*. Первые шаги в этом направлении сделаны рядом зарубежных авторов, а у нас — лабораторией иктиопатологии ВНИИПРХ. Особенно заманчиво разработать культуры таких паразитов, как иктиофтириус, микроспоридии, микроспоридии, моногенеи и др. Здесь непочатый край работы, при которой необходимо учесть опыт как вирусологов и бактериологов, так и паразитологов, работающих с паразитами других гетеротермных животных, например насекомых. В области культивирования этих паразитов достигнут определенный успех. Например, научились в производственных масштабах выращивать мермитид, некоторые виды микроспоридий и т. д. Разработка подобных методов будет иметь практическое значение при использовании агентов биологического контроля, которыми могут оказаться суперпаразиты, конкуренты и хищники. Поиск суперпаразитов в иктиопаразитологии только начат, но его следует интенсифицировать.

Генетические проблемы в иктиопаразитологии

Все больше накапливается данных о том, что паразитарные системы возникают на основе наследственно закрепленных признаков. Это обстоятельство некоторые паразитологи не без основания пытаются использовать при определении паразитизма. В отношении паразитов рыб вопросы эти совершенно не изучены. Очень мало материала накоплено по кариосистематике, хотя даже имеющийся свидетельствует о возможности использования данных по кариологии для подтверждения самостоятельности того или иного вида. В свое время кариологические данные позволили отчленить *Diplozoon paradoxum*, паразитирующий на леще, от спайников, свойствен-

ных другим карповым. К сожалению, эти перспективные исследования не были продолжены.

Таким образом, в области ихтиопаразитологии необходимо развивать названные мною направления. Должен, к сожалению, отметить, что до сих пор большая часть отечественных публикаций по паразитам пресноводных рыб все еще ограничивается разработкой уже во многом пройденного этапа ихтиопаразитологии.

Что до морской паразитологии, то в ее области этот этап далеко не завершен. Огромные океанические просторы, разнообразие и ихтиофауны и паразитарных систем, а также экологических условий потребуют еще больших затрат труда и времени, чтобы приблизиться к тому уровню, которого достигла пресноводная ихтиопаразитология. К тому же и зарубежная, и отечественная морская ихтиопаразитология с момента ее зарождения, за весьма редкими исключениями, не использовала метод полного паразитологического вскрытия и, следовательно, не изучала паразитофауну, взятую в целом, а ограничивалась какой-то одной группой паразитов. Так, относительно хорошо изучены некоторые группы гельминтов, особенно трематоды (Mantel, 1967; Gibson, Gray, 1979), паразитических раков (Kabata, 1979); простейшие же исследованы крайне фрагментарно. Это относится не только к зарубежным, но и отечественным паразитологам. Исключение составляют работы АтлантНИРО и начатые недавно исследования ПИНРО. В то же время в ИНБЮМ, ТИНРО и некоторых других центрах методу полного паразитологического вскрытия не уделяется должного внимания. Работы АтлантНИРО и Зоологического института АН СССР показали, как много нового дает этот метод, особенно применительно к простейшим. Так, в Атлантическом океане открыта богатая фауна миксоспоридий, описано много новых таксонов такого высокого порядка, как семейства. К тому же многие виды миксоспоридий оказались крайне важными вредителями рыбных товаров, нанесшими и продолжающими наносить крупный ущерб рыбной промышленности.

У нас в стране еще слабо развита марикультура, которой принадлежит большое будущее. В этой отрасли хозяйства специалисты уже сталкивались, сталкиваются и будут сталкиваться с серьезными проблемами, вызываемыми паразитарными болезнями. Опыт японских, американских и английских паразитологов показывает, что это — не пустые слова. Необходимо, чтобы наши морские подразделения уделили паразитологическим проблемам в марикультуре больше внимания, чем это делалось ранее. Опыт ИНБЮМ и Беломорской станции ЗИН АН СССР показывает, с какими неожиданностями приходится встречаться при выращивании тех или иных морских объектов. Например, такие банальные трематоды как *Lecitaster*, *Brachiphallus* и другие хемиуриды даже в единичных количествах вызывают гибель личинок сельдевых при их искусственном выращивании. Вообще паразитарным болезням молоди морских рыб нужно уделить больше внимания: по имеющимся пока еще немногочисленным данным молодь этих рыб на ранних этапах развития страдает

от паразитов в такой же мере, как и молодь пресноводных рыб.

В рыборазведении все большее значение приобретают незаразные болезни, которым у нас до недавнего времени не придавали должного значения. Это, в первую очередь, алиментарные болезни, связанные с неполноценными, несбалансированными по аминокислотам, а часто просто с некачественными кормами. Среди них следует назвать цероидную дегенерацию печени и гепатому лососевых. Известно, что последняя нанесла значительный ущерб форелеводству в США. За последние годы она приобрела широкое распространение и у нас в СССР, в некоторых районах интенсивного форелеводства, например, в Прибалтике. Изучение гепатомы, а также регистрацию опухолей, наблюдаемых у разводимых и диких рыб, взял на себя Институт экспериментальной медицины ЭССР, за что мы должны выразить ему благодарность. Им же был проведен в 1983 г. специальный симпозиум. Лица, ответственные за выращивание товарной форели, должны понять, что форель, как и все лососевидные, очень чувствительна к качеству кормов, и к этой проблеме необходим строго научный подход. Но и в карповодстве качеству кормов надо уделять должное внимание. Напомню, что за последние годы недооценка этой проблемы нанесла большой ущерб карповодству ГДР. Выяснилось, что так называемая «вертежная болезнь» сеголетков и годовиков карпа, распространявшаяся в ГДР очень быстро и дававшая в отдельных хозяйствах до 90% отхода молоди, связана с недостатком в кормах определенной категории жирных кислот. Предложено для ее профилактики добавлять в корма растительные масла. Это полезно знать всем нашим карповодам и ихтиопатологам.

Из других незаразных болезней следует назвать газопузырьковую болезнь, возникающую при выращивании рыб в бассейнах при перенасыщении воды газами, особенно азотом. Эта болезнь обстоятельно изучил ВНИИПРХ и предложил меры по ее профилактике.

Таково в очень краткой форме современное состояние ихтиопатологии в СССР и за рубежом. Нашими важнейшими задачами являются: скорейшая ликвидация упущений, которые выявлены по отдельным ее разделам (вирусология, бактериология, иммунология и др.) и закрепление наших позиций по тем разделам, где мы находимся впереди наших зарубежных коллег. Это требует значительных усилий как по линии повышения квалификации специалистов, так и по улучшению обеспеченности лабораторий современным оборудованием, реактивами, а главное экспериментальными базами, которыми мы почти не располагаем. В этом отношении необходима помощь Минрыбхоза СССР, Президиума АН СССР и других министерств и ведомств. Повышение квалификации научных сотрудников должно быть направлено на их специализацию. Давно прошли те времена, когда один ихтиопатолог мог быть более или менее компетентным по всем или, по крайней мере, по нескольким разделам ихтиопатологии. В настоящее время ихтиопатология может развиваться лишь при наличии отдельных групп ихтиовирусологов, ихтиобактериологов, ихтиомикологов, ихтиогематологов, ихтиоонкологов, ихтиоиму-

нологов, ихтиопаразитологов и т. д., владеющих современными методами своей специальности и свободно ориентирующихся в огромном потоке современной как отечественной, так и зарубежной литературы. Для создания таких специалистов необходимо шире использовать такие методы, как целевая аспирантура и стажировка в научных центрах нашей страны и развитых зарубежных стран, проведение научных школ и семинаров, усовершенствование научной информации, особенно в области зарубежной литературы, и т. д., и т. п. Ведь ни для кого не секрет, что многие наши лаборатории болезней рыб бассейновых институтов Министерства рыбного хозяйства, лабораторий других ведомств (в том числе Академии наук СССР и республиканских академий) работают недостаточно эффективно, продолжают вести исследования на уровне 60-х и даже 50-х годов, ограничиваясь подчас сбором поверхностных ихтиопатологических данных, подменяя тем самым созданную у нас в стране более 10 лет тому назад ведомственную ихтиопатологическую службу. В новой пятилетке необходимо отойти от выполнения тех работ, которые должны выполняться ихтиопатологической службой. Только при этих условиях отечественная ихтиопатология сможет занимать то место, которое ей положено как представителю одной из ведущих стран мира в области рыбного хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

- Иванова Н. Т.* Материалы к морфологии крови рыб. Ростов-на-Дону, изд-во РГПИ, 1970, 136 с.
- Иванова Н. Т.* Атлас клеток крови рыб. М., Легкая и пищ. пром., 1983, 80 с.
- Кеннеди К. Р.* Экологическая паразитология. М., Мир, 1978, 230 с.
- Chubb J.* Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part IV.— *Advances in Parasitology*, 1982, vol. 290, p. 1—292.
- Fish Biologics: serodiagnostics and vaccines.*— In: *Developments in biological standardization*, vol. 49, S. Karger, Basel et al., 1981, 489 p.
- Gibson D. Y., Bray R. A.* The Hemiuroidea: terminology, systematics and evolution.— *Bull. British Museum (Natural History), Zoology series*, 1979, vol. 36, N 2, p. 35—146.
- Goven B. A., Dawe D. L., Gratzek J. B.* Protection of channel catfish, *Ictalurus punctatus* Rafinisque, against *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet by immunization.— *J. Fish. Biol.*, 1980, vol. 17, N 3, p. 311—316.
- Goven B. A., Dawe D. L., Gratzek J. B.* In vitro demonstration of serological cross-reactivity between *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet and *Tetrahymena pyriformis* Lwoff.— *Edv. Immunol.*, 1981, vol. 5, p. 283—289.
- Kabata Z.* Parasitic Copepoda of british fishes. The Ray Society, London, 1979, 468 p. + 2031 fig.
- Kennedy C. R.* Reproduction and dispersal.— In: C. R. Kennedy (ed.). *Ecological Aspects of Parasitology*. Amsterdam, 1976, p. 143—160.
- Kennedy C. R.* Biotic factors.— In: D. F. Mettrick a. S. S. Desser (eds.). *Parasites — their World and ours*. Amsterdam, 1982, p. 293—302.
- Kennedy C. R.* Host-parasite interrelationships: strategies of coexistence and coevolution.— In: C. J. Barnard (ed.) *Producers and Scroungers. Strategies of Exploitation and Parasitism*. London et al., 1984, p. 34—59.
- Leong J. C., Hsu Y., Enkelking H. M.* Synthesis of the structural proteins of Infections Hematopoietic Necrosis virus.— In: *Bacterial and viral disleases of fish. Molecular Studies* (ed. Crosa J. H.). Univ. Washington, Seattle, 1983, p. 61—71.

- Manter H. W.* Some aspects of the geographical distribution of parasites.— *J. Parasitol.*, 1967, vol. 53, N 1, p. 1—9.
- Van Muiswinkel W. B., Cooper E. L.* (ed.) Immunology and immunization of fish. Pergamon Press, New York et al., 1982, 255 p.
- Pilcher K. S., Fryer J. L.* The viral diseases of fish: a review through 1978.— In: *CRC critical reviews in Microbiology*, 1980, p. 287—363.
- Wolf K., Markiw M. E.* Ichthyophthiriasis immersion immunization of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) using *Tetrahymena thermophila* as a protective immunogen.— *Canad. J. Fish Aquat. Sci.*, 1982, vol. 39, N 12, p. 1722—1725.
- Wolf K., Snieszko S. F., Dunbar C. E., Pyle E.* Virus nature of infections pancreatic necrosis in trout.— *Proc. Soc. Exper. Biol. Med.*, 1960, vol. 104, p. 105—108.
- Zwillenberg L., Jensen M., Zwillenberg H.* Electron microscopy of the viral haemorrhagic septicemia of rainbow trout.— *Arch ges. Virusforsch.*, 1965, vol. 17, p. 1—19.

O. N. Bauer

PRESENT STATE AND PERSPECTIVES OF FISH PATHOLOGY

Short history of fish pathology for 80 years is given since the publication of the first review done by Hofer (1904). The first decades can be characterized as the time of investigation of fish parasites and parasitic infections. Several bacterial diseases and mycoses have been also studied. Since the first paper on IPN etiology (Wolf et al., 1960) studies of viruses and virus diseases started and are in progress till now. About 50 diseases, the virus agents of which had been isolated or studied using the electron microscope, had been already described. During last years earnest studies on bacteria and fungi as agents of fish diseases have been done, describing new species of such. A lot of papers have been published on fish immunology and immunoprophylaxy. Several vaccines against vibriosis, furunculosis and red mouth diseases of salmonids have been proposed and are used in several countries. In the USSR fish parasitology is better developed than in other countries, but fish immunology is studied by several scientists only. The study of fish parasites is to be done now on populational level.

БОЛЕЗНИ РЫБ И БОРЬБА С НИМИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО РЫБОВОДСТВА

В. А. Мусселиус, Ю. А. Стрелков

ВНИИПРХ, Московская область; ГосНИОРХ, Ленинград

За последние годы отечественная ихтиопатологическая наука достигла определенных успехов. Разработаны меры борьбы с рядом паразитарных болезней (ихтиофтириоз, филометроидоз, ботриоцефалоз и др.); созданы методики диагностики некоторых вирусных болезней (краснуха, VHS); изучен ряд новых болезней, в том числе микоз плавательного пузыря форели, гепатома форели; успешно апробирован формалин и иодиол для обработки икры против VHS; разрабатывается вакцина от вибриоза и краснухи; предложены мероприятия по борьбе с газопузырьковой болезнью и другие. За последние 5 лет создано более 20 инструкций и наставлений, утвержденных Главветупр.

Однако, несмотря на достигнутые успехи, мы все-таки отстаем в решении больших задач, поставленных перед товарным рыбоводством Продовольственной программой, где предусмотрено увеличить объем производства товарной прудовой рыбы в 3 раза. Еще велики потери рыбы при выращивании, еще много сложных нерешенных вопросов, которые надо решать не только ихтиопатологам, но (обязательно в комплексе) и физиологам, токсикологам и другим специалистам.

Как известно, товарное рыбоводство сейчас включает в себя не только традиционное прудовое рыбоводство, но и его индустриальные формы — садковое, лотковое, бассейновое, рыбоводство на теплых водах и озерное товарное хозяйство во всех его разновидностях, а в ближайшие годы — и марикультуру. Очевидно, что будет развиваться новая технология выращивания рыбы в замкнутых системах, где создаются совсем необычные для рыб условия. Все перечисленные формы рыбоводства несомненно перспективны, но в условиях интенсификации требуют к себе особого внимания ихтиопатологов. Если посмотреть зарубежную литературу, то все эти формы широко используются, однако контроль за состоянием здоровья рыб и профилактика болезней — это обязательное звено в цепи любого технологического процесса: без своевременной профилактики продукция хозяйств не будет стабильной, а потери рыбы будут достигать значительных размеров.

За последние годы значительно повысился уровень интенсификации (т. е. увеличались плотности посадки рыбы), что способствует распространению возбудителей; все большее место стали занимать растительноядные рыбы (до 26%), которых выращивают вместе с карпом; не всегда достаточно хорошо качество корма, без которого невозможно товарное рыбоводство. Медленно, но верно происходит загрязнение прудов, озер, водохранилищ, что неизменно сказывается на устойчивости рыбы к заболеваниям. Загрязнение прудов происходит и от избытка продуктов обмена веществ самих рыб, и от отмирания микроводорослей, и от накопления аммиака (конечного продукта разложения органики), и от попадания в воду рыбохозяйственных водоемов загрязнений промышленности и сельского хозяйства, что случается все чаще и со все большими последствиями. Иногда рыбы адаптируются к небольшим количествам загрязнителей, но чаще исход бывает летальным, и тут легко ошибиться — принять токсикоз за краснуху или жаберный некроз. В некоторых случаях токсины (микотоксины) дают полную картину некроза жабр (Галаш и др., 1985).

Индустриализация рыбоводства также сказывается на рыбе. Выращивание в садках, бассейнах, на теплых водах имеет свою разработанную технологию и, если считать стрессом пересадку, перевозку и т. д., то новые технологии избобилуют стрессами, а их влияние на организм рыбы и возможность провокации болезней очень вероятны. Это показано в ряде случаев. Раскрытие механизмов стрессов в рыбоводстве очень важно для практики.

Наибольшую опасность, как и ранее, в современном рыбоводстве представляют такие инфекции, как краснуха, воспаление плавательного пузыря (ВПП) и жаберный некроз (ЖН) карпа, VHS форели, потери от которых могут достигать значительных величин. В ГДР 37—62% потерь посадочного карпа и 48—66% — форели приходится на влияние среды обитания; на долю же паразитарных болезней приходится 2,6% потерь карпа и 5—12% — форели. От ВПП потери карпа составляют 6—13%; за счет недостаточно хорошего физиологического состояния карпа гибнет от 10 до 16% и форели от 3 до 16% соответственно. Оценивая эпизоотическое состояние хозяйств, расположенных на нижней Эльбе, немецкие коллеги считают, что 64% рыбы гибнет за счет стоков промышленности, а за счет сельскохозяйственных стоков — 25%, в том числе навозная жижа дает 21% гибели, сток бытовых вод — 7% (Schreckenbach, 1982).

Названные выше болезни часто передаются контактным путем, приносят существенный вред в интенсивно эксплуатируемых прудах, где рыбу выращивают при высоких плотностях посадки. Прямые потери (т. е. гибель рыбы) могут достигать в отдельных случаях 50—70%, не говоря о непрямых потерях — снижении темпа роста, потери веса, ухудшении товарных качеств, «плохой оплате» корма и т. д.

Инфекционные болезни у нас изучены относительно слабо, во-первых, потому, что их научились диагностировать значительно

позднее, чем паразитарные; во-вторых, потому что их изучение требует специалистов высокой квалификации, сложного и разнообразного оборудования (часто импортного), дефицитных реактивов, сред, а также обязательного наличия специальных экспериментальных баз; в-третьих, потому что этот раздел ихтиопатологии стал развиваться в СССР только в конце 60-х годов.

В настоящее время у нас и в европейских странах, культивирующих карпа, разработаны серологические методы диагностики, экспресс-методы определения чувствительности бактерий к антибиотикам, которые применяют для профилактики и терапии. Однако вопрос борьбы с краснухой еще нельзя считать решенным. Необходимо создание и внедрение в производство отечественной вакцины как наиболее эффективного способа борьбы с краснухой. В УкрНИИРХ создана экспериментальная вакцина, но нужно время для ее лабораторной и производственной проверки.

В отношении этиологии воспаления плавательного пузыря карпа (болезни, широко распространенной не только у нас, но и в других европейских странах, культивирующих карпа) вопрос пока еще окончательно не решен. В ЧССР связывают ВПП с наличием CO_2 и удобрением прудов органикой (Hartmann, 1983). Есть предположение, высказанное венгерскими, а затем западногерманскими учеными (Molnar, 1980; Ковач-Гейер, 1983; Csaba et al., 1984; Körtling et al., 1984), что этиологическим агентом ВПП являются простейшие — кровепаразиты или микроспоридии *Sphaerospora renicola*. В последние годы венгерские ученые работали над подтверждением этого предположения. Были отвергнуты вирусная и бактериологическая этиология болезни, и все большее подтверждение получает высказанное ими предположение. Однако еще требуются более тщательные эксперименты.

Вопрос об этиологии НЖ карпа пока тоже остается спорным. О том, что под названием «некроз жабр карпа» скрываются несколько болезней — сомневаться не приходится. Одна из них — незаразная форма, вызываемая неблагоприятными гидрохимическими условиями; вторая — бактериальная, описанная в ВНР, возбудителем которой является флексибактер. Подобная клиника может быть при самых различных токсикозах, при протозойных болезнях, микроспоридиозах, дактилогирозах и ряде других болезней, поэтому при диагностике надо обязательно исключать токсикозы и другие заболевания.

Что касается вирусной формы болезни, то пока еще мы с уверенностью (90%) считаем, что такой формы нет. Вирус есть, он отнесен к семейству Iridoviridae, детально изучен и у нас (в БелНПО и БелНИЭВ), проведены несколько комиссионных биопроб, но убедительных данных о том, что этиология вирусная, мы все же не имеем. имеющийся вирус слабо патогенен, гибели рыбы в биопробе не было и клиническая картина слабая. Может быть, он слабопатогенен потому, что это эволюционно давно сложившаяся система «паразит—хозяин», а может быть, вирус делается активным в каких-то экстре-

мальных условиях или при снижении резистентности рыбы? Или этот вирус обычен для водных животных?

Вибриоз диагностируется в прибрежных водах Прибалтики, где успешно выращивают форель в садках. Как известно из опыта других стран (ГДР, США, Япония), наиболее эффективным способом профилактики считается вакцинирование выращиваемых рыб за месяц до пересадки ее в морскую воду. Создание отечественной вакцины осуществляется в Таллинском отделении БалтНИИРХ. Разрабатывают вибриозную вакцину и во ВНИРО.

Вирусная геморрагическая болезнь (VHS) диагностирована у нас на Украине и в Прибалтике. Эта болезнь есть почти во всех зарубежных странах, выращивающих форель. Вирус болезни переносится с икрой. Как с вирусной болезнью, с VHS трудно бороться. Наиболее правильным в данном случае является профилактическая обработка икры хлорамнином, что успешно проверено в УкрНИИРХ.

В борьбе с фурункулезом разработана методика обработки икры иодином или формалином. Это совместная работа ВИЭВ и ВНИИПРХ (Юхименко и др., 1984).

Из новых болезней следует отметить недавно обнаруженный микоз плавательного пузыря форели, возбудителем которого являются несовершенные грибы *Phoma herbarum* и другие (Марченко, 1979, 1981). Готовится инструкция по его профилактике. Стали диагностировать у нас и флексибактериоз, борьба с которым разработана за рубежом (Farkas, Olah, 1981)

Паразитарные болезни наблюдаются у нас в стране, но приносят меньший ущерб, так как в арсенале ихтиопатологической науки имеются достаточно эффективные средства борьбы с ними. Некоторые паразитарные болезни, появившиеся в последнее время (сфероспороз жабр и кожи, миксоблезы, нефрит форели, кокцидиоз жабр и др.), еще недостаточно изучены. Некоторые появились впервые, например, новое заболевание карпа, пока условно названное «вертежом» по одному из клинических признаков, но не совсем относящееся в отношении этиологии. К вертежу форели оно не имеет отношения. Этой болезнью занимались ученые ГДР, которые установили, что она вызывается дефицитом энергии вследствие недостатка жира. Синдром характеризуется уменьшением содержания сырого жира менее 5%, сырого протеина менее 10%, и повышением содержания воды более 78% в теле, а также уменьшением содержания протеина менее 2,98%, повышением концентрации и роста отношения К/Са в плазме крови. В результате низкого содержания жира (6%) в обычных кормах у сеголетков наблюдают недостаточное образование жира и дефицит энергии. Кормление энергетически сбалансированными кормами с повышенным содержанием жира не допускает возникновения этого синдрома и положительно влияет на рост, потребление протеина и выживаемость карпа (Spangenberg, Schreckenbach, 1984)

Регистрируются при новой биотехнике выращивания и другие заболевания а некоторые болезни меняют форму своего проявления

в новых условиях, поэтому изучение паразитарных болезней должно вестись в большинстве случаев применительно к современным формам биотехники рыбоводства.

Из паразитарных болезней продолжают приносить ущерб ихтиофтириоз, дактилогироз, филOMETРОИДОЗ, в редких случаях — ботриоцефалоз. Остальные болезни чаще всего являются следствием недостаточной культуры рыбоводства. Это понятие сборное, оно включает невыполнение ряда элементарных правил рыбоводства: недопустимое превышение плотности посадки рыбы во все категории прудов, использование недоброкачественных кормов, систематическое невыполнение ветеринарно-санитарных правил и системы профилактических мероприятий, особенно при перевозке рыбы из неблагополучных хозяйств в благополучные.

С паразитарными болезнями бороться проще, чем с инфекциями. Конечно, надо иметь не 1—2 препарата для борьбы с тем или иным паразитом, знать, когда надо проводить профилактику, следить за тем, чтобы не пропустить этот момент, все время контролировать интенсивность инвазии. Тогда можно вовремя и правильно принимать меры профилактики. Набор химиопрепаратов и антибиотиков, применяемых в рыбоводстве, невелик. Для борьбы с бактериальными болезнями в ЧССР используют рупин и хронидин: это — местные препараты, сделанные на основе хлорамфеникола, т. е. левомицетина. Окситетрациклин, сульфамеразин, фуразолидон широко используются в Болгарии. В Польше предлагают ряд препаратов для дезинфекции — стеринин, биоваль, дистерил, а также ряд иодофоров, например инкодин (Przychodzki, Marciniak, 1984). Как считают авторы, эти препараты лучше, чем хлорсодержащие. В качестве антигельминтиков рекомендуют тенифугин и некоторые другие аналоги фенасала (Rajchard, 1983). Японцы тоже работают с хлорамфениколом, хлортетрациклином, фуразолидоном. Хороший эффект они получают при использовании разных трав и отваров из них. Используют и окситетрациклин (Хатаи, Ясумото, 1982; Киемидзу, 1982).

Очевидно, скоро мы предложим способ разграничения паразитоза и болезни для ихтиофтириоза и дактилогироза карпа и принятия необходимых специфических мер. Это будет новый способ диагностики, доступный для ихтиопатологов на местах, особенно для сотрудников зональных инспекций.

Ученые США впервые в мире создали вакцину против ихтиофтириоза. При этом антигеном послужил ресничный аппарат инфузории, но поскольку культивировать в больших количествах ихтиофтириусов непросто, нашли идентичный антиген у свободноживущей ресничной инфузии *Tetrahymena piriformis*. Известны вакцины против вибриоза и фурункулеза, а против инвазионной болезни — это первая (Dickerson et al., 1984).

Появляется все больше сообщений о распространении незаразных болезней, связанных либо с нарушениями в диете, либо с ухудшением условий окружающей среды (загрязнение, избыток в воде газов, токсикозы и др.). Эти болезни обуславливаются постепенной инду-

риализацией рыбоводства (Головин, 1983) Кроме того, в самой технологии современного рыбоводства заложены многочисленные стрессовые факторы (облов, пересадка, перевозка, различные обработки), являющиеся обязательными звеньями технологического процесса. Стресс-факторы резко снижают резистентность и, следовательно, прямо или косвенно способствуют возникновению болезни. Очевидно, что основным мероприятием, сдерживающим распространение таких болезней, является профилактика. Проще и дешевле предупредить, чем лечить болезнь, это — общеизвестно. В этом большая роль должна быть отведена ведомственной ихтиопатологической службе на местах: в каждом рыбоводном хозяйстве должен быть разработан обязательный план проведения профилактических мероприятий, в котором учтены особенности данного хозяйства.

Чтобы уменьшить потери рыбы от болезней сейчас и на перспективу, необходимо усилить изучение инфекционных болезней. Надо понять необходимость перехода ихтиопатологии в методическом отношении на новый этап исследований, связанный со сложными комплексными исследованиями, которые следует осуществлять совместно с медиками и ветеринарами. От того, как организованы и проведены ихтиопатологические исследования, зависит будущее рыбоводства — и пресноводного, и морского. Это очевидно для всех. Не надо бояться новых болезней, они будут обязательно: 10 лет тому назад было описано 7—8 вирусов рыб, а сейчас их уже около 50, в том числе первый вирус у осетровых; бактериальных болезней было 2—3, а сейчас 8—10.

С ростом производства увеличивается ущерб от болезней рыб, проблема становится все более сложной. По данным японских исследователей, ущерб от болезней карпа в Японии составляет от 0,5 до 2,2% (от стоимости всей продукции), потери по угрю — от 8 до 16,8%, по аю — от 3 до 17%. На вибриоз падает 60% потерь от всего улова. Ущерб молоди лососевых от вирусных болезней (IHN и IPN) составляет 4—7% (Ямаузаки, 1984).

Зарубежный опыт (а он огромен) говорит о том, что со всеми болезнями можно бороться, если действовать правильно и своевременно, предупреждая появление болезни.

В США нет специальной ихтиопатологической службы, но в 42 штатах из 50 есть пункты, куда можно обратиться за советом и помощью по болезням рыб. Это — университетские кафедры, лаборатории, частные службы, департаментские лаборатории охраны здоровья рыб, а всего в США 96 пунктов, где оказывают помощь по болезням рыб (Dupree et al., 1984).

Многое зависит от уровня рыбоводной культуры, которая в СССР еще далека от совершенства, особенно если речь идет о внедрении, что сейчас очень важно. Если бы в хозяйствах работу вели на должном уровне, то многие болезни и не возникали бы, был бы снят целый ряд проблем. Подъем рыбоводной культуры — одна из злободневных задач. В хозяйствах сейчас организуются специальные лаборатории, задача которых — контролировать и соответственно управлять окру-

жающей средой, а значит — профилактировать возникновение болезней.

Основные направления исследований в отрасли рассмотрены и утверждены Научным советом Ихтиологической комиссии на 12-ю пятилетку. Это — изучение этиологии болезней, разработка современных методов диагностики и профилактики инфекционных болезней рыб в условиях промышленного рыбоводства (имеются в виду вирусные, бактериальные и грибные болезни). Сюда входят изучение иммунитета рыб как основы для разработки биологических мер борьбы, создание диагностикумов и вакцин, разработка методов серодиагностики и способов их применения при разной технологии рыбоводства, создание отечественных перевиваемых клеточных культур, селекция на устойчивость рыб, в том числе форели; изыскание новых препаратов для профилактики и терапии бактериальных и паразитарных болезней и микозов; изучение критериев диагностики паразитарных болезней рыб как основы для разработки биологических методов борьбы; изучение незаразных болезней рыб: стрессов, токсикозов (особенно микотоксикозов) выяснение влияния их на организм рыбы и способы профилактики; изучение опухолей рыб и среды обитания в условиях разных технологий.

Основной задачей, стоящей сейчас перед отраслевой ихтиопатологической наукой и практикой, является резкое сокращение потерь от болезней в максимально сжатые сроки. Для того, чтобы решить эту нелегкую задачу, надо значительно поднять методический уровень научных исследований (особенно в изучении инфекций), не столько расширяя, сколько углубляя их. Надо поднять и уровень ведомственной ихтиопатологической службы, работать в контакте с ней. Комплексность исследований — путь к скорейшему решению поставленных задач.

ЛИТЕРАТУРА

- Галаш В. Т. Марченко А. М., Эллер В. С.* Влияние трихотеценовых микотоксинов на карпа.— В кн.: 8-е Всесоюзн. совещ. по паразитам и болезням рыб (Тез. докл.). Л., Наука. 1985, с. 27—29.
- Головин П. П.* Газопузырьковая болезнь рыб и ее профилактика. Рыбное хозяйство, 1983, № 5, с. 34—36.
- Ковач-Гейер Е.* Гистологическое изучение протозойной этиологии воспаления плавательного пузыря мальков и годовиков карпа.— Паразиты и паразитарные болезни рыб. Резюме докл. 1-го Междунар. симпоз. по ихтиопаразитологии. Ческе Будеевице, 1983, с. 75.
- Киемидзу Э.* Применение лекарственных растений для профилактики и лечения болезней рыб.— Есеку, 1982, т. 19, с. 98—100 (яп.).
- Хатаи К., Ясямото С., Ясунага Н.* Усвоение и экскреция лекарств при выращивании желтохвоста. I. Влияние скармливания хлорамфеникола на его концентрацию в тканях.— Сусан дзосеку, 1982, т. 29, № 4, с. 199—210 (яп.).
- Марченко А. М.* К эпизоотологии глубокого микоза радужной форели.— В кн.: 7-е Всесоюзн. совещ. по паразитам и болезням рыб. (Тез. докл.) Л., Наука, 1979, с. 68—69.
- Марченко А. М., Купинская О. А.* Микоз плавательного пузыря молоди кеты.— В кн.: Всесоюзн. совещ. «Организация мероприятий по борьбе с инфекционными болезнями рыб». (Тез. докл.). М., 1981, с. 43—44.

- Юхименко Л. Н., Лобунцов К. А., Викторова В. Ф., Золотарева И. М., Заплетникова Э. Н. Исун Дя З. Н. Итоги изучения *Aeromonas salmonicida* выделенных от дальневосточных лососей.— Научн. тр. ВНИИПРХ, 1984, вып. 40, с. 44—53.
- Мицузаки Такаеси. Рыбоводство во внутренних водоемах и мероприятия по борьбе с заболеванием рыб.— Есеку, 1984, т. 21, с. 34—39 (яп.)
- Csaba G. Kovacs-Gayer E., Bekesi L., Bucsek M., Szokolczai J. Studies into the possible protozoan aetiology of swimbladder inflammation of carp fry.— J. Fish Diseases, 1984, vol. 7, p. 39—56.
- Dickerson H. W., Brown I., Dawe D. L., Gratzek J. B. Tetrachimena pyriformis as a protective antigen against Ichthyophthirius multifiliis infection, comparison between isolates and ciliary preparations.— J. Fish. Biol. 1984, vol. 24, N 5, p. 523—528.
- Dupree H. K., Mayo M. J., Hunez J. V., Gindiu J. J. People to contact: sources of information on aquacultural needs.— In: Third Report to the Fish Farmers, 1984, p. 239—256.
- Farkas J., Olah J. Occurrence, experimental infection and treatment of myxobacterial gill disease of carp.— In: Fish, pathogens and environment in european polyculture, Szarvac, 1981, p. 483—492.
- Hartmann P. Einfluss der Umwelt auf die Schwimmblasenentzündung.— Československe Rybnikartser, 1983, N 2, s. 62—64.
- Körting W., Hoffmann K., Neukirch M., Fuhrmann H. Myxosporidienbedingte Schwimmblasenentzündung bei Karpfenbrut.— Tierärztl. Wschr., 1984, Bd. 97, s. 99—104.
- Lom J., Dykova I., Pavlaskova M., Grupsheva G. Sphaerospora molnari sp. nov. (Myxozoa, Myxosporidia) an agent of gill, skin and blood sphaerosporosis of common carp in Europe.— Parasitology, 1983, vol. 6, 3, p. 529—539.
- Molnar K. Renal sphaerosporosis in the common carp *Cyprinus carpio* L.— J. Fish Diseases, 1980, vol. 3, p. 11—19.
- Przychodzki A., Marciniak L. Incodina w praktyce rybactwej.— Gospodarka rybna, 1984, N 7, p. 21—22.
- Raihard J. Лекарственные препараты в рыбоводстве Чехословакии.— Rybarsivi, 1983, N 12, p. 267—268.
- Schreckenbach K. Die Bedeutung von Umweltfaktoren bei der Fischproduktion in Binnengewässern.— Mh. Vet. Med., 1982, Bd. 37, S. 220—230.
- Spangenberg R., Schreckenbach K. Die Ursache der Dreherkrankung des Karpfens (*Cyprinus carpio*) Fortschr. Fischereiwiss., 1984, Bd. 3, S. 23—46.

V. A. Musselius, Ju. A. Strelkov

FISH DISEASES AND THEIR CONTROL IN THE CONDITIONS OF MODERN FISH CULTURE

Most important diseases in modern fish culture, peculiarities of their epizootiology are discussed. Basic directions of future research work are ascertained.

СТРЕСС У РЫБ

П. П. Головин

ВНИИПРХ, Московская область

В ответ на воздействие сильных неблагоприятных факторов окружающей среды в организме развивается особое состояние адаптации, которое канадский ученый Ганс Селье впервые в 1936 г. назвал стрессом. Он определил стресс как совокупность общих стереотипных реакций организма на действие различных по своей природе сильных раздражителей, а сами раздражители назвал стресс-факторами или стрессорами (Селье, 1960). Учение о стрессе нашло широкое развитие в медицине, а в последние годы — в животноводстве. Достаточно сказать, что проблема стресса занимает одно из первых мест по объему исследований во многих отраслях медицины (Генес, Шенберг, 1984). В условиях интенсивного животноводства и птицеводства явления стресса стали регистрироваться значительно чаще, чем болезни (Болотников и др., 1983).

В настоящее время проблема стресса у рыб и оценки воздействия на них неблагоприятных условий содержания приобрела актуальность и в рыбном хозяйстве. Во многом это связано с переходом отрасли на промышленную основу и дальнейшим ростом интенсификации производства: это широкое использование заводского метода получения потомства и подращивания молоди в лотках, зимовка рыбы на теплых водах и в зимовальных комплексах, выращивание рыбы в садках и бассейнах (объем товарной продукции в них за последние 4 года увеличился более чем в 3 раза, с 49 до 187 тыс. ц, что составило 9% от общего объема выращиваемой рыбы против 2% в 1980 г.).

Однако эффективность индустриального рыбоводства остается еще невысокой: рыбопродуктивность большинства хозяйств не превышает 50—60 кг/м³, в хозяйствах нередко случаи заболеваний рыб, как незаразной, так и инфекционной и инвазионной природы. Во многом это обусловлено особенностями условий обитания рыб в процессе выращивания — ухудшением качества воды, резкими колебаниями температурного и газового режимов, воздействием различных биотехнических приемов (таких как перевозки, частые сортировки, пересадки и другие), играющие роль технологических стресс-факторов, к которым рыба вынуждена приспосабливаться с большим напряжением физиологических систем. Иногда эти воздействия превышают адаптивные возможности организма, что может привести к шоку или

даже смерти. За рубежом, например, отмечены случаи массовой гибели рыб (белого толстолобика, американского шэда, канального сомика) в результате манипуляций с ними или резких колебаний температуры воды (Ведемейер и др., 1981; Foote, 1976; Sarig, 1977).

Особенно часто неблагоприятные условия среды оказывают на рыб сублетальное воздействие. Под действием стресс-фактора в организме развиваются различные неспецифические физиологические реакции, которые образуют общий адаптационный синдром (Селье, 1960). Независимо от вида стресс-фактора общий адаптационный синдром у рыб характеризуется первичными и вторичными эффектами (Mazeaud et al., 1977). Первичные эффекты — это эндокринные изменения, которые у рыб выражены в увеличении аденокортикотропного гормона, поступающего из гипофиза, и циркулирующих в крови катехоламинов (в основном адреналина) и кортикостероидов (главным образом кортизола) (Peters, 1978; Strange et al., 1977). Вторичными эффектами являются биохимические и количественные изменения среди клеток крови под действием гормонов: это — увеличение содержания молочной кислоты, глюкозы, а также лейкопения, которая характеризуется лимфопенией, эозинопенией и нейтрофилией (Хамидов и др., 1973; Устинов, 1976; Albrecht, 1970, 1977; Grigo, 1975; Perrier et al., 1978, 1979).

Число тромбоцитов, по данным Кассиласа и Смита (Casillas, Smith, 1977), сразу после действия стресс-фактора резко возрастает, но уже спустя 3 часа восстанавливается. Проведенные нами опыты по влиянию различных стресс-факторов на сеголетков и двухлетков карпа показали, что повышение числа тромбоцитов сразу после стрессирования рыб непродолжительно (всего несколько часов), после чего число их резко снижается и через сутки достигает значений в 1,5—2 раза ниже, чем в контроле. При длительном воздействии стресс-фактора число тромбоцитов всегда было низким, что также отмечено Мак-Леем и Гордоном (McLeay and Gordon, 1977); при длительном воздействии на рыб сточных вод и такое изменение числа тромбоцитов следует признать характерным при стрессе. Простым и надежным показателем острого стресса у рыб может стать лейкокрит (отношение объема лейкоцитов и тромбоцитов к общему объему крови в процентах), характер изменения которого сходен с таковым у тромбоцитов (McLeay and Gordon, 1977; Головин, Головина, 1982).

Реакция красной крови при различных стрессах часто неоднозначна и, по мнению многих исследователей, мало пригодна для характеристики стресса у рыб (Головин, Головина, 1982; Casillas, Smith, 1977; Cairns, Christian, 1979).

Восстановление гематологических показателей у карпа после воздействия стресс-фактора протекает различно. Показатели красной крови и число тромбоцитов нормализуются на 2—4 сутки, лейкокрит — на 6—8-е, а число лейкоцитов — только на 14—20-е сутки (Головина и др., 1982).

Эндокринные и биохимические изменения при стрессе протекают значительно быстрее. Например, аденокортикотропный гормон в кро-

ви животных можно зарегистрировать только в первые минуты после воздействия однократного стресс-фактора. Изменение адреналина, кортизола и молочной кислоты происходит за 3—6 часов после стрессирования, а их значения могут превысить исходные в 5—10 раз; время изменения глюкозы более продолжительно — 6—12 часов (Малькольм, 1976; Mazeaud et al., 1977; Schreck, Lorz, 1978; Pickering et al., 1982).

Из других показателей в крови рыб при стрессе снижается содержание хлоридов (Millis, 1974; из Мартемьянов, 1982), изменяется электролитный баланс крови (Мартемьянов, 1982). При хроническом стрессе наблюдается истощение запасов гликогена в печени, витамина С в интерреналовой железе, развиваются катаболические процессы (Wedemeyer, McLeay, 1981).

Диагностика стресса основана на обнаружении в организме гормональных, биохимических и гематологических изменений, характерных для общего адаптационного синдрома Селье. Среди них наиболее значимы гормональные реакции, которые оценивают по содержанию в крови кортикостероидов, получивших название «стрессовых гормонов». Значительно чаще оценку стресса ведут по биохимическим и количественным показателям клеток крови: содержанию молочной кислоты, гликогена, а также по абсолютному числу лимфоцитов, эозинофилов, нейтрофилов и общему числу лейкоцитов и тромбоцитов, лейкоцитру. Однако следует учитывать, что характерные изменения среди отдельных групп лейкоцитов наблюдаются только при действии достаточно сильного стресса; при более слабых раздражителях отмечается снижение числа тромбоцитов и лимфопения, при нечетких изменениях в других группах лейкоцитов (Головин, Головина, 1982).

При диагностике стресса необходимо учитывать динамику и характер изменений отдельных показателей и время их восстановления. Так, при использовании гормональных и биохимических показателей кровь для анализа необходимо брать в первые 2 часа после стрессирования, а при использовании морфологических показателей — через несколько часов после начала воздействия стресс-фактора, когда изменения этих показателей наиболее выражены (Головина и др., 1982; Casillas, Smith, 1977).

Таким образом, в ответ на резко меняющиеся условия окружающей среды в организме рыбы происходят глубокие физиологические реакции адаптивного характера. Такая реакция на стрессор может заметно снижать защитные функции организма к воздействию различных патогенов рыб (Snieszko, 1970; Wedemeyer, Wood, 1974). Специальных исследований по этому вопросу крайне мало. Показано, например, что введение гонадотропных гормонов может активизировать у форели латентную форму фурункулеза, у карася — аэромоноз, а также повысить спонтанную зараженность рыбы сапролегнией, протозойными эктопаразитами и моногенейми (Микряков, 1974, 1984). По данным В. Р. Микрякова и О. Я. Аскинази (1983), повышение в крови уровня кортизола и адреналина подавляет у рыб фагоцитоз, снижает бактерицидную активность сыворотки крови и способ-

ности рыб противостоять бактериальной инфекции. Экспериментально выяснено, что у карпа в состоянии стресса происходит снижение бактерицидной активности сыворотки крови, повышается чувствительность к некоторым возбудителям заболеваний (Панасенко, Афанасьев, 1979).

В настоящее время в рыбоводной практике накоплен большой материал, свидетельствующий о тесной связи возникновения инфекционных и инвазионных заболеваний с наличием таких неблагоприятных факторов среды, как резкие перепады температуры воды, переуплотненные посадки, недостаток кислорода, частые биотехнические манипуляции с рыбой. По данным Г. А. Ведемейера (Wedemeyer, 1970) и С. Ф. Снежко (Snieszko, 1974), к таким заболеваниям можно отнести вибриоз, миксобактериозы, некоторые аэромонозы, ихтиободоз и другие. С развитием индустриальных методов выращивания рыбы подобные болезни получили распространение и в нашей стране. Это — вибриоз и миксобактериоз радужной форели (Ыун, Щукина, 1976; Просяная и др., 1978), аэромонозы угря, канального сома и карпа (Афанасьев, 1978; Афанасьев и др., 1978; Ыун и др., 1978). Возникновение этих заболеваний также связывают с воздействием стресс-факторов. Так, миксобактериоз форели возникает обычно при повышении температуры воды до 18—20°. Аэромоноз карпа провоцируют резкие колебания температуры воды и неполноценное питание (Афанасьев, 1978; Лобунцов и др., 1978). Последнее может настолько снижать неспецифическую резистентность рыб, что применение лекарственных препаратов при аэромонозе карпа часто оказывается малоэффективным.

В естественных водоемах возникновение аэромоноза рыб связывают с наличием хлорорганических пестицидов (Розум, 1981) или сточных вод промышленных предприятий (Крылов, 1965). Вибриоз форели провоцируют пониженное содержание кислорода и использование недоброкачественных кормов (Ыун, Щукина, 1976).

Кроме инфекционных заболеваний, в индустриальных хозяйствах отмечен ряд инвазионных болезней — триходиниоз, хилодонеллез, ихтиофтириоз, гиродактилез и другие, возникновение которых также связывают с наличием неблагоприятных условий выращивания рыб (Иванова, Мусселиус, 1969; Богданова, 1972; Головин, 1977, 1979; Калюга, Исков, 1981).

В индустриальных хозяйствах наблюдаются случаи несвойственного некоторым паразитам нарушения специфичности, например, интенсивное заражение годовиков белого амура зимой в садках типично карповыми гиродактилюсами — *G. katharineri*, *G. cyprini* (Березенец, 1977; Куденцова, Соломатова, 1978). Некоторых заболеваний рыб стали возникать при необычной для них температуре, например, хилодонеллез молоди карпа при 22—28° и выше, а ихтиофтириоз — при 0,2—5° в зимовальных прудах. Имеются и экспериментальные данные, показывающие резкое повышение чувствительности карпа к ихтиофтириозу под действием самых разнообразных стресс-факторов: сублетальных доз токсикантов, резких колебаний

температуры воды, пониженного содержания кислорода, многократного облова рыбы (Владимиров, Флеров, 1975; Панасенко, 1979; Головин, Головина, 1982).

Таким образом, неблагоприятные факторы окружающей среды оказывают существенное влияние на возникновение болезни и развитие эпизоотического процесса. Согласно известной триаде Снежко (Snieszko, 1974) болезнь (*B*) есть результат взаимодействия возбудителя (*B*), организма рыбы (*P*) и окружающей среды — стресса (*C*): $P + B + C^2 = B$, при этом значению стресса в возникновении болезни (значение его в квадрате) отводится первостепенная роль.

В процессе выращивания на рыбу могут влиять самые разнообразные по своей природе и силе воздействия стресс-факторы. Всех их, с определенной долей условности, можно объединить в несколько групп: **физические** — резкие изменения температуры воды; **химические** — пониженное содержание кислорода, перенасыщение воды молекулярным азотом, повышенное содержание NH_3 , CO_2 , накопление продуктов обмена рыб, сублетальные дозы токсических веществ, различные фармакологические препараты; **кормовые** — недокорм, использование несбалансированных кормов, частая смена рационов кормления; **травматические** — сильные ушибы, раны; **транспортные** — погрузка и перевозка рыбы на различное расстояние; **технологические** — переуплотненность, частые сортировки, пересадки, контрольные измерения, взвешивания, мечение, инъекцирование, чистка рыбоводных емкостей и другие. Последняя группа стресс-факторов особенно многочисленна в индустриальных хозяйствах, а вызываемый ими стресс, известный за рубежом как хендлинг-стресс (handling stress), оказывает существенное влияние на результаты выращивания рыбы.

В животноводстве выделяют еще одну группу стресс-факторов — **биологические**, представленные инфекционными или инвазионными заболеваниями, так как наряду с характерными для каждого заболевания признаками в организме развиваются неспецифические (в том числе гормональные) реакции, соответствующие общему адаптационному синдрому Селье. В последнее время такие неспецифические реакции при заболеваниях выявлены у рыб — при сапролегниозе, миксобактериозе и бактериальной болезни почек ВКД (Donaldson, 1981).

Профилактика стресса у рыб основана на устранении стресс-факторов, снижении их отрицательного влияния на рыбу или на предотвращение одновременности их действия (если их несколько). Достигается это несколькими путями: оптимизацией показателей водной среды, применением полноценных и обогащенных витаминно-минеральными добавками кормов, максимальным исключением технологических стресс-факторов, применением специальных медикаментозных препаратов наркотического или седативного действия, снижающих отрицательное влияние стресс-факторов.

Так, снижением плотности посадки и оптимизацией температуры воды (там, где это возможно) удается устойчиво профилактировать

миксобактериоз рыб (Snieszko, 1974; Wedemeyer, Wood, 1974). В некоторых случаях для улучшения параметров водной среды необходимо использовать термостатирующие устройства, дополнительную аэрацию или, наоборот, дегазацию воды при избытке молекулярного азота (Головин, Мусселиус, 1977).

Иногда возникает необходимость в устранении стресс-вызывающих приемов или технического устройства. Например, в ГДР на нескольких индустриальных хозяйствах для облова бассейнов успешно апробированы рыбонасосы, что позволяет не только ускорить и облегчить этот стресс, но и значительно снизить стрессовое воздействие облова на рыбу (Albrecht, 1979).

В некоторых случаях предупреждение отрицательных последствий стресса достигается устранением одновременности действия стресс-факторов. Интересен в этом отношении опыт ГДР, где возникновение некроза жабр карпа в индустриальных хозяйствах на теплых водах удалось предупредить изменением срока завоза рыбы из прудовых хозяйств. Проводят эту операцию рано осенью, при температуре воды в прудах не ниже 16—18°, что позволяет избежать температурного стресса и перерыва в питании рыб и, таким образом, предупредить некроз жабр и высоких потерь рыбы за зимний период выращивания (Schreckenbach и. а., 1984). Важное место в профилактике стресса имеет полноценное питание, а также дополнительное обогащение кормов витаминно-минеральными добавками. В животноводстве и птицеводстве этот способ широко используют для профилактики технологического, транспортного и других видов стрессов, поскольку установлено, что в стрессовом состоянии потребность в витаминах и некоторых минеральных веществах у животных резко возрастает (Устинов, 1976; Болотников и др., 1983). В полной мере это относится и к рыбе. В настоящее время определен круг витаминов и минеральных веществ, которые в первую очередь необходимо вводить в корм рыбе при неблагоприятных условиях содержания или воздействия каких-либо стресс-факторов. Это витамины А, Д₂ и Е, а также В, В₂ и С; из минеральных веществ — Мп, Zn, Со при обязательном введении в корм кальция в виде 1—2% мела (Гмыря, 1980; Романенко и др., 1982; Халмурадов и др., 1982).

Другим направлением в профилактике стресса является применение специальных антистрессовых препаратов транквилизаторов и седативных веществ. Эти препараты в настоящее время широко используются в животноводстве для профилактики острого стресса при транспортировке, проведении профилактических вакцинаций, переводе скота на стойловое содержание (Кашин, 1981; Болотников и др., 1983). В рыбоводстве антистрессовые препараты используются весьма ограниченно. Наиболее известен из них хинальдин — анестезирующий препарат нейротропного действия (Новоженин, 1969), который с успехом используют при лабораторных работах, мечении рыб, взятии половых продуктов, бонитировки производителей. В последние годы этот препарат рекомендован для транспортировки рыбы: посадочного материала, живой товарной продукции, производителей

(Рывлина и др., 1980; Никаноров и Климонов, 1984). При этом достигается двойной эффект: снижаются отрицательные последствия перевозки и значительно повышается производительность транспортных средств за счет увеличения плотности посадки перевозимых рыб.

За рубежом из препаратов аналогичного действия широко применяют MS-222 и пропаксат, производимый в Венгрии (Рывлина, Батухтина, 1978). При относительно длительных перевозках лососевых рыб, по данным Ведемейера и Вуда (Wedemeyer, Wood, 1974), положительный результат достигается добавлением в воду поваренной соли (0,1—0,3%), а при «мягкой» воде — добавлением хлорида кальция (CaCl_2) для повышения общей жесткости до 50 мг/л.

И, наконец, в самое последнее время появились работы об успешной апробации на рыбах некоторых транквилизаторов — аминазина и амизила, широко применяемых для профилактики стресса в животноводстве (Хайдарлиу и др., 1984).

Таким образом, проблема стресса у рыб (особенно в условиях высокоинтенсивного прудового и индустриального рыбоводства) приобрела в настоящее время важное значение. Исследования по оценке воздействия стресс-факторов на рыб в СССР только начаты и немногочисленны. Значительно шире эти исследования ведутся за рубежом, прежде всего в США, Канаде, Англии. В какой-то мере об этом говорит выход в США в 1976 г. книги Г. А. Ведемейера, Ф. П. Мейера и Л. Смита «Стресс и болезни рыб», перевод которой опубликован у нас в стране в 1981 г. (Ведемейер и др., 1981). Кроме того, в Англии в 1980 г. был проведен первый международный симпозиум «Стресс у рыб», материалы которого, под общей редакцией А. Д. Пикеринга (Pickering, 1981), опубликованы отдельным изданием и представляют собой наиболее полную публикацию по стрессу у рыб.

Однако многие вопросы развития стресса и механизм протекания стрессовых реакций (особенно на биохимическом и гормональном уровне) у рыб еще не изучен. Необходимо разработать простые и надежные методы диагностики стресса и оценки по ним стресс-устойчивости рыб. Практически нет данных по влиянию стресс-факторов на рыбоводно-экономические результаты. Необходимы дальнейшие исследования по профилактике стресса с использованием как фармакологических средств, так и комплексных кормовых антистрессовых препаратов, как это делается в животноводстве (Кашин, 1981).

В перспективе интересны исследования по использованию малых доз стрессового воздействия для повышения у рыбы общей неспецифической резистентности, проведение селекционно-генетических исследований по отбору особей, пород и популяций рыб, устойчивых к воздействию стресс-факторов.

ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьев В. И. Влияние температуры воды на развитие аэромоноза у рыб. Ветеринария, 1978, № 9, с. 56—58.
- Афанасьев В. И. Скляров В. Я., Таран Л. В., Сулейманян В. С. Профилактика аэромоноза при садковом выращивании карпа — В кн.: Матер. Всесоюз. совещ.

- «Профилактика и меры борьбы с болезнями рыб при интенс. методах выращивания». Краснодар. 1978, с. 23—24.
- Богданова Е. А.* Об изменении паразитофауны карпа при добавлении в рацион фосфатидов. — Изв. ГОСНИОРХ, 1972, т. 81, с. 83—88.
- Болотников И. А., Михеева В. С., Олейник Е. К.* Стресс и иммунитет у птиц. Л., Наука, 1983, 118 с.
- Борозенец А. Е.* Гиродактилез сеголетков белого амура, белого толстолобика и карпа в садковом хозяйстве Ермаковской ГРЭС. — В кн.: Новое в борьбе с инваз. болезнями рыб в условиях промысл. рыбов. (Тез. докл.), М., 1977, с. 18—19.
- Ведемейер Г. А., Мейер Ф. П., Смит Л.* Стресс и болезни рыб. М., Легкая и пищ. пром., 1981, 128 с.
- Владимиров В. Л., Флеров Б. А.* Восприимчивость к ихтиофтириозу рыб после отравления фенолом и полихлорпипином. — Инф. бюл. Ин-та биол. внутр. вод, 1975, № 25, с. 35—37.
- Генес В. С., Шенберг М. Г.* Стандартизация моделей стресса — первоочередная задача его исследователей. — В кн.: Стресс, адаптация и функциональные нарушения (Тез. докл.), Кишинев, Штиинца, 1984, с. 56.
- Гмыря И. Ф.* Потребность карпа в витаминах в зависимости от условий его содержания. — В кн.: Совершенствование биотехники пруд. рыбов. (Тез. докл.). М., 1980, с. 73—75.
- Головин П. П.* Паразиты и инвазионные болезни рыб в хозяйствах индустриального типа. — В кн.: Новое в борьбе с инваз. болезнями рыб в условиях промышленного рыбов. (Тез. докл.). М., 1977, с. 27—29.
- Головин П. П.* Паразиты и болезни рыб в хозяйствах индустриального типа. В кн.: Всесоюз. совещ. по паразитам и болезням рыб (Тез. докл.). Л., 1979, с. 25—26.
- Головин П. П., Головина Н. А.* Влияние стресс-факторов на гематологические показатели и зараженность карпа ихтиофтириусами. — Экспресс-инф. ЦНИИТЭИРХ, серия «Рыбохоз. исп. внутр. водоемов», М., 1982, вып. 4, с. 1—5.
- Головин П. П., Мусселиус В. А.* Газопузырковая болезнь рыб в хозяйствах индустриального типа. — Рыбное хозяйство, 1977, № 5, с. 33—36.
- Головина Н. А., Головин П. П., Быков А. Н.* Действие обловного стресс-фактора на гематологические показатели двухлетков карпа. — В кн.: Эффект. исп. водоемов Молдавии (Тез. докл.), Кишинев, 1982, с. 30—31.
- Иванова Н. С., Мусселиус В. А.* Паразитофауна карпов при садковом выращивании в водоемах-охладителях ГРЭС. Сб. по прудовому рыбов. М., ВНИИПРХ, 1969, с. 202—205.
- Калюга Н. В., Исков М. П.* Паразиты и болезни рыб в садково-бассейновом хозяйстве на теплых водах Приднепровской ГРЭС. — В кн.: Освоение теплых вод энерг. объектов для интенс. рыбов. Киев, Наукова думка, 1981, с. 430—434.
- Кашин А. С.* Профилактика и терапия транспортного стресса у телят. — Ветеринария, 1981, № 4, с. 61—63.
- Крылов О. Н.* Токсическая водянка рыб реки Камы и Камского водохранилища. Автореф. канд. дис., Л., 1965, 22 с.
- Куденцова Р. А., Соломатова В. П.* Новые заболевания рыб при индустриальных методах выращивания. — Экспресс-информ. ЦНИИТЭИРХ, сер. «Рыбохоз. исп. внутр. водоемов», М., 1978, вып. 10, с. 1—5.
- Лобунцов К. А., Белковский Н. М., Любимов Е. А.* Псевдомоноз карпов в зимовальном комплексе. В кн.: Пути улучшения вет.-сан. мероприятий по проф. и ликвидации инф. болезней рыб в рыбов. хозяйствах и бассейновых зимовальных комплексах (Тез. докл.) М., 1978, с. 30—31.
- Лав М. Р.* Химическая биология рыб. М., Пищ. пром., 1976, 248 с.
- Мартемьянов В. И.* Стресс как источник ошибок при эколого-физиологических исследованиях рыб. — Тр. Ин-га биол. внутр. вод, 1982, вып. 49, с. 124—134.
- Микряков В. Р.* Влияние характера углеводного обмена на иммунитет рыб к эктопаразитам. — В кн.: Всесоюз. совещ. по инваз. болезням рыб (Тез. докл.). М., ВАСХНИЛ, 1977, с. 70—71.
- Микряков В. Р.* Закономерности функционирования иммунной системы пресноводных рыб. — Автореф. докт. дис. М., 1984, 38 с.

- Микряков В. Р. Аскинази О. Я. Гормональная регуляция иммунной реактивности рыб. В кн.: Реакция гидробионтов на загрязнение. М.—Л., Наука, 1983, с. 207—222.
- Никонов С. И., Климонов В. О. Перспективы применения нейротропных веществ в рыбоводстве.— Рыбное хозяйство, 1984, № 4, с. 72—73.
- Новоженин Н. П. Использование анестезирующих веществ в рыбоводстве.— Сб. тр. ВНИИПРХ, 1969, т. 16, с. 258—271.
- Панасенко В. В. Влияние экологических факторов на рыб при заболевании ихтиофтириозом.— В кн.: 7-е Всесоюз. совещ. по паразитам и болезням рыб (Тез. докл.), Л., 1979, с. 78—79.
- Панасенко В. В., Афанасьев В. И. Реакция организма рыб на воздействие окружающей среды.— Матер. науч. конф. по направлению и интенс. рыбов. во внутр. водоемах Сев. Кавказа. Ростов-на-Дону, 1979, с. 172—173.
- Просьяная В. В., Наконечная М. Г., Головян Л. В. Микробактериоз форели, выращиваемой в бассейнах Киевской ТЭЦ-5.— В кн.: Освоение теплых вод энергетических объектов для индустр. рыбов. Киев, Наукова думка, 1978, с. 263—265.
- Розум Ю. Г. Влияние некоторых пестицидов на течение аэромоноза (краснухи) карповых рыб.— В кн.: Организация мероприятий по борьбе с инф. болезнями рыб (Тез. докл.) М., 1981, с. 60—61.
- Романенко В. Д., Евтушенко Н. Ю., Желтов Ю. А. Методические рекомендации по применению и технологии обогащения искусственных гранулированных кормов для рыб витамино-минеральными премиксами. Киев, Наукова думка, 1982, 15 с.
- Рывлина И. В., Батухтина Н. Г. Применение анестезирующих средств для транспортировки живой рыбы.— Библ. указ. ВИНТИ: депон. рукоп. (естеств. и точные науки, техника), 1978, № 11/85, деп. 174.
- Рывлина И. В., Куровский Е. А., Батухтина Н. Г., Шестаков Н. С. Применение анестезирующего препарата хинальдина при транспортировке товарного карпа.— Рыбное хозяйство, 1980, № 9, с. 17.
- Селье Г. Очерки об адапционном синдроме. М., Медгиз, 1960, 98 с.
- Хайдарлу С. Х., Штирба Е. И., Крепис О. М., Кракатица В. В. Предотвращение вредных последствий стресса у растительоядных рыб в процессе их искусственного разведения.— В кн.: Стресс, адаптация и функциональные нарушения (Тез. докл.) Кишинев, Штиинца, 1984, с. 363—364.
- Халмурадов А. Г., Пархоменко Ю. М., Черныш Ю. Ю., Чурилова Т. Я. Влияние добавок на развитие карпа в тепловодных условиях.— В кн.: 5-я Всесоюз. конф. по экологической физиол. и биохимии рыб (Тез. докл.) Киев, Наукова думка, 1982, ч. 1, с. 171—172.
- Хамидов Д. Х., Гульдиев Б. С., Рахимов Ж. Р., Масудова Р. И., Усманова А. С. Система крови как показатель стрессового состояния различных позвоночных животных.— В кн.: Стресс и его патологические механизмы. Кишинев, 1973, с. 134—135.
- Устинов Д. А. Стресс-факторы в промышленном животноводстве. М., Россельхозиздат, 1976, 166 с.
- Блун А. И., Шукина И. Н. О заболеваниях лососевых в садках.— Ветеринария, 1976, № 10, с. 44—46.
- Блун А. И., Шукина И. Н., Казри М. К. Аэромоноз в экспериментальном угреводстве в Эстонской ССР. В кн.: Пути улучшения вет.-сан. мероприятий по проф. и ликвидации инфекционных болезней рыб (Тез. докл.) М., 1978, с. 74—75.
- Albrecht M.-L. Physiologische Ergebnisse der Warmwasseraufzucht von Speisekarpfen (*Cyprinus carpio*) in Netzkäfigen.— Z. Fischerei, 1970, Bd. 18, H. 1—2, S. 15—34.
- Albrecht M.-L. Die Bedeutung von Stress-Folgen für den Fischorganismus.— Z. Binnenfischerei DDR, 1977, H. 8, S. 247—250.
- Albrecht M.-L. Die physiologische Belastung von Karpfen bei der Berücksichtigung der Vakuumsaugtechnik.— Z. Binnenfischerei DDR, 1979, H. 26, S. 167—170.
- Cairns M. A., Christian A. R. Effects of hemorrhagic stress on several blood parameters in adult rainbow trout (*Salmo gairdneri*)— Trans. Amer. Fish. Soc., 1978, vol. 107, N 2, p. 334—340.
- Casillas E., Smith L. S. Effect of stress on blood coagulation and haematology in rainbow trout (*Salmo gairdneri*)— J. Fish Biol., 1977, vol. 10, N 5, p. 481—491.

- Donaldson E. M.* The pituitary-interrenal axis as an indicator of stress in fish.— In: Stress and fish (Ed. A. D. Pickering).— L., N.-Y., 1981, p. 11—48.
- Foote P. S.* Blood lactic acid levels and mortality of American shad (*Alosa sapidissima*) utilizing the holyoke dam fishlift Massachusetts, 1974 and 1975.— Proc. Workshop Amer. Shad. Amherst, Mas., 1976, S. 1. s. a., p. 261—284.
- Grigo F.* Inwieweit wirkt die Temperature als stressor bei Karpfen (*C. carpio* L.): I. Stoffliche Zusammensetzung des Blutes unter besonderer Berücksichtigung der Serumelektrolyte.— Zool. Anz., 1975, Bd. 194, H. 3—4, S. 215—233.
- Maseaud M. M., Maseaud F., Donaldson E. M.* Stress resulting from handling in fish: primary and secondary effect.— Trans. Amer. Fish. Soc., 1977, vol. 106, p. 201—212.
- McLeay D. J., Gordon M. R.* Leucocrit: a simple hematological technique for measuring acute stress in salmonid fish, including stressful concentrations of pulp mill effluent.— J. Fish. Res. Board Can., 1977, vol. 34, N 11, p. 2164—2175.
- Perrier C., Terrier M., Perrier H.* A time-course study of the handling stress on cyclic AMP, lactate and glucose plasma levels in the rainbow trout (*S. gairdneri* R.) during a 64 hour recovery period.— Comp. Biochem. and Physiol., 1978, vol. 60A, N 2, p. 217—219.
- Perrier H., Perrier C., Peres G., Gras J.* Effects immediats de choes theramiques sur le taux de certains constituants du plasma de la truite ars-en-ciel d'eleavage: composes temoins du stress et fractions proteiques.— Rev. can. biolo. 1979, pub. 38, N 1, p. 37—41.
- Peters G.* Zur interpretation des Begriffes «Stress» beim Fisch.— Du und Tier, 1978, Bd. 8, H. 1, S. 19—20.
- Pickering A. D., Pottinger T. G. and Christie P.* Recovery of the brown trout, *Salmo trutta* L., from acute handling stress: a time-course study.— J. Fish. Biol., 1982, vol. 20, p. 229—244.
- Sarig S.* On the phenomenon of mass mortalities of silver carp in Israel due to stress conditions while handling. — Bull. Office Int. Epizoot., 1977, vol. 87, N 5—6, p. 445—448.
- Schreck C. B., Lorz H. W.* Stress response of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) elicited by cadmium and copper and potential use of cortisol as an indicator of stress.— J. Fish. Res. Board Can., 1978, vol. 35, N 8, p. 1124—1129.
- Schreckenbach K., Spangenberg R., Blume H.-W., Breuninger E., Hiltner R., Kasper W., Mix E.* Stabilisierung der Satzkarpfenproduktion in Warmwasseranlagen durch Frühbesatz.— Z. Binnenfischerei, 1984, Bd. 31, H. 3, S. 63—68.
- Snieszko S. F.* Bacterial gill disease of freshwater fishes.— U. S. Fish Wildl. Serv., Fish Dis. Leafl. 19 Washington, 1970, 4 p.
- Snieszko S. F.* The effects of environmental stress on outbreaks in infectious diseases of fishes.— J. Fish. Biol., 1974, N 6, p. 197—208.
- Strange R. A., Schreck C. B., Golden J. T.* Corticoid stress response to handling and temperature in salmonides.— Trans. Amer. Fish. Soc., 1977, vol. 106, p. 213—218.
- Wedemeyer G. A.* The role of stress in the disease resistance of fishes.— In: A simposium on diseases of fishes and shellfishes (Ed. S. F. Snieszko). Spec. publ. N 5, Amer. Fish. Soc., Washington, 1970, p. 30—35.
- Wedemeyer G. A., Wood J. W.* Stress as a predisposing factor in fish diseases.— U. S. Fish Wildl. Serv., Fish Leafl, 1974, N 38, 7 p.
- Wedemeyer G. A., McLeay D. J.* Methods for determining the tolerance of fishes to Environmental stressors.— In: Stress and fish (Ed. A. D. Pickering). L., N.-Y., 1981, p. 247—276.

P. P. Golovin

STRESS IN FISH

Existence of many different technological and other stressors, influencing negatively the results of fish production is specific for the present state of the intensive fish culture.

It has been shown that the stressors cause very important physiological changes in fish organisms. Such are the increase of corticosteroids, of lactic acid and glucose, decrease of trombocytes and leucocytes number, which can be used for stress diagnostics in fish.

Negative influence of stress displays in decrease of general resistance of fish organisms — suppression of fagocytosis and bacteriocidic activity of blood serum. This leads to the increase of fish sensibility to pathogens and to such diseases as aeromonosis, myxobacteriosis, vibriosis, ichthyobodosis etc.

Prophylaxy is based on removal of stressors, deminishing their influence on fish etc. Optimization of environment, use of food enriched with vitamins, exception of technological stresses, use of special drugs deminishing the influence of stress help to control stress diseases.

ВЫВЕДЕНИЕ КРАСНУХОУСТОЙЧИВЫХ ПОРОД КАРПА

В. С. Кирпичников, Ю. И. Илясов, Л. А. Шарт, И. В. Ганченко

Институт цитологии АН СССР, Ленинград
ВНИИПРХ, Московская область

Введение

Краснуха, или инфекционная водянка карпов, является тяжелым инфекционным заболеванием, приводящим к большим потерям рыб в прудовых хозяйствах многих европейских стран. Неблагополучны по краснухе и рыбхозы ряда районов СССР

Первой попыткой повышения устойчивости карпов к краснухе путем селекции является проводившийся в Германии в 30-е годы эксперимент по отбору для воспроизводства рыб, оставшихся здоровыми во время сильных вспышек краснухи. За три поколения селекции удалось значительно снизить относительное количество поражаемых краснухой карпов (Schäperclaus, 1953, 1955).

Сильно страдали от краснухи прудовые хозяйства Румынии. Румынские рыбоводы сознавали необходимость проведения селекции с целью повышения устойчивости карпов к краснухе. О ходе селекции, начатой в Румынии более 40 лет назад, имеются достаточно подробные сведения в литературе (Pojoga, 1967, 1972; Costea et al., 1980; Илясов, 1983). Значительного увеличения резистентности карпов удалось добиться путем селекции гибридного материала — помесей румынских, польских, немецких (лаузицких) и венгерских карпов с относительно устойчивыми к краснухе сазанами из румынских озер Олт и Сютгихол. Сведений об эффективности проведенной селекции мы, к сожалению, не имеем. Снижение заболеваемости могло быть результатом как накопления в ходе отбора генов устойчивости, так и улучшения условий содержания рыб, а также прекращения завоза в хозяйства карпов извне, очень часто провоцирующего вспышки краснухи.

В СССР от краснухи особенно страдают рыбхозы южных республик и областей — Украины, Грузии, частично Казахской ССР, Ростовской области, Краснодарского и Ставропольского краев. В Краснодарском крае вспышки краснухи наблюдаются ежегодно. В некоторых хозяйствах (например, в Приморско-Ахтарском рыбокомбинате) они протекают в очень тяжелой форме, заболевают нередко

до 80% двух- и трехлетних карпов, выращиваемых в нагульных прудах. Низовья Кубани и приазовские лиманы, как мы уже не раз отмечали (Кирпичников и др., 1972, 1976; Kirpichnikov et al., 1979; Илясов и др., 1983), являются постоянным естественным очагом краснухи. При наличии такого очага единственным эффективным способом снижения заболеваемости карпов краснухой следует считать переход на выращивание рыб, обладающих наследственно закрепленной повышенной резистентностью. Большое значение селекционных работ, направленных на повышение устойчивости животных и растений к болезням и неблагоприятным факторам окружающей среды, было особо отмечено на 4-м Всесоюзном съезде генетиков и селекционеров, состоявшемся в Кишиневе в 1982 г.

В 1963–1965 гг. на базе опытного участка прудов Ангелинского рыбопитомника (Краснодарский край) были проведены опыты по оценке относительной устойчивости к краснухе и продуктивных качеств карпов нескольких породных групп (Кирпичников и др., 1967). В 1965 г. там же были начаты селекционные работы, задачей которых являлось повышение путем отбора устойчивости карпов к краснухе. Ход работ и их результаты неоднократно освещались в печати (Кирпичников и др., 1972, 1976, 1978; Кирпичников, Факторович, 1972; Илясов и др., 1983; Kirpichnikov et al., 1979). Применявшиеся нами методы селекции подробно рассмотрены в последнем сообщении (Илясов и др., 1983), охватывающем период работы до 1980 г. включительно. Там же приведены и данные по эффективности селекции на повышенную устойчивость карпов к краснухе.

Прежде, чем перейти к изложению новых материалов, собранных нами в 1981—1984 гг., и к общему анализу результатов двадцатилетних работ, остановимся вкратце на вопросах этиологии краснухи. На основании многолетних наблюдений над течением краснухи и ее симптомами (начиная с середины 30-х годов), можно сделать вывод, что ее проявление удивительно постоянно и во времени в пространстве. Мы предполагаем поэтому, что краснуха является единым заболеванием и что представления о множественности форм краснухи ошибочны. Мы считаем, что первичным возбудителем краснухи является специфический вирус, впервые выделенный югославскими и советскими исследователями (Fijan, 1966, 1972; Fijan et al., 1971; Осадчая, Руденко, 1980). При наличии вируса патогенными, способными провоцировать заболевание, становятся некоторые бактерии. Мнение о единой форме краснухи разделяется рядом других ученых (Бауер и др., 1977; Щербина и др., 1980; Факторович и др., 1982). Некоторые исследователи допускают, однако, наличие у карпа нескольких краснухоподобных заболеваний с различной этиологией (Fijan et al., 1971; и др.).

**СЕЛЕКЦИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВО
СЕЛЕКЦИОННЫХ ОТВОДК КАРПА
Воспроизводство селекционных отводок**

В 1981—1984 гг. селекцию карпов на повышение устойчивости к краснухе проводили, как и ранее, одновременно в трех племенных отводках, а именно — среди чешуйчатых ропшинских карпов (Р), чешуйчатых украинско-ропшинских помесей (УР) и местных разбросанных (зеркальных) карпов (М). Характеристика этих отводок дана нами ранее (Илясов и др., 1983); укажем лишь, что все они были достаточно гетерогенными, в особенности отводка УР, полученная путем скрещивания двух очень далеких друг от друга пород карпа — ропшинской (Ленинградская обл.) и украинской рамчатой (Донрыбкомбинат). В 1982 г. впервые были получены шестые поколения селекции отводок УР и М, в 1983 г. — восьмое поколение отводки Р (рис. 1). Начиная со 2-го поколения селекции, почти ежегодно проводилось испытание помесей между отводками (реципрокные скрещивания М и Р, М и УР, Р и УР). Целью этих испытаний являлось выявление наиболее перспективных гетерозисных комбинаций, пригодных для промышленной гибридизации.

Каждое новое поколение селекционных отводок мы получали (для предотвращения излишне большого коэффициента инбридинга и гомозиготизации стада) от группы производителей (табл. 1). Скрещивания проводили при помощи искусственного осеменения смеси икры, взятой от всех самок данной группы, смесью молок от всех самцов. После завершения инкубации икры в аппаратах Вейса и подращивания молоди в прудах в течение 30—45 дней, сеголетков содержали в прудах совместно, используя серийное мечение. Совместное выращивание рыб всех племенных отводок практиковалось на 2-м и 3-м годах жизни. Плотности посадок рыб были как правило высокими, для годовиков при весенней посадке в нагульные пруды они составляли около 2000 шт/га, с расчетом на гибель и выбраковку значительного числа больных рыб. Малые размеры селекционного участка (4 га) заставляли резко ограничивать численность селекционного стада. В каждой группе мы оставляли на племя (в возрасте 3 лет) не более 30—40 карпов, не болевших краснухой.

Отбор карпов по степени устойчивости к краснухе

Карпы всех 3 отводок, полученные в 1980 г. в 1981 г. краснухой почти не болели, гибель за счет краснухи не превышала 2—3%. Сильная вспышка краснухи произошла на 3-м году жизни, в 1982 г.; число погибших и переболевших, но выздоровевших рыб превысило 90%. Карпы генерации 1981 г. (отводки М-5 и Р-7) перенесли в 1982 г. относительно слабую вспышку краснухи, в 1983 г. не болели совсем.

Отбор на повышение устойчивости мы проводили на протяжении всех поколений селекции, кроме последнего 6-го, в группах УР и М,

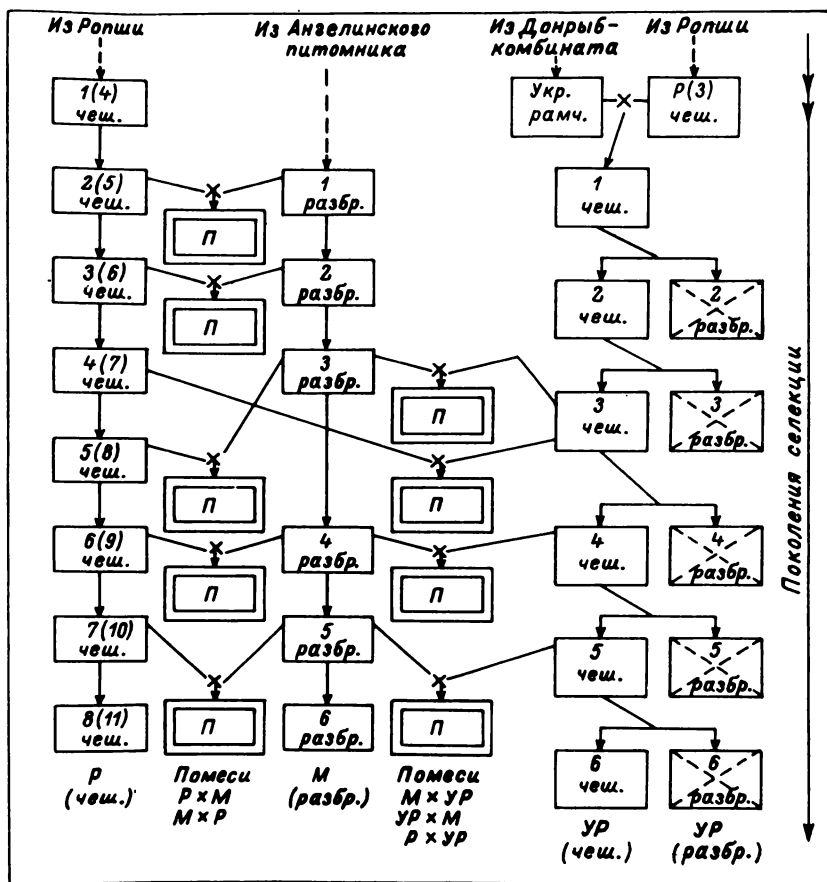


Рис. 1. Схема воспроизводства селекционных отводок карпа на опытном участке Ангелинского рыбозитовника (Краснодарский край, 1965—1984)

Р, УР и М — селекционные отводки (ропшинские карпы, украинско-ропшинские помесные карпы, местные разбросанные карпы), *чеш.* — чешуйчатые, *разбр.* — разбросанные, *рамч.* — рамчатые, *укр.* — украинские карпы, *П* — помеси. Цифры — последовательные поколения селекции ропшинского карпа с начала работ в Ропше По Илясову и др., 1983, с дополнениями

и 8-го в группе Р (табл. 2). Отбор всегда был массовым, для воспроизводства сохраняли только совершенно не болевших особей, или, в крайнем случае, рыб, перенесших краснуху в очень легкой форме. Для заражения двух- и трехлетних карпов в нагульные пруды опытного участка подсаживали больных рыб, привезенных из других рыбхозов Краснодарского края. В ряде случаев применяли внутривнутреннюю инъекцию патогенного материала — вводили суспензию растертых внутренних органов, взятых от больных рыб (Толмачева, 1969; Кирпичников и др., 1971, 1972; Kirpichnikov et al., 1979).

Напряженность отбора была довольно высокой. В первых 4 поколениях селекции карпов отводок УР и М и в 6 поколениях отводки Р оставались здоровыми не более 20% посаженных в пруды рыб; их

Таблица 1

Использованный материал			
Год	Отводка и поколение селекции	Число	
		самок	самцов
1981	Р—7	4	8
	М—5	6	8
	УР—5	6	8
1982	М—6	8	12
	УР—6	10	15
1983	Р—8	5	10
1984	М—6	5	10
	УР—6	9	10
	Р—8	9	10

сохраняли для воспроизводства (см. табл. 2). В 5-м (в группе Р — в 7-м) поколении не всегда удавалось вызвать вспышку краснухи и в результате напряженность отбора снизилась. Полученные в 1982 и 1983 гг. новые поколения селеционируемых карпов (УР-6, М-6 и Р-8) краснухой почти не болели. Завоз больных рыб из других рыбоводных хозяйств был запрещен, а спонтанные вспышки заболевания на нашем участке прекратились.

Отбор по скорости роста

В ходе селекции на повышение устойчивости карпов к краснухе в отдельные годы наблюдалась отчетливая отрицательная корреляция между устойчивостью и скоростью роста рыб. С целью предотвращения снижения темпа роста мы проводили (в основном на сеголетках и годовиках) отбор по размерам и весу. Показатели отбора в первых поколениях селекции были умеренными, при этом напряженность

Таблица 2

Напряженность отбора на устойчивость к краснухе в различных племенных отводках карпа (1-е — 7-е поколения селекции), по Илясову и др., 1983, с добавлением новых данных

Поколение селекции	Показатели напряженности отбора (V %) в различных отводках *		
	УР	М	Р
1	17,1 (1)	34,9 (1)	—
2	17,8 (2)	11,6 (2)	21,0 (2)
3	12,9 (3)	7,0 (3)	12,4 (2)
4	18,3 (4)	15,4 (3)	9,1 (2)
5	30,6 (2) **	41,9 (3) **	7,2 (3)
6	—	—	8,3 (2)
7	—	—	40,3 (3) **

* В скобках — число генераций.

** В группах УР—5, М—5 и Р—7 напряженность отбора среди карпов генерации 1980 г была очень высокой (V равнялась соответственно 9,7, 7,4 и 8,7%); в остальных генерациях, наоборот, небольшой (V от 37,8 до 61,4%).

Отбор по скорости роста карпов трех селекционных отводок
(генерации 1978—1984 гг.)

Генерации (годы)	УР			М			Р		
	поко- ление	\bar{v}		поко- ление	V %		поко- ление	V %	
1978	—	—	—	5	32,1	0,37	7	38,6	0,26
1980	5	72,8	0,41	—	11,9	0,85	7	78,1	0,34
1981	—	—	—	5	23,7	1,54	7	34,1	0,41
1982	6	39,2	0,50*	6	18,0	1,50*	—	—	—
1984	—	—	—	6	35,9	2,00 ^c	—	—	—

Интенсивность отбора определена приблизительно.

и интенсивность отбора колебались в широких пределах (Илясов и др., 1983).

В генерациях карпов, полученных в последние годы, показатели отбора по скорости роста также были очень изменчивыми. Наиболее жестко удалось провести отбор в группах карпов М-5 и М-6. В двух других племенных отводках отбор по росту практически отсутствовал (табл. 3)

Промышленная гибридизация

Оценку помесей между селекционными отводками проводили на протяжении многих лет. В результате опытов 1969—1980 гг. было установлено, что гетерозис по скорости роста наблюдается при всех скрещиваниях и проявляется как на первом, так и на втором году жизни. Величина «истинного» гетерозиса — преимущества гибридов в весе по отношению к лучшей из родительских форм — менялась (при сравнении двухлетних рыб) в пределах от 8 до 28%. Гетерозис по росту и особенно по выживаемости отчетливо выражен уже при выращивании мальков, в течение первого месяца их жизни. Гетерозис по степени устойчивости рыб к краснухе несомненен только в отношении помесей М×УР; возможно, однако, что повышенной устойчивостью обладают и помеси Р×УР (Илясов и др., 1983)

В 1981 г. был проведен еще один опыт оценки гетерозиса по скорости роста сеголетков. При помощи искусственного осеменения икры получены были «чистые» потомства УР-5 и М-5 и от тех же производителей помеси УР×М и М×УР (табл. 4) В первое время все потомства содержали отдельно, в садках, затем они были высажены в один пруд. Уже через месяц, в начале августа, помеси обогнали по скорости роста чистопородных карпов. Гетерозис был особенно значительным при выращивании помесей ♀♀ УР × ♂♂ М. После корректировки приростов с учетом небольших различий в посадочных весах (возникших также в результате гетерозиса) преимущество группы УР×М составило 15%.

В двух селекционных отводках (М и Р) были определены частоты аллелей шести полиморфных локусов ферментов, а именно — сыворо-

Гетерозис по скорости роста, скрещивание УР—5 и М—5 (опыты 1981 г.)

Огво:	Средний вес сеголетков (прир. № 6), г			Исправлен- ные приросты ($K=4$), г	Истинный гетерозис по весу. % **		
	7 VIII	7.IX	10.X		7 VIII	10.X	10.X по исправленным приростам
УР—5	8,4	29,9	38,7	34,7	—	—	—
УР×М	11,5	42,6	59,4	39,9	+29,2	+53,5	+15,0
М×УР	9,2	36,5	45,4	37,4	+3,3	+17,3	+7,8
М 5	8,9	30,1	38,4	31,9	—	—	—

Корректировка приростов произведена по формуле $Y'=Y-Kd$, где Y — фактический прирост рыб данной группы, d — различие между исходным средним весом рыб этой группы и исходным средним весом всех рыб, K — коэффициент коррекции, приравненный 4 (Wohlfarth, Moav, 1972).

* — Преимущество по сравнению с лучшим родителем.

Таблица 5

Частоты фенотипов малатдегидрогеназы и частоты аллелей локусов лактатдегидрогеназы, -глицерофосфатдегидрогеназы, ксантиндегидрогеназы и фосфоглюкомутазы у карпов ропшинской (Р) и местной (М) селекционных отводок
Краснодар, опытный участок, 1982 г. (по Тихомировой, 1984)

Локусы	Электрофоретическая подвижность аллельного	Породные группы		
		М	Р (Краснодар)	Р (Ропша)
s Мдг—4	100	1,00	0,87**	1,00
m Мдг— 2	100	1,00	1,00	0,61**
Лдг—С2	100	0,90	0,67	1,00
	136	0,10	0,33	0
α Гфдг—1	95	0,16	0,54	0,25
	100	0,84	0,46	0,75
Кдг	91	0,25	0,06	0
	100	0,69	0,70	0,97
	110	0,06	0,24	0,03
Фгм—	94	0,25	0,46	0,54
	100	0,75	0,54	0,46
Эст—1	95	0,53	0,41	0,35
	100	0,47	0,59	0,65

* — Электрофоретическая подвижность наиболее частого аллеля принята равной 100;

** — Полиморфизм по „ну. лелям.

точной малатдегидрогеназы (s МДГ-1), печеночной лактатдегидрогеназы (ЛДГ-С2), α-глицерофосфатдегидрогеназы (α-ГФДГ), ксантиндегидрогеназы (КДГ), фосфоглюкомутазы (ФГМ) и эстеразы (ЭСТ-1) (Тихомирова, 1984) Достоверные различия в частотах были обнаружены по пяти из этих генетических систем (табл. 5). Различия носят количественный характер и не могут быть, к сожалению, непосредственно использованы для маркировки селекционных от-

водок и помесей между ними. Для экспериментов по сравнительной оценке помесей можно, однако, подобрать в двух отводках разных по генотипу гомозиготных производителей. Помеси будут гетерозиготными, легко отличающимися от обеих родительских форм.

Эффективность селекции

Опыты по сравнительной оценке устойчивости карпов разных селекционных поколений к краснухе были проведены в 1975—1976 гг. и в 1978—1980 гг. Наличие в маточном стаде Ангелинского опытного участка производителей нескольких селекционных поколений (разного возраста) позволило получать одновременно карпов 3 и даже 4 поколений селекции. При постановке опытов 1978—1980 гг. к подопытным карпам были подсажены карпы контрольной группы, привезенные из Синюхинского рыбхоза Краснодарского края. Во всех опытах обнаружена была повышенная устойчивость карпов последнего селекционного поколения — увеличенным оказалось и общее число выживших рыб и количество рыб, оставшихся здоровыми (рис. 2). Оба эти показателя возрастали из поколения в поколение; в последних селекционных поколениях они были значительно более высокими, чем в контроле. Опыт, проведенный под наблюдением правительственной комиссии, был посвящен оценке карпов отводки УР (2-е — 5-е по-

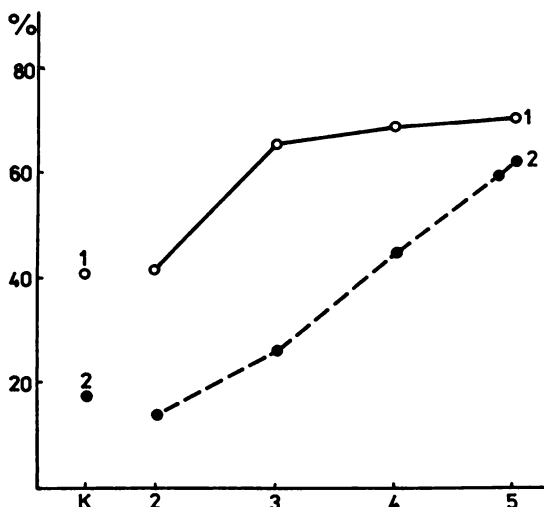


Рис. 2. Эффективность селекции карпа на повышение устойчивости к краснухе. Опытный участок Ангелинского рыбобитомника, 1978—1980 гг. одновременное выращивание четырех поколений селекционной отводки УР и, дополнительно, контроля

По абсциссе — селекционные поколения (к — контроль); по ординате: 1 — количество выживших рыб, %; 2 — количество рыб, оставшихся здоровыми во время вспышки краснухи, %

колениа) и отводки М (4-е и 5-е поколения), а также помесей М×УР. Помеси не уступали по устойчивости карпам 5-го селекционного поколения (отводки М). Отводка Р была исследована менее тщательно, но было установлено, что эффективность селекции карпов этой отводки меньше, чем эффективность селекции карпов УР (Илясов и др., 1983).

В 1983—1984 гг. в Приморско-Ахтарском рыбокомбинате Кубаньрыбпрома была организована производственная проверка рыбохозяйственных качеств наших карпов. С этой целью в 1983 г. в Ангелинском рыбопитомнике из личинок, полученных на опытном участке, были выращены сеголетки помесных карпов УР×М и М×УР. Весной 1984 г. годовики были перевезены в Ахтарский рыбокомбинат для зарыбления двух специально выделенных нагульных прудов. Два других пруда на том же участке служили контролем и были зарыблены в основном годовиками из Ангелинского питомника, не подвергавшимися селекции. Обловы прудов дали следующие результаты (табл. 6):

1) Различия между прудами по всем показателям очень велики и это сильно снижает точность их сравнения.

2) По усредненным показателям пруды, в которых выращивались карпы нашей селекции, лучше контрольных. Различия в пользу подопытных прудов составили 22% по продуктивности (по карпу), 43% по выживаемости и 6% по средней навеске. Эти различия, однако, недостоверны из-за большой величины вариантов прудов. Статистически высоко достоверно только различие по суммарной выживаемости (см. табл. 6).

3) При несомненных преимуществах помесных карпов по всем показателям абсолютные величины выживаемости этих карпов очень низки и значительно уступают показателям, полученным в опытах 1978—1980 гг. на опытном участке Ангелинского питомника (28 вместо 72%).

4) Двукратной повторности опытов недостаточно для объективной оценки рыбохозяйственных качеств карпов селекционных отводок.

В настоящее время, помимо небольшого маточного стада карпов всех 3 отводок, имеющегося на опытном участке, созданы стада карпов двух из них (УР и М) в Ангелинском рыбопитомнике Кубаньрыбпрома и в Кубанском рыбопитомнике (КЗРП) Краснодарьрыбводпрома. Численность ремонта и производителей на селекционном участке КЗРП составляет сотни голов, это позволило уже в 1984 г. получить свыше 28 млн. личинок помесных групп УР×М и М×УР. Проверка качеств отселектированных карпов проведена в 1985—1986 гг. в достаточно широких масштабах.

ОБСУЖДЕНИЕ

Продолжение работ по селекции карпа на повышение устойчивости к краснухе требует решения ряда методических вопросов:

1) Какие методы селекции следует применять в ходе дальнейших работ?

к такому снижению намечается. Имеются два способа борьбы с этим последствием селекции на устойчивость — увеличение напряженности и интенсивности отбора по скорости роста и широкое использование помесей между отводками, как правило, отличающихся ускоренным ростом. Выращивание помесей оправдало себя в производственных условиях Приморско-Ахтарского рыбокомбината.

Одной из причин различных результатов опытов по определению эффективности селекции, проведенных в двух рыбхозах, является несоблюдение условий постановки таких опытов в Приморско-Ахтарском рыбокомбинате. Обязательными условиями являются, помимо трех- или четырехкратной повторности опытов, полная облавливаемость прудов, отсутствие в них неконтролируемых посторонних рыб, недопущение браконьерского лова, возможность регулярного проведения летних контрольных обловов. Ни одно из этих условий не было выполнено. Важнейшим недочетом опытов, поставленных в Приморско-Ахтарске, являлась невозможность точного учета количества рыб, сохранившихся в прудах к осени, так как пруды полностью не облавливаются и часть рыб остается в них на зиму. Эти рыбы служат источником заражения посадочного материала на следующий год.

Относительно небольшая величина различий в выживаемости рыб в опытных прудах может быть также результатом общего снижения сопротивляемости карпов инфекции вследствие плохого качества воды, питающей пруды комбината — в ней содержится много солей тяжелых металлов. Это предположение требует проверки. Так или иначе, но опыты по определению эффективности селекции должны быть проведены с соблюдением всех необходимых условий.

Отметим в заключение, что неотложной задачей дальнейшей работы является уточнение сведений о генетике устойчивости карпа к краснухе, в частности о характере наследования генов устойчивости и о величине наследуемости этого признака. Без таких сведений трудно будет решать многие сложные вопросы проведения селекции на устойчивость.

ВЫВОДЫ

1) Работы по селекции карпа на повышение устойчивости к краснухе проводились на протяжении 20 лет (1965—1984). В 1981—1984 гг. проводили отбор на устойчивость среди карпов всех трех селекционных отводок: ропшинских карпов (Р) 7-го поколения, местных разбросанных карпов (М) и урканско-ропшинских помесей (УР) 5-го поколения. Впервые получены (в результате массовых скрещиваний) новые поколения селекционируемых карпов (М-6, УР-6 и Р-8). Напряженность отбора на устойчивость во всех поколениях селекции была высокой, на племя сохраняли не более 20% всех выращиваемых рыб. Основным методом селекции был массовый отбор.

2) В 1981 г. были уточнены данные о гетерозисе по скорости роста у помесей М×УР. На первом году жизни помесные карпы растут мно-

го быстрее карпов исходных форм — М и УР. Помеси отличаются и повышенной устойчивостью к краснухе.

3) Два опыта одновременного выращивания карпов 3 и даже 4 последовательных поколений селекции показали, что селекция карпов отводки УР была эффективной. Число рыб, оставшихся здоровыми после вспышки краснухи, увеличилось за 4 поколения селекции с 14—18% до 60%.

4) Производственная проверка рыбохозяйственных качеств отселекционированных карпов, проведенная в Приморско-Ахтарском рыбокомбинате, дали относительно скромные результаты, но и здесь карпы гибридных групп УР×М и М×УР опередили по всем показателям контрольных карпов. Более точные данные по эффективности селекции могут быть получены в производственных условиях при соблюдении ряда обязательных требований к постановке подобного рода опытов, и, прежде всего, трех- или четырехкратной повторности опытов и полной облавливаемости прудов.

ЛИТЕРАТУРА

- Бауер О. Н., Мусселиус В. А., Николаева А. В., Стрелков Ю. А. Ихтиопатология. М. Пищевая пром., 1977, 431 с.
- Илясов Ю. И. Генетические основы селекции рыб на устойчивость к заболеваниям.— В кн.: Биол. основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции. Л., Наука, 1983, с. 120—129.
- Илясов Ю. И., Кирпичников В. С., Шарт Л. А. Селекция карпа на устойчивость к краснухе.— В кн.: Биол. основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции. Л., Наука, 1983, с. 130—146.
- Кирпичников В. С., Факторович К. А., Бабушкин Ю. П., Нинбург Е. А. Селекция карпа на устойчивость к краснухе.— Изв. ГосНИОРХ, 1971, т. 74, с. 140—153.
- Кирпичников В. С., Факторович К. А., Бабушкин Ю. П., Животова М. А., Толмачева Н. В. Сравнительная устойчивость разных групп карпа к краснухе.— Генетика, 1967, т. 3, № 3, с. 57—70.
- Кирпичников В. С., Факторович К. А., Сулейманян В. С. Повышение устойчивости карпа к краснухе путем селекции. — I.— Генетика, 1972, т. 8, № 3, с. 34—41.
- Кирпичников В. С., Факторович К. А. Повышение устойчивости карпа к краснухе путем селекции. 2.— Генетика, 1972, т. 8, № 5, с. 44—54.
- Кирпичников В. С., Факторович К. А., Шарт Л. А. Селекция карпа на устойчивость к краснухе.— Изв. ГосНИОРХ, 1976, т. 105, с. 16—28.
- Кирпичников В. С., Илясов Ю. И., Факторович К. А., Шарт Л. А. Селекция карпа на повышение устойчивости к краснухе.— Научн. тр. ВНИИПРХ, 1978, т. 20, с. 78—96.
- Осадчая Е. Ф., Руденко А. П. Патогенность вирусов, выделенных при краснухе (весенней виремии) карпов, и клинико-морфологическая характеристика естественного течения болезни и в эксперименте.— В кн.: Рыбное хозяйство. Киев, Урожай, 1981, вып. 32, с. 66—70.
- Тихомирова Г. И. Биохимическая генетика карпа.— Автореф. канд. дис. Л., 1984, 18 с.
- Толмачева Н. В. О возможности искусственного заражения карпов краснухой.— Изв. ГосНИОРХ, 1969, т. 65, с. 14—25.
- Факторович К. А., Дьякова Г. И., Бойцова И. Л. Опыт оздоровления рыбхоза северо-западной зоны СССР от краснухи карпа *Syrpinus carpio* L. (Cyprinidae).— Вопр. ихтиологии, 1982, т. 22, № 4, с. 671—676.
- Щербина А. К., Осадчая Е. Ф., Просяная В. В. Основные результаты научных исследований по борьбе с болезнями рыб.— В кн.: Рыбное хозяйство, Киев, Урожай, 1980, вып. 30, с. 60—64.

- Costea E., Cristian A., Matei D.* Cercetari si experimentari de selective prin incrusari intre crapul salbatic, autohton si form de crap de culture (autohton si din import).— *Hidrobiologia* (R. S. R.), 1980, vol. 16, p. 275—281.
- Falconer D. S.* Introduction to quantitative genetics. Oliver a. Boyd, Edinburg — L., 1960, 365 p.
- Fijan N N.* Experimental transmission of infectious dropsy of carp.— *Bull. Office internat. epizooties*, 1966, vol. 65, N 5—6, p. 731—738.
- Fijan N N.* Infectious dropsy in carp. Disease Complex.— In: *Symp. Zool. Soc., L.* N 30, 1972, p. 39—51
- Fijan N N Petrineč Z., Sulimanovič D., Zwillenberg L. O.* Isolation of the viral causative agent from the acute form of infectious dropsy of carp.— *Veter Archiv*, 1971, vol. 41, p. 125—138.
- Kirpichnikov V S* Genetic bases of fish selection. Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg N. Y., 1981, 411 p.
- Kirpichnikov V S., Ilijasov Ju. I., Shart L. A., Factorovich K. A.* Selection of common carp (*Cyprinus carpio*) for resistance to dropsy. In: *Advances in aquaculture*. Fish. News Books Ltd., Farnham, 1979, p. 628—633.
- Pojoga J* Contributii la obtinerea unui tip metisi si hibridi de crap si comportarea chez la hidropizia infectioasă. In: *Instit. Agronomic «N. Bălcescu», Atelierele didactice*. Bucurest, 1967, p. 1—37
- Pojoga J* Race metis et hybrides ches la carpe Bull. franc. piscicult., 1972, vol. 44, N 244, p. 134—142.
- Schäperclaus W* Bekämpfung der infectiösen Bauchwassersucht der Karpfen durch Züchtung erblich widerstandsfähiger Karpfenstämme.— *Z. Fischer N. F.* 1953, Bd. 1, N 5—6, S. 321—353.
- Schäperclaus W* Die Bewertung des Karpfens bei der Zuchtauslese.— *Z. Fischer N. F.*, 1955, Bd. 4, N 7—8, S. 483—520.*
- Wohlfarth G., Moav R.* The regression of weight gain on initial weight in carp. I. Methods and results.— *Aquaculture*, 1972, vol. 1, N 1, p. 7—28.

V. S. Kirpichnikov, Ju. J. Ilijasov, L. A. Schart, I. V. Ganchenko

SELECTION OF CARP STRAINS RESISTANT TO DROPSY

Selective work on carp strains resistant to dropsy have been continued in 1981—1985 using the experimental section of the Angelinka fish farm (Krasnodar district). This work has been started at the same place in 1965. Fifth and sixth selective generation of local (M) and ucranian-Ropsha hybrid (IP) strains as well as the seventh and eighth generation of Ropsha (P) carps have been cultured. To prevent inbreeding each new generation was gained using groups of spawners not less than 5 females and 8 males. Intensive selection on dropsy resistance was done in 1982 using three summer old carps of the 1980 generation of all three strains; the following generations were infected at a very low rate. Simultaneously the selection on growth rate was also used. Most intensive this was done among M carp strains (5th and 6th generation). Among hybrids of IP and M a heterosis of growth rate and vitality especially during the first year of life has been noted.

Reliable increase of dropsy resistance has been noted in the 5th generation of M strain and especially of IP strain. Good results have been also gained during the estimation of IP×M strains cultured in the ponds of Primorsk-Akhtarsk fish farm. More experiments are to be conducted to estimate the resistance and productivity of all selected carp strains.

ВИРУСНЫЕ БОЛЕЗНИ РЫБ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

И. С. Щелкунов

ВНИИПРХ, Московская область

Изучение вирусных инфекций рыб приобретает все более значительный и углубленный характер. Это определяется постоянным расширением и интенсификацией производства культивируемых рыб во всем мире, и первостепенным значением, которое приобретают в этих условиях инфекционные и, в частности, вирусные болезни рыб. Наличие в достаточном количестве широкого ассортимента коммерческих питательных сред и препаратов, посуды и специального оборудования явилось надежной материальной основой, позволившей обеспечить проведение исследований на высоком научном уровне, а также сделать их доступными для ихтиопатологов-практиков.

Вирусологические исследования давно уже не носят разобщенный характер. Они сконцентрированы преимущественно в нескольких крупных лабораториях, каждая из которых является школой со сложившимися традициями и областью разрабатываемых вопросов. Это лаборатории Б. Хилла в Англии, П. де Кенкелена во Франции, В. Ане в ФРГ, Национальная лаборатория здоровья рыб и лаборатория Дж. Фрайера в США и ряд других. В последнее время значительные исследования были проведены коллективом японских специалистов под руководством Т. Сано. Получили дальнейшее развитие вирусологические работы и в СССР

Сейчас для решения многих вопросов ихтиовирусология стала шире использовать возможности биохимии, биофизики, молекулярной биологии, иммунологии. Это привело к проникновению в нашу науку принципиально новых методов и подходов и, как следствие, к появлению первых обнадеживающих результатов и формированию новых направлений. Сюда относятся, в частности, разработка специфических высокочувствительных иммуноферментных методов детектирования вирусных антигенов, получение моноклональных антител. Начинаются первые работы с применением методов генной инженерии. Надо полагать, что за этими работами будущее.

За последние годы опубликовано несколько обзоров по вирусам и вирусным болезням рыб. Наиболее ранними из них являются исчерпывающие обзоры Мак Аллистера (McAllister, 1979), где отражены биологические, физико-химические, биофизические и биохимические

свойства вирусов, и обзор Пилчера и Фрейера (Pilcher, Fryer, 1980), где, помимо указанных свойств известных вирусов, изложены также вопросы диагностики, профилактики и терапии вирусных болезней. Новые данные, полученные в конце 70-х и начале 80-х годов, представлены в обзорах Вольфа (Wolf, 1982, 1983a, 1983b). Две работы обзорного характера опубликованы у нас в стране (Бауер, 1983; Осадчая, 1984).

Цель настоящей работы — осветить состояние исследований, выполненных в мире за последние 5—6 лет и не нашедших отражения в отечественной литературе, а также сформулировать основные направления и перспективы развития вирусологии рыб.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ РАНЕЕ ИЗВЕСТНЫХ ВИРУСОВ

Среди публикаций последних лет доминируют работы, посвященные изучению трех главных вирусных болезней культивируемых рыб: инфекционного некроза поджелудочной железы лососевых, вирусной геморрагической септицемии форели и весенней виремии карпа.

Инфекционный некроз поджелудочной железы лососевых (IPN)

Вертикальная передача вируса (IPNV) возбудителя заболевания — давно установленный факт. Вирус неоднократно был изолирован из икры и овариальной жидкости. Оставалась неизвестной возможность передачи этого вируса с половыми продуктами самцов. Недавно Ане (Ahne, 1983a) изолировал его из семенной жидкости радужной форели.

Есть все основания полагать, что, применяя гипофизарные инъекции, человек создал еще один способ заражения этим вирусом здоровых рыб. Дело в том, что IPNV недавно обнаружен в материале, взятом из гипофиза радужной форели (Ahne, Negele, 1983). Была показана высокая устойчивость вируса в искусственно инфицированных гипофизах радужной форели и карпа к стандартной обработке ацетоном (50% ацетон, 15°, 8 часов). Авторы высказали предположение о возможности передачи инфекции в ходе преднерестовых инъекций экстрактов гипофизов, взятых как от радужной форели, так и от рыб других видов. В случае подтверждения данные результаты будут иметь ценное практическое значение.

Вирус инфекционного некроза поджелудочной железы распространен очень широко как в географическом отношении, так и в отношении круга хозяев. Он выделен от 37 видов пресноводных, проходных, морских и декоративных рыб, а также от морских моллюсков и краба (Ahne, 1983b; Hill, 1982). Ряд хозяев подвержен острому заболеванию, у других отмечено только вирусоносительство. Недавно опубликовано сообщение о выделении IPNV при острой вспышке заболевания молоди полосатого окуня. Выделенный при этом вирус был идентичен референтному штамму VR 299 (Schutz et al., 1984).

В мире имеется большое количество штаммов и изолятов вируса IPNV. До сих пор считалось установленным наличие трех серотипов: американского VR 299, французского Sp и датского Ab. Недавно было проведено тщательное серотипирование нескольких основных штаммов IPNV (Okamoto et. al., 1983). Авторы использовали при этом известную формулу (Archetti, Horsfall, 1950), позволяющую выявить тонкие различия между разными вариантами вируса. На основании полученных результатов испытанные 8 штаммов вируса были отнесены к трем известным серотипам. Английские вирусологи провели серотипирование 175 изолятов вируса от 44 видов рыб и моллюсков и разделили изученные изоляты на две самостоятельные серогруппы. Первая состоит из 5 североамериканских и 4 европейских серотипов, дающих между собой перекрестные реакции; вторая — из 4 изолятов, реагирующих перекрестно только между собой. Авторы предложили называть эту группу вирусов IPNV-подобными вирусами (Hill, Way, 1983). Необходимы дальнейшие исследования по уточнению количества существующих серотипов IPNV.

Сравнительно недавно было показано, что IPNV имеет два сегмента двухцепочечной РНК в качестве генома, и по этой причине он выделен в самостоятельную группу бирнавирусов. В последнее время установлено, что один из этих сегментов кодирует полимеразу вируса, а три остальных структурных полипептида закодированы во втором сегменте (MacDonald, Dobos, 1981). Стефенс и Хетрик (Stephens, Hetrick, 1983) охарактеризовали вирус атлантического менхэдена *Brevortia tyrannus*. Они показали, что капсид его также состоит из 4 структурных полипептидов, выявили присутствие в нем РНК-полимеразы. Выделив и очистив РНК вируса, они определили ее плавучую плотность, констант седиментации, точку плавления, молекулярные веса сегментов, показали отсутствие поли-А на ее 3'-конце и отсутствие у фрагментов гомологичных участков. По исследованным параметрам изученный вирус и вирус серотипа VR 299 были идентичны.

Вирусная геморагическая септицемия форели (VHS) До настоящего времени окончательно не изучены пути проникновения возбудителя в организм форели. Высказано предположение, что воротами инфекции являются жабры, и проникновение вируса происходит на уровне лепестков второго порядка, где кровеносные сосуды отделены от водной среды только одним слоем эпителиальных клеток (Chiltonczyk, 1980). При экспериментальном инфицировании радужной форели через воду показано, (Neukirch, 1984), что сразу после заражения вирус обнаруживается только в жабрах рыб, что подтверждает точку зрения на жабры как на ворота инфекции. Вместе с тем было установлено, что жабры не являются единственным местом первичного размножения вируса, так как столь же высокие его титры обнаруживаются в это же время (2—3 сутки после заражения) и в паренхиматозных органах. Гибель рыбы начинается в момент максимального содержания вируса в ее органах и тканях, после чего содержание его в рыбе идет на убыль. Можно сделать вывод, что вероятность выделения VHSV от больных рыб наиболее

высока именно в момент регистрации первой гибели и даже немного раньше

В последнее время страны европейского континента все более возрастающее внимание начинают уделять разведению атлантического лосося *Salmo salar*. Недавно появилось первое сообщение о чувствительности его к VHS (de Kinkelin, Castric, 1982). При экспериментальном заражении молоди лосося двумя серотипами вируса (1 и 23/75) через воду рыба не заболела, хотя от нескольких экземпляров вирус был реизолирован, а в крови рыб зарегистрированы антитела к нему в высоких титрах. Полученные результаты свидетельствуют о персистенции вируса в организме отдельных особей. При внутривибрюшинном введении молодь заболела с признаками VHS и погибла. Таким образом, установлена потенциальная опасность VHSV для молоди атлантического лосося и, вместе с тем, показана его высокая устойчивость к заболеванию при естественном (через воду) заражении вирусом. Если эти данные будут подкреплены в дальнейшем, очевидно можно будет использовать этот вид лосося для разведения в очагах природной инфекции.

Вопрос о вертикальной передаче VHSV дискутировался давно. Сейчас можно сказать, что проблема, наконец, разрешена. При исследовании естественно инфицированной икры радужной форели в экспериментальных условиях инкубации ее на свободной от вируса воде М. Г. Наконечная (1984) изолировала вирус из икры сразу после оплодотворения, через 10, 12 дней после него, и от выклюнувшихся личинок. Таким образом, экспериментально подтверждена передача вируса потомству через половые продукты производителей. Вирус был изолирован автором из неоплодотворенной икры и молок естественно инфицированной радужной форели, что предполагает примерно равную возможность производителей обоих полов в передаче инфекции.

VHSV был изолирован также от кумжи *Salmo trutta*, хариуса *Thymallus thymallus* и щуки *Esox lucius*, для которых он был высокопатогенен. Ане и Томсен (Ahné, Thomsen, 1985) сообщают о еще одном восприимчивом хозяине. Вирус (серотип F1) был изолирован от взрослых экземпляров балтийского сига *Coregonus* sp. При экспериментальном заражении молоди форели наблюдали гибель с типичными признаками VHS. Молодь сига погибала с кровоизлияниями у основания плавников.

Весенняя виремия карпа (SVC) или краснуха известна давно и казалось бы хорошо изучена, однако многие аспекты течения болезни, особенно в холодный период года, оставались неясными. В этом отношении весьма содержательна работа французских исследователей, посвященная именно этим вопросам (Baudouy et al., 1980). Заразив сеголеток карпа методом ванн, авторы содержали их в аквариумах, моделируя температурный режим осенне-зимне-весеннего периода. Показано, что в течение всего периода низких температур (11—5°) заболевание протекает хронически с незначительной гибелью рыбы. Погибающая рыба имеет типичные признаки SVC.

В это время вирус обнаруживается в жабрах у 80—100% рыб. Наблюдается нарастающая вирусемия, постепенно захватывающая всех рыб. Параллельно с этим происходит выделение вируса в окружающую среду. Все это отмечено в условиях низких температур. При весеннем подъеме температуры с 7 до 14° смертность резко возрастает и столь же резко снижается доля рыб с вирусемией, выделение вируса рыбами и присутствие его в жабрах. Резюмируя результаты, можно заключить, что основные «роковые» события (распространение инфекции, возникновение хронического заболевания) происходят в зимний период. Весенний прогрев воды приводит к обострению болезни, но вместе с тем и к элиминации вируса. Если эти результаты будут подтверждены в дальнейшем, они найдут свое прямое применение в практике. Диагностику заболевания можно будет проводить во весной, в момент вспышки, а при обследовании рыбы еще осенью или зимой, располагая достаточным количеством времени, чтобы предпринять меры по предупреждению болезни. Весьма результативным в этом отношении был бы предложенный авторами метод скрининга популяции рыб путем прижизненной биопсии жаберной ткани с помощью пипетки. Учитывая, что заражение рыб SVCV возможно еще с осени, логично предположить, что вакцинацию рыб необходимо начинать не позднее этого времени.

Как и при изучении других вирусов рыб, продолжают появляться работы по обнаружению SVCV у новых хозяев. Ранее он был обнаружен, помимо карпа, еще у пестрого толстолобика и карася. Недавно вирус выделен от молоди европейского сома при острой вспышке заболевания, сопровождавшейся гибелью (Fijan et al., 1981). Вирус выделен также от белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* с синдромом краснухи (Щелкунов и др., 1984). В проведенных нами опытах не обнаружена патогенность его для сеголеток и годовиков гибрида толстолобика, хотя вирус в тканях рыб присутствовал более 3 недели.

Некроз жабр карпа Существование некроза жабр карпа незаразной этиологии доказано работами советских и зарубежных специалистов. В нашей стране изолировано несколько штаммов иридовируса, роль которых при этом заболевании сейчас интенсивно изучается. Один из этих штаммов охарактеризован наиболее полно (Щелкунов, 1984а, б; Shchelkunov, Shchelkunova, 1984; Щелкунов и Щелкунова, 1984). Вирус имеет двойной капсид диаметром 190—210 нм и внешнюю оболочку, размножается в цитоплазме клеток, геном его представлен ДНК. Изучена динамика репродукции вируса в клетках перевиваемых линий ЕРС и ГНМ. В зараженных клетках выявлены 8 вирусспецифических полипептидов и прослежена динамика их синтеза. Плавающая плотность вирусов в градиенте плотности CsCl равна 1,36—1,365 г/см³. Показано, что вирус обладает цитотоксическим действием, которое проявляется до начала синтеза вирусных белков в клетке и определяется антигенами собственно вирионов. Разработана методика очистки вируса методами зонально-скоростного и изоплотностного ультрацентрифугирования в градиентах кон-

центрации сахарозы и CsCl. В настоящее время усилия сконцентрированы на определение роли выделенных вирусных штаммов в заболевании карпа НЖ. Нами совместно с белорусскими исследователями поставлено несколько экспериментов. Гибели рыб не вызвал ни один штамм. В жабрах определенной части рыб в ряде случаев отмечали изменения, напоминающие отдельные стадии развития НЖ, однако их связь с вирусной инфекцией вызывала сомнения. В настоящее время работа в данном направлении продолжается с применением иммунодепрессоров. О выделении инфекционных агентов, вызывающих гибель карпов в биопробе, сообщили недавно Д. С. Архангельский и др. (1982).

Герпесвирусная болезнь канального сома (С С V D) — высококонтагиозное заболевание, приводящее к массовой гибели молоди и сеголеток американского сома *Ictalurus punctatus*. В течение длительного времени подозревалось вирусоносительство у особей старшего возраста. Теперь эти подозрения подтвердились. Сначала (Plumb et al., 1981) методом иммунофлуоресценции был выявлен вирусный антиген в замороженных срезах яичников, а затем (Bowser, 1984) вирус был изолирован от клинически здоровых производителей.

НОВЫЕ ВИРУСЫ, ОБНАРУЖЕННЫЕ У РЫБ

За последние годы выявлен ряд новых вирусов рыб. Некоторые из них вызывают остропротекающие инфекции, этиологическая роль других остается пока неизвестной. Впервые экспериментально доказана онкогенность двух герпесвирусов, выделенных в Японии. Часть перечисленных ниже вирусов представлена в последнем обзоре Вольфа (Wolf, 1982). Общее число обнаруженных на сегодня вирусов рыб приближается к 50.

Семейство Reoviridae

Реовирус кеты был выделен от клинически здоровых производителей кеты, *Oncorhynchus keta*. В культуре клеток CHSE-214 репродукция происходит при 20—22°. Устойчив к хлороформу, кислоте (рН 3,0) инактивируется при 56°. Отнесен к данному семейству по морфологии и физико-химическим свойствам. В эксперименте установлена его способность размножаться в тканях кеты, чавычи и нерки с образованием очаговых некрозов в печени рыб двух первых видов. Гибели рыб не наблюдали (Winton et al., 1980).

Реовирус канального сома (С R V) изолирован от молоди *Ictalurus punctatus*, среди которой наблюдалась незначительная гибель. Вирус размножается в клетках линий ССО, ВВ и CHSE-214 при 25° и не размножается в FHM. В эксперименте вирус не вызывал заболевания и гибели рыб (Amend et al., 1983). Детальное изучение вируса подтвердило его принадлежность к данному семейству. Вирионы имели типичную морфологию и диаметр 75 нм, выявлены 6 структурных полипептидов и 11 сегментов РНК. Реакция

нейтрализации с антисыворотками к двум другим реовирусам рыб (GSV и вирус кеты) показала, что все они являются самостоятельными серотипами (Hedrick et al., 1984).

Реовирус белого амура выделен в КНР от сеголеток *Ctenopharyngodon idella* с признаками геморрагического заболевания. Вирус содержит РНК, имеет двойной капсид диаметром 53 нм, устойчив к эфиру и на основании этих признаков отнесен к семейству Reoviridae (Chen, Jiang, 1983).

Семейство Herpesviridae

Герпесвирус от лососевых (NeVTA) был выделен в Японии ранее. За последние годы там изолированы еще 3 герпесвируса.

Герпесвирус симы (OMV) был изолирован Кимурой и др. (Kimura et al., 1981) из овариальной жидкости клинически здоровой симы, *Oncorhynchus masou*. Диаметр вириона 200—240 нм, капсида — 115 нм. В биопробе вирус вызывал гибель молоди симы, кижуча, нерки и радужной форели. У выживших рыб наблюдали образование опухолей, причем преимущественно на челюстях.

Онкогенный герпесвирус симы (YTV) изолирован Сано и др. (Sano et al., 1983a, b) из челюстных эпителиом культивируемой симы. Вирус репродуцируется в клетках RTG-2 и CHSE-214. Диаметр вириона 230—250 нм, капсида — 100 нм. В биопробе вирус вызывал гибель до 65% 5-месячной симы. У выживших рыб так же, как и в случае OMV, развивались опухоли на челюстях, из которых вирус был реизолирован и доказана его онкогенность. В реакции нейтрализации установлено, что YTV очень близок (если не идентичен) вирусу нерки NeVTA. Антигенное родство YTV и OMV не выяснено.

Онкогенный герпесвирус японского карпа (CTV) изолирован из папиллом карпа (fancy carp, Asagi). В биопробе на двухгодовалых карпах гибель достигала 27,5%. Онкогенность вируса была подтверждена реизоляцией вируса из опухолей, развивавшихся у переболевших рыб (Sano et al., 1983a).

Герпесвирус североамериканского судака (*Herpesvirus vitreum*) выделен из тканей эпидермальной гиперплазии. Диаметр вирионов 190—230 нм. Репродуцируется при 15° в клетках линии WO, приводя к лизису клеток и симпластообразованию. Наличие ДНК установлено подавлением репродукции в присутствии 10^{-3} М фосфонацетата и 10^{-5} М бромдезоксинуридина. Изучена динамика репродукции вируса в культуре клеток. Патогенность не испытана (Kelly et al., 1983).

Герпесвирус европейского сома обнаружен венгерскими исследователями при электронной микроскопии осподобных образований на коже взрослых рыб. Отнесен к данному семейству на основании морфологии и особенностей репродукции в клетке (Bekesi et al., 1981).

Семейство Rhabdoviridae

Рабдовирус большеротого буффало, *Ictiobus cyprinellus* — первый вирус, изолированный от рыб этого вида. Вирус выделен в 1979—80 гг. от производителей буффало, акклиматизированных у нас в стране. Рыба имела признаки краснухи. Вирус размножается в клетках перевиваемых линий ЕРС и FHM, достигая титра $10^{3,89}$ ТЦД₅₀/мл. Цитопатогенное действие (ЦПД) его на культуру клеток резко отличается от ЦПД других рабдовирусов (SVCV и VHSV), изолированных в СССР. Вероятно, он в значительной мере остается связанным с клетками. Вирус чувствителен к эфиру и хлороформу. Прогревание ($56^{\circ}30'$) снижает его титр более чем в 100 раз. Вирион имеет пулевидную форму и довольно крупные размеры: $180\text{—}200\text{ нм} \times 80\text{—}93\text{ нм}$ (Темниханов, 1984).

Рабдовирус окуня изолирован от молодых окуней, сохранившихся при температуре $10\text{—}12^{\circ}$, у которых отмечали гибель с признаками нарушения координации движения. Вирус выделен из мозга рыб на культуре RTG-2. Клетки линии ЕРС оказались не чувствительны к вирусу. Вирионы имеют пулевидную форму и размеры $100 \times 200\text{ нм}$. Болезнь была воспроизведена только при внутримозговом заражении окуней. Не обнаружено родства вируса с 10 известными рабдовирусами рыб (Dorson et al., 1984).

Семейство Iridoviridae

Иридовирус карася (GFV 1 и 2) При получении первичных клеточных культур из плавательного пузыря здоровых карасей в монослое клеток были обнаружены очаги деструкции. При пассивировании этих материалов на карасевой клеточной линии CAR были выделены два изолята, идентичные по своим свойствам. Вирус был чувствителен к хлороформу, кислоте (рН 3,0), прогреванию ($56^{\circ}60'$), устойчив к многократному замораживанию—оттаиванию. Геном вируса представлен ДНК. Диаметр вириона с внешней оболочкой 180 нм, капсида — 120 нм. Репродукция вируса происходит в цитоплазме клетки. Изучена динамика накопления вируса в культуральной жидкости и клетках линии CAR. Значительная часть вируса остается связанной с клетками после полной деструкции монослоя. Данные о патогенности вируса не приводятся (Berry et al., 1983).

КУЛЬТУРЫ КЛЕТОК РЫБ

В ихтиовирусологии используются сейчас 2 типа клеточных культур: монослойные первичные культуры и монослойные клеточные линии. Проведены первые исследования по адаптации клеток ряда монослойных клеточных линий к культивированию в условиях суспензии, в том числе на микроносителях (Lidgerding, 1981).

Первичные культуры клеток находят сейчас широкое применение и их получение стало доступно начинающим ихтиовирусологам. Одна-

ко получить хорошую культуру и затем успешно ее субкультивировать — дело непростое и зависит не только от превосходного владения методом, но и от других факторов, в том числе от интуиции и, наконец, удачи. Несомненно, результаты работы определяются тремя основными моментами. Во-первых, рыба-донор, ее возраст, половозрелость, физиологическое состояние, донорская ткань. Считается, что наибольшей потенцией к росту *in vitro* обладают малодифференцированные, быстрорегенерирующие ткани и, вероятно, опухольевые. Наибольшее количество известных на сегодня перевиваемых клеточных линий рыб получено из тканей эмбрионов и плавников. Во-вторых, не менее важное значение имеет высокое качество питательных сред, сывороток, других препаратов, используемых для выращивания клеток, а также культуральной посуды. Наиболее часто для культивирования клеток рыб применяются среды Игла МЕМ, основная среда Игла, 199, среда Лейбовитца L-15 с добавлением 10% (реже большего количества) сыворотки эмбриона коровы. Некоторые клетки лучше растут в присутствии 5—10% триптозофосфатного бульона, в других случаях он оказывает обратное действие. Для поддержания рН среды в нужном диапазоне часто используют органические буферы НЕРЕС или трис в концентрации 10—20 мМ. Так или иначе, занимаясь получением и субкультивированием первичных культур, необходимо испытать различные питательные среды и выбрать дающие наилучшие результаты. Наконец, не менее важным слагаемым успеха является сам метод манипуляции с донорской тканью, а затем и с полученной из нее первичной культурой. Сюда относятся способ дезагрегации ткани и используемые для этого препараты, посевная концентрация клеток, температура их инкубации, длительность их культивирования, возраст, состояние и другие особенности культивируемых клеток, метод субкультивирования и т. д. Едва ли можно дать здесь какие-то общие правила и вывести закономерности. Очевидно, в разных случаях следует поступать по-разному.

Перевиваемые линии клеток сейчас доминируют в ихтиовирусологических исследованиях по причине их большого разнообразия, сравнительной доступности, простоте обращения с ними и высокой чувствительности к вирусам. Вместе с тем, как уже было отмечено, вывести перевиваемую линию клеток удастся далеко не всегда. В настоящее время сложилась такая ситуация, когда в одних лабораториях получены уже несколько клеточных линий, в других подобные работы были безуспешными.

На 1979 г. (Wolf, Mann, 1980) существовало не менее 61 клеточной линии рыб, представлявших 36 донорских видов или гибридов костистых рыб. В настоящее время их количество, вероятно, превысило 80. Опубликованы сообщения о получении перевиваемых линий клеток плавников ушастого окуня (ВГ-В), эмбриона радужной форели (RTE), гонад и эмбриона кумжи (ВТГ, ВТЕ), хвостового стебля зеркального карпа (МСТ), эмбриона атлантического лосося (ASE) (Walker, Hill, 1980); клеточных линий канального сома (Noga et al., 1981); желтохвоста (*Seriola quinqueradiata*), морского

окуня (*Lateolabrax japonicus*), морского леща (*Chrysophrys major*) (Watanabe et al., 1981); плавников карпа (*Cyprinus carpio*) и щиповки (*Cobitis anguillicaudatus*) (Chen et al., 1983a); почек теляпии (TK-1) (Chen et al., 1983b); клеток гепатомы радужной форели (Fryer et al., 1981); гонад трески (*Gadus morhua*) (Jensen, Christensen, 1981) и яичников японского угря (EO-5) (Nakata et al., 1980). Не все из перечисленных линий еще охарактеризованы. Совсем недавно была охарактеризована широко распространенная и популярная линия клеток ЕРС (Fijap et al., 1983).

В СССР постоянно используются первично трипсинизированные культуры клеток гонад карася, карпа, радужной форели. В последнее время получены культуры клеток из гонад судака (*Stizostedion lucioperca*) (Архангельский, Полякова, 1979; Зубкова, Ларцева, 1980) и белого толстолобика (Грачева, Лысенко, 1985). К сожалению, мы не располагаем пока отечественными линиями клеток.

Современное состояние культур клеток рыб, основные методы и главные принципы их успешного культивирования отражены в обзоре Вольфа и Ане (Wolf, Ahne, 1982).

МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВИРУСОВ И ДИАГНОСТИКИ ВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЙ

Диагностировать вирусную инфекцию можно двумя способами: прямым и непрямым. В первом случае производится детектирование и идентификация вируса непосредственно в инфицированных тканях, либо выделенного из них. Во втором случае о вирусной инфекции говорят, зарегистрировав антитела в крови. В ихтиовирусологии гораздо лучше разработано первое направление. Когда мы имеем дело не просто с инфекцией, а с заболеванием, для постановки диагноза необходимо воспроизвести его в эксперименте, т. е. выполнить все три постулата Риверса.

Наиболее специфичными и быстрыми методами идентификации вирусов (или их антигенов) являются серологические реакции. Из них в вирусологии рыб наибольшее распространение получили реакции нейтрализации, иммунодиффузии в геле, иммунофлуоресценции, связывания комплемента. Первая позволяет находить тонкие антигенные различия между штаммами и идентифицировать серотипы, так как в ней участвуют антитела к поверхностным, наиболее лабильным антигенам вируса. В остальных реакциях принимают также участие антитела к внутренним, наиболее консервативным антигенам, что дает возможность выявить родство между разными штаммами и серотипами.

В последние годы в практику ихтиовирусологических исследований входят новые серологические методы — иммуноферментные: иммунопероксидазный и так называемый ELISA-метод. В обоих методах используются антитела, конъюгированные с ферментами.

Иммунопероксидазный метод в принципе не отличается от метода иммунофлуоресценции. Он находит сейчас все более широкое при-

менение для детектирования вирусного антигена в культуре клеток и тканях рыб. Метод имеет те же основные этапы, что и метод иммунофлуоресценции. Отличие заключается в том, что после образования иммунного комплекса на препарат наносят субстрат, который расщепляется ферментом с образованием окрашенного продукта, локализуемого в местах нахождения вирусного антигена. В качестве фермента чаще всего используют пероксидазу хрена. Файсал и Ане (Faisal, Ahne, 1984) показали, что иммунопероксидазный метод не уступает по чувствительности методу флуоресцирующих антител и, вместе с этим, обладает рядом преимуществ: во-первых, отпадает необходимость в люминесцентном микроскопе; во-вторых, исследованные препараты могут сохраняться весьма долго.

Название второго метода (ELISA) является аббревиатурой полного названия. Основным моментом метода является адсорбция одного из компонентов реакции (антител или антигена) на твердой фазе. Обычно для этого используют полистироловые панели. После добавления второго компонента и образования иммунного комплекса последний выявляют с помощью антител, меченных ферментом. Этот метод использован для обнаружения IPNV, IHNV, EVA, EVX в органах больных рыб и культурах клеток (Dixon, 1983). Серотипы IPNV могут быть выявлены с его помощью (Dixon, Hill, 1983a). Подробное описание используемых серологических методов дано Ане (Ahne, 1981).

В настоящее время большое внимание уделяется обнаружению вирусносительства, что сопряжено с известными трудностями. Недавно показано, что после экспериментального заражения VHSV радужной форели у рыб с хронической формой течения инфекции вирус персистирует в лейкоцитах и может быть легко обнаружен методом иммунофлуоресценции (Enzmann, 1981). Автор разработал метод выделения лейкоцитов и предлагает его для выявления вирусносительства. Несомненно, эти данные должны быть подкреплены изучением природного вирусносительства.

Противоположные результаты получены (Yu et al., 1982) в исследованиях, проведенных при инфекционном некрозе поджелудочной железы лососевых (Yu et al., 1982). Авторами установлено, что вирус IPN плохо размножается в изолированных лейкоцитах радужной форели при заражении их *in vitro* и не может быть обнаружен в них иммунофлуоресцентным методом. В чем кроется причина таких различий — предстоит разобраться.

Изоляция вируса не вызывает трудностей в момент острого протекания заболевания. Статистические проблемы возникают перед исследователем при обследовании популяции со скрытым течением болезни (вирусносительство). Речь идет о выборе адекватной пробы. Размер пробы (выборки) определяется рядом показателей: размером популяции, количеством в ней зараженных особей, требуемой вероятностью обнаружения этих особей. Исследования в этом направлении были проведены в 1973 г. Оассиндером и Уедемейсром и их результаты представлены в виде небольшой таблицы (McDaniel,

1979). Этими работами был предложен подход к выявлению патогенности в популяциях рыб. Совсем недавно опубликовано сообщение (Simon, Schill, 1984), явившееся следующим шагом в этом направлении. Авторы значительно расширили табличный материал, введя три (вместо одного) вероятностных уровня (90, 95 и 99%) и увеличив диапазон доли зараженных рыб (от 0,1 до 10% вместо 2 и 5%). Особое внимание они уделяют чувствительности метода детектирования патогена и представляют ее как четвертый фактор, от которого существенно зависит размер выборки. Данная работа несомненно явится ключевой при дальнейшем изучении носительства как вирусов, так и других патогенов в популяциях рыб.

Американскими исследователями на примере IHNV показано, что используя метод ДСН—ПААГ-электрофореза, можно обнаружить тонкие отличия между штаммами вируса внутри одного серотипа (Leong et al., 1981, 1983). Авторы разделили 11 изолятов IHNV, относящихся к 2 серотипам, на 4 группы в соответствии с различиями в молекулярных весах гликопротеида оболочки и капсидного протеида. Этот и серологические методы взаимно дополняют друг друга. С его помощью, например, была установлена связь между рабдовирусами рыб и двумя эталонными рабдовирусами теплокровных — вирусом бешенства (RV) и везикулярного стоматита (VSV) (Hill et al., 1975).

ПРОФИЛАКТИКА ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ РЫБ И БОРЬБА С НИМИ

Единственным методом специфической профилактики вирусных болезней рыб является вакцинация. Работы сейчас ведутся в двух направлениях: создание живых аттенуированных и инактивированных вакцин.

Валчак и др. (Walczak et al., 1981) испытали иммуногенные свойства аттенуированного штамма вируса канального сома. При однократной иммунизации 1—2-месячной молодежи канального сома методом гиперосмотической инфильтрации выживаемость рыб после экспериментального заражения вирулентным штаммом составила 30%. Двукратная иммунизация приводила к выживанию 97% рыб, что было сравнимо с результатами парэнтерального введения.

Для вакцинации радужной форели против VHS был испытан терморезистентный вариант вируса, прошедший серию пассажей в клетках ЕРС при постепенном повышении температуры до 25° (de Kinkelin, Bearzotti, 1981). Вакцинацию производили методом ванн, после чего рыбу (масса 1—2 г) содержали при температуре 8—10°. Иммунитет был зарегистрирован через 20 дней и продолжался более 100 дней, причем защищал рыбу от заражения даже гетерологичным штаммом вируса.

Живые вакцины обладают достоинствами, выгодно отличающими их от вакцин инактивированных. Они не требуют процедуры инактивации, просты в обращении. Аттенуированный штамм теоретически способен самостоятельно передаваться от рыбы к рыбе, тем самым

вакцинируя поголовье. Вместе с этим еще ожидают своего решения вопросы сохранения иммуногенности таких штаммов при пассировании *in vitro*, сведения до минимума вероятности реверсии их в сторону увеличения вирулентности, разработки быстрых и простых методов идентификации вакцинных штаммов. В силу этих причин живые вакцины еще не находят своего применения на практике.

Серьезные исследования проводятся по созданию инактивированных вакцин. Для инактивации используют формалин, а также появившийся сравнительно недавно и нашедший широкое распространение β -пропиолактон. Японские исследователи недавно испытали иммуногенность формолинизированной вакцины против IPN, вакцинируя взрослую радужную форель (500—800 г) методом инъекций. В крови вакцинированных рыб обнаружены антитела к вирусу в высоких титрах, которые сохранялись более 4 месяцев. После заражения подопытных рыб вирулентным вирусом заболевания не происходило, а вирус был реизолирован только от рыб, имевших низкий уровень антител. Авторы высказали предположение, что производя вакцинацию за 4—5 месяцев до нереста можно предотвратить вертикальную передачу инфекции (Sano et al., 1981)

Ранее Хилл и др. (Hill et al., 1980) показали возможность использования β -пропиолактона для инактивации IPNV. Недавними исследованиями этих авторов (Dixon, Hill, 1983b) доказано, что данный реагент значительно уступает в этом отношении формалину, приводя к снижению антигенности вируса более чем на 50%. Вакцина на основе очищенного инактивированного формалином вируса показала хорошие результаты при испытании на иммуногенность. Доказана принципиальная возможность использования этой вакцины для иммунизации молоди форели. До сих пор, однако, не удается вакцинировать молодь методом гиперосмотической инфльтрации. Работы в этом направлении продолжаются.

В нашей стране проводятся исследования по созданию смешанной инактивированной вирусно-бактериальной вакцины против краснухи карпа. Вакцина показала неплохие результаты при лабораторных испытаниях. Предстоят испытания на практике.

Единственная антивирусная вакцина, прошедшая недавно полупроизводственные испытания — это инактивированная вакцина против весенней виремии карпа, разработанная в ЧССР (Tesarčík et al., 1984). Вакцина была испытана на 2- и 3-летках карпа и вводилась методом инъекций. Увеличивается ее промышленный выпуск.

Подводя итоги сказанному, нельзя не отметить еще ряд вопросов, касающихся вакцинации и ждущих своего разрешения. Это — технические вопросы, такие как кратность и время введения вакцины, а также глубоко теоретические вопросы, как например, разработка методов иммунизации или других способов повышения резистентности ранней молоди рыб, у которой на этой стадии онтогенеза иммунная система часто еще не сформирована окончательно.

Сейчас, когда еще отсутствуют производственные методы специфической профилактики, нельзя сбрасывать со счета и приуменьшать

значение неспецифической профилактики вирусных болезней рыб.

Для возникновения заболевания необходимо сочетание компонентов, выражаемых триадой Снежко (Snieszko, 1974): наличие восприимчивой рыбы, вирулентного патогена и соответствующих условий окружающей среды. Заболевание не возникает, когда три этих фактора находятся в равновесии, и проявляется при его нарушении. Паразито-хозяйинные взаимоотношения в дикой природе сложились, вероятно, задолго до появления человека, приведя к такому сосуществованию паразита и хозяина, при котором оба организма не причиняли друг другу большого вреда. Именно человека, очевидно, следует считать главным виновником нарушения такого равновесия, вместе с тем именно он способен контролировать его, изменяя в нужном для себя направлении. Воздействуя на каждый компонент триады, можно предупредить или прекратить заболевание.

Болезнь протекает, как правило, в неблагоприятных для рыб условиях окружающей среды. Необходимы регулярный гидрохимический и токсикологический контроль и управление параметрами водной среды.

Очень важно осуществление мероприятий по укреплению физиологического состояния рыбы и повышению ее резистентности к патогенам. Сюда относится контроль за качеством кормов и режимом кормления, недопущение стрессовых ситуаций. Немаловажную роль может сыграть селекция рыб на устойчивость к заболеванию.

Пока еще не разработано производственных методов воздействия на вирус, находящийся в рыбе, поэтому основные мероприятия направлены на уменьшение или предотвращение возможности контакта вируса с ее организмом. Первоочередной и наиболее простой мерой здесь является недопущение проникновения вируса в зоны, где он ранее не встречался. Контроль за перевозками и карантинизация призваны обеспечить это. Если это невозможно, используют другие общезвестные приемы, такие как строгое соблюдение технологии выращивания рыбы, получение потомства заводским способом, обработка икры, недопущение контактов с сорной рыбой и другие меры. Там, где это возможно, необходимо переходить на источники воды, свободные от вируса, использовать озонированную или облученную ультрафиолетом воду.

Еще в 1968 г. Вольф с сотрудниками (Wolf et al., 1968) предложил метод селекции свободного от вируса стада из популяции, где зарегистрировано вирусноносительство. Метод заключался в вирусологическом скрининге поголовья производителей, икры и развивающейся молоди и выбраковке с последующим уничтожением особей или партий икры, в которых обнаружен вирус. Метод весьма трудоемкий и не нашел тогда своего применения. Сейчас опубликованы результаты работы (Mulcahy, 1983), в которой автор использовал основные принципы, предложенные Вольфом для борьбы с инфекционным некрозом гематопозитической ткани лососевых. Овариальную жидкость, взятую индивидуально от каждой самки, исследовали на присутствие вируса, а икру при этом инкубировали изолированно. При обнаружении ви-

руса у той или иной самки уничтожали всю полученную от нее икру. Гибель молоди удалось снизить до 8—14% вместо обычных 60—97%.

В последние годы не предложено надежных химиотерапевтических средств для борьбы с вирусными болезнями рыб. Используемый ранее с кормом поливинилпирролидон—йодин себя не оправдал так же, как и появившийся вслед за ним виразол (Hill, 1982). Опубликованы результаты испытания йодсодержащего препарата актомар К₃₀ (Ahne, Held, 1980), но его рекомендуют в качестве дезинфектанта.

НОВЫЕ МЕТОДЫ В ИХТИОВИРУСОЛОГИИ

80-е годы показали примеры использования в вирусологии ряда новых методов. Это методы детектирования, концентрирования и идентификации вирусов и методы получения антител. Часть их была заимствована из вирусологии теплокровных, другие являются оригинальными.

Н. И. Рудиков и др. (1978) применили полиэтиленгликоль (ПЭГ 6000) для концентрирования SVCV. Аналогичный метод был использован Сано и др. (Sano et al. 1981) в работе с вирусом IPNV. Метод отличается простотой и позволяет концентрировать вирус из больших объемов.

Оригинальный метод изоляции IPNV был описан недавно (Agius et al., 1982, 1983). Метод получил название «сокультивирование» и включает в себя трипсинизацию исследуемой ткани, ресуспендирование полученных клеток в фосфатно-буферном растворе и инокуляцию их на монослой культуры RTG-2. Этот метод оказался почти в 2 раза чувствительнее стандартного метода с фильтрованием патологического материала и равным ему по затратам времени. Исследования показали, что высокая чувствительность метода объясняется не задержкой вируса на мембранном фильтре, а скорее присутствием в гомогенатах ткани вируснейтрализующих факторов. При работе по методу сокультивирования удается избежать нежелательного воздействия этих факторов на вирус. Метод был с успехом применен для установления вирусносительства CCV у канального сома (Bowser, 1984) и, на наш взгляд, должен оказаться особенно эффективным при работе с вирусами, трудно покидающими клетки хозяина.

Известны более 123 вида хозяев для вируса лимфоцитистиса (LV). Известные изоляты LV обладают узкой специфичностью в отношении хозяина. Эта особенность LV уникальна при сравнении с другими вирусами рыб. В таком случае встает вопрос о родстве между собой всех известных изолятов LV. Сделать это до последнего времени не удавалось. Сейчас наметился новый подход к решению этого вопроса. Андерс (Anders, 1983) выделил ДНК 22 изолятов LV, взятых от 3 видов камбаловых рыб, и исследовал их методом рестрикционного анализа. Анализ рестриктов позволил разделить изученные вирусы на 2 группы. Несомненно, что этот метод, популярный сейчас в вирусологии теплокровных, может быть с успехом применен для изучения вирусов рыб.

Проблема наработки антител к изучаемым антигенам всегда остро стояла перед исследователями. С этой целью обычно используют лабораторных животных, а такая работа сопряжена с определенными трудностями. Преодолеть их позволяет один из новейших методов современной иммунологии — метод получения гибридов, который заключается в следующем. Из организма донора изолируют иммунокомпетентные клетки, начавшие активную продукцию антител к изучаемому антигену, и получают гибриды этих клеток *in vitro* с трансформированными клетками опухоли, обладающими высокой пролиферативной активностью. Затем производят селекцию клонов гибридных клеток, обладающих наивысшей продукцией антител. Одним из главных преимуществ моноклональных антител является их высокая однородность. Недавно опубликованы первые сообщения о получении моноклональных антител к вирусам IPN (Caswell-Reno et al., 1983) и IHN (Schultz et al., 1984). В этом направлении сейчас работают специалисты нескольких лабораторий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог сказанному, можно заметить, что вирусология рыб сделала за последние годы большой шаг вперед и выходит на рубежи передовых научных достижений. Это дает ей возможность смелее подходить к решению задач, раньше казавшихся непосильными.

Основные направления предстоящих лет должны быть посвящены дальнейшей разработке высокочувствительных и специфичных методов индикации и идентификации вирусов, которые одновременно позволяли бы проводить прижизненное обнаружение вируса у большого числа рыб. Необходимо проводить работы по выведению новых линий клеток, применение которых дало бы возможность получить новые интересные данные о вирусах рыб и облегчить работу с ними.

Особое внимание необходимо уделять разработке методов специфической профилактики вирусных болезней. Следует шире использовать в работе новые, прогрессивные методы исследований, объединяя для этого усилия отраслевых институтов, университетов, академических институтов. Только такая кооперация позволит нашей науке идти в ногу со временем, не теряя своего высокого авторитета.

ЛИТЕРАТУРА

- Архангельский Д. С., Полякова О. В., Булгакова С. Р., Гаева К. А. Биологические свойства цитотоксических агентов, выделенных от карпов. — В кн.: Биология вирусов. Алма-Ата, Наука КазССР, 1982, с. 135—140.
- Архангельский Д. С., Полякова О. В. Результаты морфологического исследования культур клеток, полученных из гонад судака. Экспресс-информация, серия «Рыбхоз. использ. внутр. водоемов». М., 1979, № 10, с. 10—13.
- Бауер О. Н. Инфекционные болезни лососевых в условиях искусственного выращивания (обобщение зарубежного опыта по этиологии, эпизоотологии, диагностике, профилактике и терапии за 1976—1982 гг.) Обзорная информация, серия «Рыбхоз. использ. внутр. водоемов». М., 1983, 1, с. 1—38.

- Грачева Е. Н., Лысенко Л. В. Получение однослойных клеточных культур из гонад самок белого толстолобика.— Экспресс-информация, серия «Рыбохоз. использ. внутр. водоемов». М., 1985, № 5, с. 7—10.
- Зубкова Л. А., Ларцева Л. В. Культивирование однослойной клеточной культуры из гонад судака.— Экспресс-информация, серия «Рыбохоз. использ. внутр. водоемов». М., 1980, № 4, с. 7—11.
- Наконечная М. Г. О передаче рабдовирусов форели через икру.— Тр. ВНИИПРХ, 1984, вып. 40, с. 26—31.
- Осадчая Е. Ф. Достижения иридовирусологии в СССР и за рубежом.— В кн.: Биологические основы рыбоводства: паразиты и болезни рыб. М., Наука, 1984, с. 28—46.
- Рудиков Н. И., Пичугина Т. Д., Анисимов М. К. Концентрирование возбудителя весенней вирусной болезни рыб.— В кн.: Профилактика и меры борьбы с болезнями рыб при интенсивных методах выращивания. (Тез. докл.). Краснодар, 1978, с. 91—93.
- Темниханов Ю. Д. Некоторые свойства рабдовируса, выделенного от большеротого буффало.— В кн.: Методы интенсификации прудового рыбоводства (Тез. докл. Всесоюз. конфер. молодых ученых) М., 1984, с. 147—149.
- Щелкунов И. С. Изучение иридовируса в культуре клеток. В кн.: Биологические основы рыбоводства: паразиты и болезни рыб. М., Наука, 1984а, с. 209—220.
- Щелкунов И. С. Разработка методики очистки иридовируса карпа.— Научн. тр. ВНИИПРХ, 1984б, вып. 40, с. 3—11.
- Щелкунов И. С., Щелкунова Т. И. Некоторые биологические свойства иридовируса карпа *in vitro*.— Научн. тр. ВНИИПРХ, 1984, вып. 40, с. 16—25.
- Щелкунов И. С., Юхименко Л. Н., Щелкунова Т. И., Тромбицкий И. Л., Манчу А. П. О выделении вируса от белого толстолобика с синдромом краснухи.— Экспресс-информация, серия «Рыбохоз. использ. внутр. водоемов». М., 1984, № 4, с. 3—7
- Agius C., Mangunwiryo H Johnson R. H Smail D. A. A more sensitive technique for isolating infectious pancreatic necrosis virus from asymptomatic carrier rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson.— J. Fish Diseases, 1982, vol. 5, p. 285—292.
- Agius C., Richardson A Walker W Further observations on the co-cultivation method for isolating infectious pancreatic necrosis virus from asymptomatic carrier rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson.— J. Fish Diseases, 1983, vol. 6, p. 477—480.
- Ahne W Serological techniques currently used in fish virology.— In: International symposium on fish biology: serodiagnostics and vaccines. Develop. biol. standard. vol. 49, (ed. W Hennessen), S. Karger, Basel, 1981, p. 3—27
- Ahne W Presence of infectious pancreatic necrosis virus in the seminal fluid of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson.— J. Fish Diseases, 1983a, vol. 6, p. 377
- Ahne W Zur Frage der Stabilität und Verbreitung des Virus der Infectiosen Pankreasnekrose der Forellen (IPNV).— Fischer u. Teichwirt, 1983b, Bd. 3, S. 69.
- Ahne W Held C. Untersuchungen über die viruzide Wirkung von Actomar K30 auf fischpathogene Viren.— Tierärztliche Umschau, 1980, Bd. 5, S. 308—318.
- Ahne W., Negele R D Infectious pancreatic necrosis virus: transmission with fish pituitaries? In: Diseases of fish and shellfish. Abstracts of the first international conference of EAFP Plymouth, 1983, p. 8.
- Ahne W., Thomsen I Occurrence of VHS virus in wild white fish (*Coregonus* sp.).— Zbl. Vet. Med., 1985. Bd. 32, p. 73—75.
- Amend D. F McDowell T Hedrick R P Isolation of reovirus from channel catfish (*Ictalurus punctatus*).— Fish Health News, 1983, vol. 11, N 4, p. 3—5.
- Anders K. Genome analysis of FLDV (fish lymphocystis disease virus) from flatfish.— In: Diseases of fish and shellfish. Abstracts of the first international conference of EAFP, Plymouth, 1983, p. 12.
- Archetti I Horsjall F L. Persistent antigenic variation of influenza A viruses after incomplete neutralisation *in vivo* with heterologous immune serum.— J. Exp. Med., 1950, vol. 92, p. 441—462.
- Baudouy A.-M., Danton M., Merle G Experimental infection of susceptible carp fingerlings with spring viremia of carp virus under wintering environmental conditions.— In: Fish Diseases. Third COPRAQ-Session (ed. W Ahne), Springer-Verlag, Berlin, 1980, p. 23—27.

- Bekesi L., Kovacs-Gayer E., Ratz F, Turkovics O.* Skin infection of the sheatfish (*Silurus glanis* L.) caused by a herpes virus.— In: Proceedings of a International Seminar on Fish. Pathogens and Environment in European Polyculture. Szarvas, Hungary, 1981, p. 59—69.
- Berry E. S., Shea T B., Gabliks J* Two iridovirus isolates from *Carassius auratus* (L.).— *J. Fish Diseases*, 1983, vol. 6, p. 501—510.
- Bowser P. R.* Isolation of channel catfish virus from broodfish.— *FHS/AFS Newsletter*, 1984, vol. 12, N 4, p. 5.
- Caswell-Reno P, Reno P W, Nicholson B. L.* Preparation of monoclonal antibodies specific for infectious pancreatic necrosis virus (IPNV).— In: Diseases of fish and shellfish. Abstracts of the first international conference of EAAP Plymouth, 1983, p. 44.
- Chen S. N., Chen J H., Kou G. H* Two cell lines derived from common carp (*Cyprinus carpio*) and loach (*Cobitis anguillican datuds*).— In: Diseases of fish and shellfish.— Abstracts of the first international conference of EAAP Plymouth, 1983a, poster p. 10.
- Chen S. N., Ueno Y, Weh S. C., Kou G H* Establishment of a cell line from kidney of tilapia.— *Bul. Eur. Assoc. Fish Pathol.*, 1983b, vol. 3, p. 1—4.
- Chen Y.-X., Jiang Y.-L.* Morphological and physico-chemical characterization of the hemorrhagic virus of grass carp.— *A Monthly J. Sci.*, 1983, vol. 8, N 11, p. 1—5.
- Chilmonczyk S.* Some aspects of trout gill structure in relation to Egtved virus infection and defense mechanisms.— In: Fish diseases, Third COPRAQ-Session, (ed. W Ahne). Springer Verlag, Berlin, 1980, p. 18—22.
- Dixon P F* Rapid detection and identification of fish pathogens by the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA).— In: Diseases of fish and shellfish. Abstracts of the first international conference of EAAP Plymouth, 1983, p. 31.
- Dixon P F., Hill B. J* Rapid detection of infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) by the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA).— *J. gen. Virol.*, 1983a, vol. 64, p. 321—330.
- Dixon P F., Hill B. J* Inactivation of infectious pancreatic necrosis virus for vaccine use.— *J. Fish Diseases*, 1983b, vol. 6, p. 399—409.
- Dorson M., Torchy C., Chilmonczyk S., de Kinkelin P, Michel C.* A rhabdovirus pathogenic for perch, *Perca fluviatilis* L.: isolation and preliminary study.— *J. Fish Diseases*, 1984, vol. 7, p. 241—245.
- Enzmann R J* Rapid identification of VHS virus from trout by immunofluorescence.— In: International symposium on fish biologics: serodiagnostics and vaccines. Develop. biol. standart. Vol. 49, (ed. W Hennessen), S. Karger, Basel, 1981, p. 57—62.
- Faisal M. Ahne W* Spring viremia of carp virus (SVCV): comparison of immunoperoxidase, fluorescent antibody and cell culture isolation techniques for detection of antigen. *J. Fish Diseases*, 1984, vol. 7, p. 57—64.
- Fijan N, Matasin Z., Jeney Z., Olah J., Zwillenberg L. O* Isolation of Rhabdovirus *carpio* from *Silurus glanis* fry.— In: Proceedings of an International Seminar on Fish, Pathogens and Environment in European Polyculture. Szarvas, Hungary, 1981, p. 48—58.
- Fijan N., Sulimanovic D., Bearzotti M., Murinic D., Zwillenberg L. O., Chilmonczyk S., Vantherot J F de Kinkelin P* Some properties of the epithelioma papulosum *cyprini* (EPC) cell line from carp *Cyprinus carpio*.— *Ann. Virol. (Inst. Pasteur)*, 1983, 143 E, p. 207—220.
- Fryer J L., McCain B. B., Leong J C.* A cell line derived from rainbow trout (*Salmo gairdneri*) hepatoma.— *Fish Pathol.*, 1981, vol. 15, N 3—4, p. 193—200.
- Hedrick R. P., Rosemark R., Aronstein D., Winton J P., AcDowell T., Amend D. F* Characteristics of a new reovirus from channel catfish (*Ictalurus punctatus*).— In: S. F Snieszko commemorative fish disease workshop. Program and abstracts. Little Rock, Ark., 1984, p. 8.
- Hill B. J.* Infectious pancreatic necrosis virus and its virulence.— In: Microbial diseases of fish (ed. R. Roberts), Soc. Gen. Microbiol., Spec. publ. 9, Acad. Press, London, 1982, p. 91—114.
- Hill B. J., Dorson M., Dixon P. F* Studies on immunization of trout against IPN.— In: Fish Diseases, Third COPRAQ-Session. (Ed. W Ahne). Springer Verlag, Berlin, 1980, p. 29—36.

- Hill B. J., Underwood B. O., Smale C. J., Brown F. Physico-chemical and serological characterization of five rhabdoviruses infecting fish.— *J. gen. Virol.*, 1975, vol. 27, p. 369—378.
- Hill B. J., Way K. Serological classification of fish and shellfish birnaviruses.— In: Diseases of fish and shellfish. Abstracts of the first international conference of EAFR, Plymouth, 1983, p. 10.
- Jensen N. J., Chritensen K. A fish cell line from gonada of cod (*Gadus morhua*).— *Nord. Veterinærmed.*, 1981, vol. 33, N 9—11, p. 492—497.
- Kelly R. K., Nielsen O., Mitchell S. C., Yamamoto T. Characterization of Herpesvirus vitreum isolated from hyperplastic epidermal tissue of walleye, *Stizostedion vitreum vitreum* (Mitchill).— *J. Fish diseases*, 1983, vol. 6, p. 249—260.
- Kimura T., Yoshimizu M., Tanaka M., Sannone H. Studies on a new virus (OMV) from *Oncorhynchus masou* — I. Characteristics and pathogenicity.— *Fish Pathol.* 1981, vol. 15, p. 143—147.
- Kinkelin P., de Bearzotti M. Immunization of rainbow trout against viral hemorrhagic septicaemia (VHS) with a thermoresistent variant of the virus.— In: International symposium on fish biologics: serodiagnostics and vaccines. Develop. biol. standard. Vol. 49 (Ed. W. Hennesen). S. Karger, Basel, 1981, p. 431—439.
- Kinkelin P., de Castric J. An experimental study of the susceptibility of Atlantic salmon fry, *Salmo, salar* L., to viral haemorrhagic septicaemia.— *J. Fish Diseases*, 1982, vol. 5, p. 57—65.
- Leong J. C., Hsu Y., Endelking H. M. Synthesis of the structural proteins of infectious hematopoietic necrosis virus.— In: Bacterial and viral diseases of fish. Molecular studies. (Ed. by J. H. Crosa) A Washington Sea Grant Publ., Seattle, 1983, p. 61—71.
- Leong J. C., Hsu Y. L., Endelking H. M., Mulcahy D. Strains of infectious hematopoietic necrosis (IHN) virus may be identified by structural protein differences.— In: International symposium on fish biologics: serodiagnostics and vaccines. Develop. biol. standard. Vol. 49. (Ed. W. Hennesen). S. Karger, Basel, 1981, p. 43—55.
- Lidgerding B. C. Cell lines used for the production of viral fish diseases agents.— In: *Ibid.*, p. 233—241.
- MacDonald R. D., Dobos P. Identification of the proteins encoded by each genome segment of infectious pancreatic necrosis virus.— *Virology*, 1981, vol. 114, p. 414—422.
- McAllister P. E. Fish viruses and viral infections.— In: *Comprehensive virology*. (Ed. Fraenkel-Conrat and Wagner). Plenum press, 1979, vol. 14, p. 401—470.
- McDaniel D. (ed.) Procedures for the detection and identification of certain fish pathogens.— Fish Health Section, American Fisheries Society, 1979, 119 p.
- Mulcahy D. Control of mortality caused by infectious hematopoietic necrosis virus.— In: Proceedings of a workshop on viral diseases of salmonid fishes in the Columbia river basin. Spec. publ. (Ed. J. C. Leong and T. Y. Barila), Bonneville Power Admin., Portland, Ore., 1983, p. 51—75.
- Nakata M., Horiuchi M., Kohga K. Monolayer culture of ovary cells from eel, *Anguilla japonica*: some characteristics and subcultivation techniques of the cells.— *Bull. Jap. Soc. SciFish.*, 1980, vol. 46, p. 559—606.
- Neukirch M. An experimental study of the entry and multiplication of viral haemorrhagic septicaemia virus in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, after water-borne infection.— *J. Fish Diseases*, 1984, vol. 7, p. 231—234.
- Noga E. J., Hartman J. X. Establishment of winking catfish (*Clarias batrachus*) cell lines and development a channel catfish (*Ictalurus punctatus*) virus vaccine.— *Can. J. Fish. Aq. Sci.*, 1981, vol. 38, p. 925—930.
- Okamoto N., Sano T., Hedrick R. P., Fryer J. L. Antigenic relationships of selected strains of infectious pancreatic necrosis virus and European eel virus.— *J. Fish Diseases*, 1983, vol. 6, p. 19—25.
- Pilcher K. S., Fryer J. L. The viral diseases of fish: a review through 1978. Part I and II.— *Critical Reviews in Microbiology*, 1980, CRC Press, 7, p. 287—364, p. 1—25.
- Plumb J. A., Thune R. L., Klesius P. H. Detection of channel catfish virus in adult fish.— In: International symposium on fish biologics: serodiagnostics and vaccines. Develop. bio standard. Vol. 49. (Ed. Hennesen), S. Karger, Basel, 1981, p. 29—34.

- Sano T., Fukuda H., Okamoto N., Furukawa M. Oncogenicity of fish herpesviruses in Japan.— In: Diseases of fish and shellfish. Abstracts of the first international conference of EAAP, Plymouth, 1983a, p. 54.
- Sano T., Fukuda H., Okamoto N., Kaneko F. Yamame tumor virus: lethality and oncogenicity.— *Bul. Jap. Soc. Fish.*, 1983b, vol. 49, p. 1159—1163.
- Sano T., Tanaka K., Fukuzaki S. Immune response of adult trout against formalin killed concentrated IPNV.— In: International symposium on fish biologics: sero-diagnostics and vaccines. *Develop. biol. standard.* Vol. 49. (Ed. W. Hennessen), S. Karger, Basel, 1981, p. 63—70.
- Schultz C. L., Lidgerding B. C., McAllister P. E., Hetrick F. M. Monoclonal antibody against IHN virus.— *FHS/AFS Newsletter*, 1984, vol. 12, N 4, p. 5.
- Schutz M., May E. B., Kracuter J. N., Hetrick F. M. Isolation of infectious pancreatic necrosis virus from an epizootic occurring in cultured striped bass, *Morone saxatilis* (Walbaum).— *J. Fish Diseases*, 1984, vol. 7, p. 505—507
- Shchelkunov I. S., Shchelkunova T. I. Results of virological studies on gill necrosis.— *Symposia Biologica Hungarica*, 1984, vol. 23, p. 31—43.
- Simon R. C., Schill W. B. Tables of sample size requirements for detection of fish infected by pathogens: three confidence levels for different infection prevalence and various population sizes.— *J. Fish Diseases*, 1984, vol. 7, p. 515—520.
- Snieszko S. F. The effect of environmental stress on outbreaks of infectious diseases of fishes.— *J. Fish Biol.*, 1974, vol. 6, p. 197—208.
- Stephens E. B., Hetrick F. M. Molecular characterization of infectious pancreatic necrosis virus isolated from a marine fish.— In: *Bacterial and viral diseases of fish. Molecular studies.* (Ed. J. H. Crosa). A Washington Sea Grant Publ., Seattle, 1983, p. 72—86.
- Tesarčík J., Macura B., Rehulka J., Hrdonka M., Konasova V. Summarized results of pilot vaccination of carp against spring viremia in the Czech Socialist Republic.— *Prace VURH Vodnany*, 1984, vol. 13, p. 68—74.
- Walczak E. M., Noga E. J., Hartman J. X. Properties of a vaccine for channel catfish virus disease and a method of administration.— In: International symposium on fish biologics: sero-diagnostics and vaccines. *Develop. biol. standard.* Vol. 49 (Ed. W. Hennessen), S. Karger, Basel, 1981, p. 419—429.
- Walker D. P., Hill B. J. Studies on the culture, assay of infectivity and some in vitro properties of lymphocystic virus.— *J. gen. Virol.*, 1980, vol. 51, p. 385—395.
- Watanabe Y., Hanada H., Ushiuama M. Monolayer cell cultures from marine fishes.— *Fish Pathol.*, 1981, vol. 15, N3/4, p. 201—205.
- Winton J. R., Lannan C. N., Fryer J. L., Kimura T. Isolation and characterization of a new reovirus from chum salmon.— In: *Proceedings of the North Pacific Aquaculture Symposium.* Anchorage, Alaska, 1980, p. 359—367
- Wolf K. Newly discovered viruses and viral diseases of fishes, 1977—1981.— In: *Microbial diseases of fish.* (Ed. R. Roberts), *Soc. Gen. Microbiol. Spec. Publ.* 9, Acad Press, London, 1982, p. 59—90.
- Wolf K. Biology and properties of fish and reptilian herpes viruses.— In: *The herpesviruses.* (Ed. B. Roizman), Plenum Press, N. Y., 1983a, p. 319—366.
- Wolf K. Fish viruses: their biology, classification, hosts, pathology and control.— In: *Control of virus diseases.* (Ed. E. Kurstak), Marcel Dekker Inc., N. Y. 1983b, p. 197—215.
- Wolf K., Ahne W. Fish cell culture.— In: *Advances in cell culture*, 1982, vol. 2, p. 305—328
- Wolf K., Mann J. A. Poikilothermic vertebrate cell lines and viruses: a current listing for fishes.— *In vitro*, 1980, vol. 16, p. 168—179.
- Wolf K., Quimby M. C., Carlson C. P., Bullock G. L. Infectious pancreatic necrosis virus: selection of virus free stock from a population of carrier trout.— *J. Fish. Res. Board Can.*, 1968, vol. 25, p. 383—391.
- Yu K. K.-Y., McDonald R. D., Moore A. R. Replication of infectious pancreatic necrosis virus in trout leucocytes and detection of the carrier state.— *J. Fish Diseases*, 1982, vol. 5, p. 401—410.

I. S. Shchelkunov

VIRUS DISEASES OF FISH: STATE AND PERSPECTIVES

A review of research in virus diseases of fish done in the first half of the eighties is given. New data on distribution and properties of IPNV, VHSV, SVCV, CC, VDV and the virus associated with carp gill necrosis are discussed. 11 new viruses including three reoviruses, five herpesviruses, two rhabdoviruses and one Iridovirus are briefly described. Quantity of viruses found in fish at present is near to 50. Problems of culturing fish cell lines are also discussed. Modern fish virusology uses two chief types of cell lines — primary cell lines and permanent ones. During last years about 20 new permanent cell lines have been gained and their quantity reaches now 80. First research work to adapt cells of some monolayers to their culturing in suspensions has been done. Modern methods of virus identification, of diagnostics, prophylaxy and control of fish virus diseases are discussed. Serological methods for identification of viruses and diagnostics of virus diseases are used. Methods of specific and aspecific prophylaxy of them are studied. A commerce antiviral vaccin has been already produced. Such new methods as immunoperoxidase, ELISA, method of monoclonal antibodies and others are used frequenter. Studies using methods of gen engineering have been started.

СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БОЛЕЗНЕЙ РЫБ

Л. Н. Юхименко

ВНИИПРХ, Московская область

Изучение бактериальных болезней рыб как у нас в стране, так и за рубежом, находится в состоянии интенсивного развития. С одной стороны, продолжается регистрация новых для ихтиопатологии возбудителей, с другой — расширяются и углубляются знания об уже известных патогенах рыб. Все возрастающий уровень интенсификации товарного рыбоводства, развитие индустриальных методов выращивания товарной рыбы, внедрение новых объектов рыбоводства служат причиной появления новых возбудителей и в то же время стимулируют дальнейшее совершенствование методов диагностики, профилактики и лечения.

В последние годы в ихтиобактериологии особый интерес проявляется к изучению механизмов вирулентности, таксономического положения бактерий, их ферментативной активности, серологических методов диагностики. Совершенствование методов исследования, проведение исследовательских работ на качественно новом уровне, привело к пересмотру старых позиций, особенно в области таксономии бактерий, в понимании патогенеза протекающих патологических процессов.

В данном обзоре мы остановимся на новых данных по фурункулезу и сходным с ним заболеваниям, вызываемым так называемыми атипичными формами *Aeromonas salmonicida*, на септицемиях, вызываемых подвижными аэромонадами, коснемся вопроса о таксономическом положении этой группы бактерий и рассмотрим некоторые данные по заболеваниям, ранее описанным и новым, представляющим, с нашей точки зрения, научный и практический интерес.

Несмотря на то, что **фурункулёз** впервые был описан в 1894 г. (Emmerich, Weibel, 1894) и по данному вопросу накоплена весьма обширная литература, проблема фурункулеза продолжает привлекать внимание исследователей, ставит перед ними новые задачи, решение которых порой приводит к весьма неожиданным результатам.

Типичные штаммы *A. salmonicida*, вызывающие классический фурункулез, это — грамотрицательные неподвижные палочки, цитохромоксидазаположительные, образующие на питательных средах коричневый водорастворимый меланиновый пигмент. Морфология

клеток варьирует от почти коккоидов в вирулентных свежeweыделенных культурах до тонких палочек при выращивании на искусственных средах у культур, теряющих вирулентность (Paterson, 1983).

Изучение серологических и физиологических свойств, чувствительности к бактериофагу 40 RR28t и гомологичности ДНК *A. salmonicida*, *A. hydrophila* и японского изолята *A. salmonicida* ssp. *masoucida*, показало, что все штаммы *A. salmonicida* и *A. hydrophila* имеют, по крайней мере, один общий антиген и чувствительны к бактериофагу 40RR28 t. Эти данные свидетельствуют против предложения об исключении вида *A. salmonicida* из состава рода *Aeromonas* и указывают на принадлежность исследованных видов к одному роду (Paterson et al., 1980).

A. salmonicida ssp. *masoucida* обладают физиологическими и ростовыми характеристиками, сходными с *A. hydrophila*, но чувствительны к большинству бактериофагов *A. salmonicida*, неподвижны, содержат специфический антиген *A. salmonicida*, содержание Г + Ц 56,2 моль% и полностью гомологичны с ДНК *A. salmonicida*. Все это свидетельствует о том, что *A. salmonicida* ssp. *masoucida* занимает промежуточное положение между *A. salmonicida* и *A. hydrophila* (Paterson, 1983).

Интересно отметить, что не отличается по серологическим свойствам, чувствительности к бактериофагу 40RR28 t и возбудитель язвенной болезни форели *Haemophilus piscium*. На основании этого, имеющихся данных о содержании гаунина-цитозина и гибридизации ДНК—ДНК было доказано, что все штаммы *H. piscium* относятся к роду *Aeromonas* (Peterson, 1983).

Атипичные штаммы *A. salmonicida* были выделены различными авторами при язвенной болезни золотых рыбок, эритродерматите карпа и так называемом язвенном фурункулезе золотых рыбок (Votomsma et al., 1977; Elliot et al., 1980; McCarthey, 1975).

Все типичные и атипичные штаммы *A. salmonicida* (включая *H. piscium*) обладают видоспецифическим антигеном (вероятно, липополисахаридом), который отсутствует у других видов рода, в том числе и у *A. hydrophila* (Paterson et al., 1980).

Другие антигены, ассоциирующиеся с вирулентностью и иммуногенностью, это — экстрацеллюлярные факторы, экстрацеллюлярные продукты, лейкоцитолитический фактор, протеазы, гемолизин (Fuller et al., 1977; Elliot, Shotts, 1980; Cipriano et al., 1981; Ellis et al. 1981; Hsu et al., 1981; Nomura, Saito, 1982; Thune et al., 1982).

Юдей и Фраер (Udey, Fryer, 1978) сообщили, что клетки высоковирулентных штаммов *A. salmonicida* окружены дополнительным к нормальной клеточной стенке слоем «А», который содержит протеин с молекулярным весом 50.000, дает эффект фагорезистентности и аутоагрегации, часто теряется при культивировании на искусственных питательных средах и эта потеря идет параллельно с потерей вирулентности.

Экстрацеллюлярные вещества как вирулентных, так и авирулентных штаммов *A. salmonicida* эффективно защищают лососевых

при экспериментальном заражении, однако задача получения бактерии для иммунизации против фурункулеза еще далека от своего завершения, и в этом направлении проводится активная работа.

Если, несмотря на некоторые различия в ферментативной характеристике, выраженности пигментообразования, характере клинических признаков и патогенезе заболевания, группа *A. salmonicida* все же остается гомогенной, с более или менее определенным таксономическим положением, то подвижные аэромонады не являются гомогенной группой организмов.

A. hydrophila — фенотипически и генотипически гетерогенный таксон, члены которого широко распространены в водной среде. Имеется большой обзор по современному состоянию вопроса об *A. hydrophila* (Newmen, 1983). Таксономическое положение этой группы аэромонад весьма бурно дискутируется. В 7-м издании «Определителя Берджи» С. Снежко (1957) на основании патогенетических и биохимических тестов подвижные аэромонады разделил на 3 вида: *A. hydrophila*, *A. punctata* и *A. liquefaciens*. Вплоть до 1969 г. многочисленные исследователи подтверждали существование достаточного количества биохимических сходств для родового объединения, но не было единого мнения, какими критериями необходимо руководствоваться, чтобы подразделить аэромонады на виды, в связи с чем число последних варьировало.

В 8-м издании «Определителя Берджи» Шуберт (Schubert, 1974) в семействе Vibrionaceae описал 2 вида: *A. hydrophila* с 3 подвидами (*hydrophila*, *anaerogenes* и *proteolytica*) и *A. punctata* с 2 подвидами (*punctata* и *caviae*). Кроме того, у *A. hydrophila* ssp. *hydrophila* и ssp. *anaerogenes* выявлено по 2 биотипа, различающихся по ферментативной характеристике.

Попов и Верон (Popoff, Veron, 1975) предприняли попытку изучить 68 штаммов подвижных аэромонад по 203 характеристикам (включая морфологические, биохимические и генетические) в компьютерном нумерическом таксономическом исследовании. Авторы разделили изучаемые культуры на 2 вида: *A. hydrophila* и *A. sobria*. В свою очередь вид *A. hydrophila* был разделен на 2 подвида: *hydrophila* и *anaerogenes*. Эту точку зрения поддержал ряд авторов (Boulanget et al., 1977; Shaw and Hodder, 1978), которые сочли достаточным количество различий, чтобы оправдать разделение видов (табл. 1).

Мак Иннес и др. (McInnes et al., 1979), исследуя уровень гомологии ДНК видов подвижных аэромонад, установили колебания его в широких пределах: внутри видов — 39—82%, между видами 0—76%. У неподвижных аэромонад уровень гомологии ДНК более высок, что свидетельствует о большей гомогенности последних в отличие от подвижных аэромонад. На основании полученных данных авторы предлагают признать 2 вида: *A. hydrophila* — для подвижных аэромонад и *A. salmonicida* — для неподвижных.

Однако уже в 1981 г. Попов и др. (Popoff et al., 1981) на основании изучения гибридизации ДНК—ДНК и физиологических различий 55 штаммов подвижных аэромонад предложили 3 вида: *A. hidro-*

Таксономическая схема для группы *A. hydrophila-punctata*
(Popoff et Veron, 1975)

Биологические	Штаммы		<i>A. sobri</i>
	<i>A. hydrophila</i>		
	<i>hydrophila</i>	<i>anaerogenes</i>	
Рост на <i>L</i> -гистидине	+	+	—
Гидролиз эскулина	+	+	—
Рост на среде с	+	+	—
Рост на среде с <i>L</i> -арабинозой	+	+	—
Рост на среде с <i>L</i> -аргинином	+	+	—
Рост на среде с салицином	+	+	—
Эластаза	+	—	—
Продуцирование ацетона	+	—	±
Газ на глюкозе	+	—	+
Сероводород	+	—	+

phila, *A. cavia* и *A. sobria*. В пределах каждого из видов существует несколько групп, внутри которых уровень гомологии ДНК больше 70%, а между ними 30—50%. В настоящее время эти группы невозможно выделить в отдельные таксоны, поскольку между ними пока не найдено фенотипических различий. Ньюмен (Newmen, 1983) считает, что фенотипическое сходство не обязательно совпадает с генетическими связями, поэтому должно быть проведено исчерпывающее изучение таксона с привлечением генетических, серологических и физиологических характеристик, что является первоочередной задачей дня, поскольку все эти многочисленные классификации и разобщенные сведения чрезвычайно затрудняют исследования практических работников.

У нас в стране также нет единого мнения относительно систематики аэромонад. Г. П. Калина с соавторами (1980) в практических целях предложила различать 2 вида: *A. hydrophila* (ферментирующий углеводы с газообразованием) и *A. anaerogenes* (ферментирующий углеводы без газообразования).

Мы в настоящее время, учитывая то, что вопрос все еще дискутируется, придерживаемся в основном официального руководства, каковым является последнее издание Определителя Берджи, хотя иногда учитываем данные, приводимые другими авторами.

Нам кажется, что вся эта путаница объясняется тем, что авторы подходят с разных точек зрения к решению одной и той же проблемы, используя различные методы. Созданию единого всемирного центра по изучению аэромонад с соответствующим уровнем оснащения, куда стекалась бы вся информация и культуры изучались бы по единым методикам (как это имеет место для салмонелл, шигелл и эшерихий в медицине), ускорило бы решение проблемы.

Интересным является факт, что *A. hydrophila* выделяет вещества, вызывающие некроз кожных покровов, и вырабатывает 2 типа гемолизина, тогда как *A. sobria* не вызывает некроза кожи, вырабатывает

только один гемолизин и при внутримышечном введении оказывается менее вирулентным, чем *A. hydrophila* (Olivier et al., 1981). Это подтвердило мнение, высказанное ранее другими авторами (Lallier et al., 1980), что к виду *A. hydrophila* целесообразно отнести штаммы вирулентные для рыб, а к виду *A. sobria* — невирулентные.

Нам кажется, что такой принцип деления не может быть положен в основу для таксономической дифференциации, так как различные штаммы *A. hydrophila* отличаются друг от друга по вирулентности, причем различные авторы отмечают, что штаммы, выделенные из воды, здоровой и больной рыбы, резко отличаются по своей вирулентности (Buza, 1975; De Fegueiredo, Plumb, 1977; Hazen et al., 1982; Щелкунов и др., 1984).

Вирулентность аэромонад зависит от активности продуцирования экстрацеллюлярных ростовых веществ (Hsu et al., 1981; Allan, Stevenson, 1981). Диапазон исследований в этом направлении все расширяется, что отмечается не только в ихтиопатологии, но и в медицине. В обзоре результатов применения традиционной идентификации патогенных для человека микроорганизмов О'Брайн с соавторами (O'Brien et al., 1983) рассматривает возможность использования метода гибридизации ДНК—ДНК, моноклональных антител, изоэлектрического фокусирования и указывает на необходимость более широкого использования в таксономических исследованиях не только стандартных физиологических признаков бактерий, но также такого сравнительно редкого приема, как определение факторов патогенности микроорганизмов.

На протяжении ряда лет в лаборатории ихтиопатологии ВНИИПРХ изучаются культуры аэромонад, выделенных от больной и здоровой рыбы и из воды. Сложность и трудоемкость изучения биологических свойств путем постановки биопробы заставили нас обратиться к альтернативной модели, позволяющей упростить этот вид исследований.

Анализ методов, широко используемых в медицинской микробиологии, позволил нам остановиться на изучении ДНКазной активности (Jeffries et al., 1957; Губарев, Галаев, 1957; Brandis et al., 1979; Завгородняя, Троп, 1972; Пастер, 1975; Трояшкин 1975 и др.). В обзоре по дезоксирибонуклеазам патогенных бактерий О. В. Мессинова и Д. В. Юсупова (1966) указывают, что внеклеточные ДНКазы с достаточной степенью достоверности найдены только у токсигенных бактерий и не обнаружены у нетоксигенных. Однако, по их мнению, говорить о прямой зависимости между токсинообразованием и способностью секретировать ДНКазы можно будет лишь тогда, когда все виды патогенных бактерий будут исследованы в этом направлении. Внутри токсигенных видов эта зависимость проявляется достаточно четко. Как указали авторы, ДНКазной активностью обладают только токсигенные штаммы: у стафилококков выделение этого фермента почти в 100% коррелирует с плазмокоагулирующей активностью, у дифтерийных бактерий — с токсигенностью, у стрептококков — с вирулентностью, у патогенных клостридий — с выделением лецитиназы. Таким образом, эта закономерность носит как

общий (для всех токсигенных видов), так и частный (внутри токсигенного вида) характер. Авторы считают, что, по-видимому, здесь имеет место чисто генетическая связь с самим процессом выделения больших количеств внеклеточного белка, так как состав токсинов у перечисленных выше видов микроорганизмов различен и корреляция идет не с каким-нибудь определенным, всегда одним и тем же компонентом токсина, а с токсинообразованием вообще.

Для видов, у которых установлена связь ДНКазной активности с токсинообразованием, определение ДНКазы по Джеффрису рекомендуется как косвенный метод определения токсигенности. Он выгоден своей простотой и доступностью, тем более, что препарат ДНК имеется в продаже, а в настоящее время имеется возможность применения стандартные среды фирм Дифко и Джибко.

Так как ни отечественных, ни зарубежных работ, освещающих вопрос о наличии ДНКазы у аэромонад в доступной нам литературе мы не нашли, было проведено исследование культур, выделенных нами, и музейных коллекций аэромонад ВИЭВ и УкрНИИРХ. Была выявлена четкая корреляция между способностью продуцировать ДНКазу и вирулентностью культур, выделенных от больных рыб, в биопробе. В настоящее время этот метод используется при изучении выделенных культур в УкрНИИРХ, КазНИИРХ, АзНИИРХ, МолдНИИРХС и ряде диагностических лабораторий зональных ихтиопатологических инспекций Минрыбхоза СССР

Метод Джеффриса позволяет выявить диффундирующую в среду ДНКазу и наиболее удобен для массовых исследований. Основан он на том, что с полимерной ДНК при действии I и $NaCl$ получается преципитат и среда становится непрозрачной. ДНК, деполимеризованная ферментом, кислотой не осаждается и вокруг колонии образуется прозрачная зона.

Простота метода весьма заманчива, тем более, что использование его позволило бы отказаться от биопробы, но вопрос еще требует дальнейшей тщательной проверки, так как в 1984 г. мы столкнулись с таким явлением, что культуры, выделенные из воды и обладающие большой зоной деполимеризации, в биопробе были или отрицательны, либо давали слабовыраженные клинические признаки, которые быстро проходили. Как это объяснить? Свидетельствует ли выраженная ДНКазная активность о потенциальной токсигенности культур, выделенных из воды, которая может проявиться при попадании культуры в соответствующие условия, при снижении резистентности организма рыбы, или при пассировании через ее организм? Если это подтвердится при экспериментальных исследованиях, то этот тест можно будет использовать и для оценки эпизоотической ситуации в водоеме. Во всяком случае, имеющиеся данные при проведении массовых исследований уже позволяют давать соответствующую оценку культурам, выделенным из патологического материала.

В последние годы в медицине начал широко использоваться метод иммуноферментного анализа (ELISA — enzyme-linked-immuno-sorbent assay) для выявления антител, определения антитоксинов. экзо-

токсиров и антигенного родства (Engvall, 1977; Mishra et al., 1983; Melville-Smith et al., 1983; Rowe B., 1983; Burells et al., 1983). Метод нашел свое применение и в ихтиопатологии (Roberson, 1981 и др.), облегчая проведение исследований в этом направлении. Возможно более широкое его применение позволит ответить на ряд вопросов, стоящих в настоящее время перед ихтиопатологами.

Интенсивное выращивание радужной форели и других видов лососевых рыб в морской воде привело к тому, что повсеместно возросла роль **вibriоза**, являющегося наиболее частым бактериальным заболеванием морских и эстуарных рыб, наносящим значительный экономический ущерб.

В настоящее время кроме *Vibrio anguillarum* описан новый вид — *V. ordalii*, ранее описываемый как *Vibrio* sp.1669 (Marell et al., 1976), *Vibrio* sp. RT (Ohnishi, Muroga, 1976) и под другими названиями. От *V. anguillarum* он отличается более медленным ростом и ферментативной инертностью (Schiewe, 1983). Различаются они и по серологическим свойствам. Оба вида весьма инфекционны и вызывают бактериальную геморрагическую септицемию с обширными геморрагиями и некрозом внутренних органов, некротическими очагами в мускулатуре. Вирулентность вибрионов ассоциируется с наличием железосвязывающих плазмид, способствующих росту бактерий в организме рыбы.

Против вibriоза имеется высокоэффективная вакцина за рубежом, интенсивная работа по получению активной отечественной вакцины проводится в Таллинском отделении БалтНИИРХ.

Не меньшей проблемой, возникающей при культивировании лососевых, является другое бактериальное заболевание — **флексибактериоз** или **колумнарис**. Наибольший ущерб эта болезнь наносит молоди форели (Просьяная, Корчевой, 1978; Висманис и др. 1982) и лососей (Викторова и др., 1982), но не менее важной эта проблема является и в карповодстве.

По данным венгерских авторов, флексибактериоз может вызвать гибель молоди и годовиков карпа при уплотненных посадках, загрязнении воды органическими веществами и повышении температуры воды до 20° С и выше. По их мнению, значительная часть так называемого «некроза жабр» является именно флексибактериозом, так как при этом заболевании прежде всего поражаются жабры, на которых появляются воспаленные, некротизированные участки, приводя не только к разрушению мягкой ткани жабр, но и хрящей жаберных лепестков (Farkas, Olah, 1981). В связи с этим они считают необходимым проводить микроскопическое исследование жабр при повышении температуры воды до 20° С и при появлении первых клинических признаков. Этот по сути экспресс-метод при обнаружении в мазке большого количества характерных длинных тонких бактерий помогает выявить заболевание на самой ранней стадии развития и принять срочные меры, так как при прогрессировании заболевания рыба отказывается от корма, и борьба с флексибактериозом с помощью лечебных кормов теряет всякий смысл, а другие меры

(купание в ваннах с лечебными препаратами, пересадка в водоем с чистой водой) не всегда могут быть осуществлены.

Болезнь красного рта (ERM) — острое или хроническое бактериальное заболевание лососевых — впервые была зарегистрирована в начале 50-х годов в западных штатах США у форели и длительное время была там энзоотичной. Затем заболевание было зарегистрировано в Канаде, Мексике, Западной Германии, Англии, Франции и Италии (Ewing et al., 1978; Bullock et al., 1978; McCarthy et al., 1982; Fuhrmann et al., 1983; Lesel et al., 1983; Roberts, 1983); по всей вероятности, эта болезнь представляет серьезную опасность в странах развитого форелеводства.

Этиологический агент — *Yersinia ruckeri* — короткая (1,5—2×0,5 мкм) грамотрицательная палочка с перитрихально расположенными жгутиками, хорошо проявляющая свою подвижность при 18—27° С. При 9° и 27° она или слабо подвижная, или теряет подвижность совсем (O'Leary, 1977); спор и капсул не образует, цитохромоксидаза отрицательная; по своим морфологическим, культуральным и ферментативным свойствам отнесена к семейству *Enterobacteriaceae*.

Пораженная форель почти черного цвета, резко выражена экзофтальмия (вплоть до выстреливания глаз); рыба дрейфует по поверхности воды и слабо реагирует на внешние раздражители. При обследовании обращают на себя внимание такие признаки, как воспаленные нёбо и язык, раздутое брюшко (особенно у умирающей форели), геморрагии. У тяжело инфицированной рыбы может быть кровотечение из жабр, если сильно надавить на жаберную крышку (Waggen, 1980).

Вероятность выделения возбудителя повышается при взятии патматериала из нижнего отдела кишечника. Ткани других органов не являются постоянным местом обитания патогена. *Y. ruckeri* хорошо растет на обычных агаровых средах при 20—25°, образуя в течение 24—48 часов небольшие округлые, выпуклые колонии беловатого или слегка кремоватого цвета.

В хозяйствах, где эта болезнь является постоянной проблемой, заболевание возникает в теплое время года даже при постоянной температуре воды (15—18° С). Основным источником инфекции служат рыбы-носители, хотя возбудитель может находиться и в воде, куда попадает с испражнениями больной рыбы.

Одной из наиболее серьезных инфекций лососевых является **бактериальная почечная болезнь (BKD)**, характеризующаяся хронической бактериемией. Бактерии, однократно попавшие в рыбу, медленно размножаются в кровяном русле, оседая в почке, печени, селезенке и сердце. Они накапливаются и развиваются до тех пор, пока поражения, вызываемые ими в органах, становятся легко заметными. В заднем отделе почки поражения обнаружить легче всего, они могут достигать до 1 см в диаметре и проникать в мускулатуру, приводя к образованию волдырей под кожей (Waggen, 1980). В этой стадии заболевания терапевтическая обработка фактически не эффективна.

Этиологический агент — *Renibacterium salmoninarum* — мелкая грамположительная бактерия (Sanders, Fryer, 1980). Так как выделение и идентификация возбудителя затруднены его чрезвычайной требовательностью к составу среды, то предварительный диагноз может быть поставлен бактериоскопически. Обнаружение в мазках из «узелков» и пораженных органов значительного количества грамположительных диплобактерий позволяет заподозрить ВКД. Однако следует помнить, что в мазках из почек, печени и селезенки присутствуют окрашенные зерна меланина. Они таких же размеров, что и возбудители почечной болезни, и в мазках, окрашенных по Граму, различить их очень трудно. При исследовании патматериала на ВКД часть мазков следует для контроля оставить неокрашенными, или окрасить метиленовым синим. В этом случае гранулы меланина остаются черно-коричневыми, а возбудитель — почти невидимый или голубой.

Географически болезнь распространена повсеместно в странах, где культивируются лососевые, и никогда не обнаруживается у других рыб.

Заболевание редко поражает рыбу младше 6-месячного возраста. Взрослые рыбы-носители, вероятно, основной источник инфекции. Скармливание молодежи внутренностей и тушек взрослых лососей без термической обработки обеспечивало постоянное инфицирование возбудителем.

Диагноз на ВКД обычно ставится на основании окраски по Граму, серологических исследований или реакции иммунодиффузии по Оухтерлони. Для диагноза клинической и субклинической форм был разработан прямой и непрямой метод флюоресцирующих антител (ФАТ), (Bullock, Stukey, 1975; Bullock et al., 1980). Однако американские ученые сейчас работают над использованием метода ELISA, который более чувствителен.

С бактериальной почечной болезнью необходимо дифференцировать другое заболевание, недавно зарегистрированное под названием **псевдопочечная болезнь**, которое вызывается бактериями, относящимися к роду *Lactobacillus* (Winton et al., 1983; Hiu, Fryer, 1984). Поражаются ручьевая и радужная форели, лосось Кларка, чавыча. У пораженных рыб выявляется присутствие множества грамположительных бактерий (Ross, Toth, 1974). Чаще всего бактерии выделяли от рыб, стрессированных хендлингом и нерестом, повышением температуры воды.

Гистопатологические исследования экспериментальной инфекции показали, что бактерии локализовались в висцеральной жировой ткани, перитонеальной мембране, рыхлой соединительной ткани, окружающей печень, эзофагус и селезенку, в сердечной мышце и мускулатуре эзофагуса. Патологоанатомически отмечали наличие асцитической жидкости в брюшной полости, геморрагии в висцеральной жировой ткани и в нижнем отделе кишечника.

В мазках, окрашенных по Граму, эти бактерии легко могут быть приняты за *R. salmoninarum*, но в отличие от последних они при

Бактериальные патогены рыб и болезни, связанные с ними (Winton et al., 1983)

Бактерии	Болезни
<i>Aeromonas salmonicida</i>	Фурункулез
<i>Aeromonas hydrophila</i>	Аэромонадная септицемия
<i>Yersinia ruckeri</i>	Кишечно-красноротая болезнь
<i>Vibrio anguillarum</i>	Вибриоз
<i>V. ordalii</i>	Вибриоз
<i>Flexibacter columnaris</i>	Колумнарис (флексибактериоз)
<i>Cytophaga psychrophila</i>	Низкотемпературная болезнь
<i>Cytophaga</i> или <i>Flavobacterium</i>	Бактериальная болезнь жабр
<i>Cytophaga</i> и др.	Плавниковая гниль
<i>Sporocytophaga</i> sp.	Соленоводная болезнь колумнарис
<i>Renibacterium salmo</i>	Бактериальная почечная болезнь
<i>Lactobacillus</i> sp.	Псевдопочечная болезнь
<i>Edwardsiella tarda</i>	Эдвардсиеллез
<i>Pseudomonas</i> sp.	Бактериальная геморрагическая септицемия
<i>Pasteurella</i> sp.	Пастереллез
<i>Mycobacterium</i> sp.	Микобактериоз
<i>Nocardia asteroides</i>	Нокардиоз
<i>Streptomyces</i> sp.	Стрептомикоз
<i>Eubacterium tarentellus</i>	Эубактериальный менингит

25—30° растут на триптиказа-соевом агаре, образуя беловатые круглые точечные колонии. Уменьшить гибель, вызванную этим заболеванием, можно использованием тетрациклина перед нерестом.

Кроме ранее описываемого **эдвардсиеллеза**, вызываемого представителем семейства Enterobacteriaceae *Edwardsiella tarda*, у канального сомика была зарегистрирована болезнь, названная кишечной септицемией канального сома. У больных рыб отмечали экзотальмию, геморрагии на коже и в мышцах, асцит брюшка. Возбудителем являлся новый вид кишечной бактерии из рода *Edwardsiella* — *E. ictaluri* (Hewke, 1979). От *E. tarda* новый возбудитель отличается тем, что неподвижен и не образует газ из глюкозы при 37°, а также индол и сероводород.

Кроме канального сомика, заболевание зарегистрировано в естественных водоемах у белого сома (*Ictalurus catus*). Иногда среди больных рыб отмечали значительную гибель (до 80%).

Кроме вышеперечисленных заболеваний, которые регистрировались неоднократно, следует отметить часто отмечаемую в последние годы японскими авторами этиологическую роль стрептококка, выделение венгерскими авторами *Vibrio* sp. от мальков обыкновенного сома с заболеванием, условно названным «красная голова» (Iwata, 1982; Kusuda et al., 1982; Nakatsugawa, 1983).

Если в прежние годы ихтиопатологам приходилось сталкиваться с 3—4 бактериальными болезнями, то теперь их количество перевалило за два десятка (табл. 2) и список этот еще не окончательный.

Для нас на современном этапе интенсивного рыбоводства самой актуальной проблемой при изучении бактериальных болезней рыб

являются аэромонады. Знание этиологической структуры аэромонад в различных зонах нашей страны, их биохимической и биологической характеристики, антигенного строения, зависимости физиологических характеристик от различных факторов внешней среды (пестицидов, гидрохимических особенностей воды и др.) поможет правильно оценить эпизоотическую обстановку на местах, наладить процесс получения агглютинирующих сывороток для серодиагностики, разработать меры эффективной профилактики. Для этого необходимо собрать значительный фактический материал в различных климатических зонах нашей страны. Мы сейчас начали такие исследования в плане нашего института и в рамках двухстороннего сотрудничества с ВНР, что подчеркивает важность этой проблемы не только для СССР. Эти исследования должны вестись широким фронтом. В системе Минрыбхоза СССР и РСФСР создана широкая сеть ихтиопатологической службы. Это большая армия людей — глаза и руки науки, собиратели обширного фактического материала, который предстоит переработать и осмыслить науке и дать соответствующие рекомендации. Если эти две армии будут работать рука об руку, то будет внесен большой вклад в развитие отечественной ихтиопатологии.

ЛИТЕРАТУРА

- Викторова В. Ф., Юхименко Л. Н., Марченко А. М. Характеристика скользящих бактерий, выделенных от молоди балтийского лосося (*Salmo salar*).— Экспресс-информация ЦНИИТЭИРХ «Рыбохоз. использ. внутр. водоемов», М., 1984, вып. 4, с. 7—10.
- Губарев Е. М., Галиев Ю. В. Декарбоксилазы аминокислот дизентерийных бактерий. Биохимия, 1957, т. 22, вып. 3, с. 441—444.
- Завгородняя Е. Ф., Троп И. Е. Некоторые биологические свойства возбудителей брюшного тифа и паратифа В, выделенных от больных и бактерионосителей.— ЖМЭИ, 1973, № 5, с. 21—24.
- Калина Г. П., Графова Т. И. Методы исследования объектов окружающей среды и патологического материала на аэромонады. (Метод. рекоменд.) М., 1980, 11 с.
- Мессинаова О. В., Юсупова Д. В. Дезоксирибонуклеазы патогенных бактерий (обзор литературы). ЖМЭИ, 1966, № 3, с. 39—43.
- Пастер Е. У. Ходоровская С. Д. Высеваемость энтеротоксигенных ДНКазоположительных стафилококков из различных источников. Врач. дело, 1975, № 10, с. 140—143.
- Щелкунов И. С., Юхименко Л. Н., Щелкунова Т. И., Тромбицкий И. Д., Манчу А. П. О выделении вируса от белого толстолобика с синдромом краснухи.— Экспресс-информация ЦНИИТЭИРХ «Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов», М., 1984, вып. 4, с. 3—7.
- Юсупова Д. В., Соколова Р. Б., Гедзе Г. И. Дезоксирибонуклеаза *Proteus mirabilis*.— Вopr. мед. химии, 1983, т. 29, вып. 2, с. 29—35.
- Allan B. J., Stevenson R. M. W. Extracellular virulence factors of *Aeromonas hydrophila* in fish infections.— Can. J. Microbiol., 1981, vol. 27, p. 1114—1122.
- Bootsma R., Fijan N. Blommaert J. Isolation and preliminary identification of the causative agent of carp erythrodermatitis.— Veter. Archiv, 1977, vol. 6, p. 291—302.
- Boulanger Y., Lallier R., Cousineau G. Isolation of enterotoxigenic *Aeromonas* from fish.— Gan. J. Microbiol., 1977, vol. 23, N 9, p. 1161—1164.
- Brandis I. M., Willis A. T. Observations on the coagulase and deoxyribonuclease tests for staphylococci.— J. Med. Lab. Technol., 1970, vol. 27, p. 355—358.

- Bullock G. L., Stuckey H. M., Shotts E. B.* Enteric redmouth bacterium: comparison of isolates from different geographic areas.— *J. Fish. Diseases*, 1978, vol. 1, p. 351—356.
- Burreis C., Evons H., Dowson A.* Antigenic relationship between the serotypes of *Pasteurella haemolytica* demonstrable by ELISA.— *Veter. Microbiol.*, 1983, vol. 8, N 2, p. 187—198.
- Buza L.* A fertésze hasvizkor oktanának megelőzésének és gyógykezelésének tanulmányozása.— Szavas. Haltenyésztési kutató intézet 1975, 49 p.
- Cipriano R. C.* Furunculosis: pathogenecity, mechanisms of bacterial virulence and the immunological response of fish to *Aeromonas salmonicida*.— In: J. H. Crosa (edit). *Bacterial and viral diseases of fish. Molecular studies.* Washington Sea Grant Publication, Univ. Wash. Seattle, 1983, p. 41—60.
- Cipriano R. C., Griffin B. R., Lidgerding B. C.* *Aeromonas salmonicida*: relationship between extracellular growth products and isolate virulence.— *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 1981, vol. 38, p. 1322—1326.
- Crosa J. H.* Virulence mechanisms of an aquatic pathogen.— *Mar. Technol. Soc. J.*, 1981, vol. 15, p. 53—56.
- Elliot D. G., Shotts E. B.* Aetiology of an ulcerative disease in goldfish (*Carassius auratus*) Microbiological examination of diseased fish from seven locations.— *J. Fish Diseases*, 1980, vol. 3, p. 133—143.
- Ellis A. E., Hastings T. S., Munro A. L. S.* The role of *Aeromonas salmonicida* extracellular products in the pathology of furunculosis.— *J. Fish Diseases*, 1981, vol. 4, p. 41—51.
- Emmerich R., Weibel E.* Über eine durch Bakterien verursachte Infektionskrankheit der Forellen.— *Arch. f. Hyg.* 1894, Bd. 21, N 1, S. 1—21.
- Engvall E.* Quantitative enzyme-immunoassay (ELISA) in microbiology.— *Med. Biol.*, 1977, vol. 55, N 4, p. 193—200.
- Ewing W. H., Ross A. J., Brenner D. J., Fanning G. R.* *Yersinia ruckeri* sp. nov. the redmouth (RM) bacterium.— *Intern. J. Systemic Bacteriology*, 1978, vol. 28, p. 37—44.
- Farkas J., Olah J.* Occurrence, experimental infection and treatment of myxobacterial gill diseases of carp. In: *Proceed. of an Int. Sem. on fish pathogens a. environment in european polyculture.* Szarvas, Hungary, 1981, p. 483—492.
- De Figueiredo J., Plumb J. A.* Virulence of different isolates of *Aeromonas hydrophila* in channel catfish.— *Aquaculture*, 1977, vol. 11, p. 349—354.
- Fuhrmann H., Bohm K. H., Schlotfeld H. J.* An outbreak of enteric redmouth disease in West Germany.— *J. Fish Diseases*, 1983, vol. 6, N 3, p. 309—311.
- Fuller D. W., Pilcher K. S., Fryer J. L. A.* Icyocytolytic factor isolated from cultures of *Aeromonas salmonicida*.— *J. Fish Res. Board Canada*, 1977, vol. 34, p. 1118—1125.
- Hazen T. C., Esch G. W., Dimock R. V., Mansfield A.* Chemotaxis of *Aeromonas hydrophila* to the surface mucus of fish.— *Curr. Microbiol.* 1982, vol. 7, p. 371—375.
- Hsu T. C., Waltman W. D., Shotts E. B.* Correlation of extracellular enzymatic activity and biochemical characteristics with regard to virulence of *Aeromonas hydrophila*. In: *Intern. symp. on fish biologics: Serodiagnostics and vaccines.* Lee-town W Va., USA, 1981. *Develop. biol. standard.* 49. Ed. by W. Hennesen, S. Karger, Basel, 1981, p. 101—111.
- Iwata K.* The present situation of damage by streptococcal disease of cultured yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) and a control of the disease in Miyazaki prefecture.— *Fish. Pathol.*, 1982, vol. 17, N 1, p. 61—65.
- Jeffries C., Holtman D., Guse D.* Rapid method for activity of microorganisms on nucleic acid.— *J. Bacteriol.*, 1957, vol. 73, N 4, p. 590—591.
- Kusuda R., Kawai K., Shirakawa T.* Serological study of *Streptococcus* sp. pathogenic to cultured yellowtail.— *Bull. Japan. Sci. Fish. Soc.* 1982, vol. 48, N 12, p. 1731—1738.
- Lallier R., Boulanger Y., Olivier G.* Difference in virulence of *Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas sobria* in Rainbow trout. *Prog. Fish Culturist*, 1980, vol. 42, N 4, p. 199—200.
- Lesel R., Lesel M., Gavini F., Vuillaume A.* Outbreak of enteric redmouth disease in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, in France.— *J. Fish Diseases*, 1983, vol. 6, N 4, p. 385—387.

- MacInnes J., Trust T J, Crosa J H* Deoxyribonucleic acid relationship among members of the genus *Aeromonas*.— *Can. J. Microbiol.*, 1979, vol. 25, N 5, p. 579—586.
- McCarthy D. H.* Fish furunculosis caused by *Aeromonas salmonicida* var *achromogenes*.— *J. Wildlife Dis.*, 1975, vol. 11, p. 489—493.
- McCarthy D. H., Jonson K. A.* A serotypic survey and crossprotection test of North American field isolates of *Yersinia ruckeri*.— *J. Fish Diseases*, 1982, vol. 5, p. 323—328.
- Melville-Smith M., Seagroatt V., Wathins J* A comparison of enzymelinked immunosorbent assay (ELISA) with the toxin neutralization test in mice as a method for the estimation of tetanus antitoxin in human sera.— *J. Biol. Stand.*, 1983, vol. 11, N 2, p. 137—144.
- Mishra S., Falkenberg S., Masihi K.* Efficacy of enzyme-linked immunosorbent assay in serodiagnosis of aspergillosis.— *J. Clin. Microbiol.*, 1983, vol. 17, N 4, p. 708—710.
- Nakatsugawa T. A.* streptococcal disease of cultured flounder.— *Fish Pathol.*, 1983, vol. 17, N 4, p. 281—285.
- Newmen S. G.* *Aeromonas hydrophila*: A review with emphasis on its role in fish disease.— In: Symp. intern. «Antigens of fish pathogens», edit. D. P. Anderson et al., 1983, p. 87—115.
- Nomura S., Saito H.* Production of extracellular hemolytic toxin by an isolated strain of *A. salmonicida*.— *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 1982, vol. 48, N 11, p. 1589—1597
- O'Brien T., Mayer K., Hopkins J., Chao L.* New concepts in medical bacteriology.— *J. Med.*, 1983, vol. 14, N 4, p. 271—280.
- Olivier G., Lallier F., Larivière S.* A toxigenic profile of *Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas sobria* isolated from fish.— *Can. J. Microbiol.*, 1981, vol. 27, p. 330—333.
- Paterson W. D., Doney D., Desautels D.* Relationships between selected strains of typical and atypical *Aeromonas salmonicida*, *Aeromonas hydrophila* and *Haemophilus piscium*.— *Can. J. Microbiol.*, 1980, vol. 26, N 5, p. 598.
- Paterson W. D.* Furunculosis and other associated disease caused by *Aeromonas salmonicida*.— In: Symp. inter. «Antigens of fish pathogens», edit. D. P. Anderson et al., 1983, p. 119—136.
- Popoff M., Veron M. A.* A taxonomic study of the *Aeromonas hydrophila* — *Aeromonas punctata* group.— *J. Gen. Microbiol.*, 1975, vol. 94, p. 11—22.
- Popoff M., Coynault C., Kiredjian M., Lemelin M.* Polynucleotide sequence relatedness among motile *Aeromonas* species.— *Curr. Microbiol.*, 1981, vol. 5, N 2, p. 109—114
- Roberson B. S.* Detection of fish antibody by thin-layer ELISA.— In: Internsymp. on fish biologics: Serodiagnostics and vaccines. Leetown W. Va., USA, 1981. Develop. biol. standard. 49. Ed. by W. Henssen, S. Karger, Basel, 1981, p. 113—118.
- Roberts M. S.* A report of an epizootic in hatchery reared rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, at an English trout farm caused by *Yersinia ruckeri*.— *J. Fish Diseases*, 1983, vol. 6, p. 551—552.
- Rowe B.* Interlaboratory evaluation of an ELISA test for heat stable enterotoxin of *E. coli*.— *Devel. Biol. Stand.*, 1983, vol. 53, p. 123.
- Schubert R. H. W.* Genus II *Aeromonas*.— In: Buchanan and Gibbons (ed.), *Bergey's manual of determinative bacteriology*, 8th ed., The Williams a. Wilkins Co., Baltimore, 1974, p. 345—348.
- Shaw D. H., Hodder H. J.* Lipopolysaccharides of motile *Aeromonads*: core oligosaccharide analysis as an aid to taxonomic classification.— *Can. J. Microbiol.*, 1978, vol. 24, p. 864—868.
- Snieszko S.F.* Genus IV *Aeromonas* Kluyver and Van Niel. 1936.— In: Breed, Murray, Smith (ed.), *Bergey's manual of determinative bacteriology*, 7th ed., The Williams a. Wilkins Co., Baltimore, 1957, p. 189—193.
- Thune R. L., Graham T. E., Riddle L. M., Amborski R. L.* Extracellular proteases from *Aeromonas Hydrophila*: partial purification and effect on age-0 channel catfish.— *Translations of the American Fisheries Society*, 1982, vol. 111, N 6, p. 749—754.
- Udey L. R., Fryer J. L.* Immunization of fish bacterins of *Aeromonas salmonicida*.— *Mar. Fish. Review*, 1978, vol. 40, p. 12—17
- Warren J. W.* Diseases of hatchery fish. A fish diseases manual. USA, Minnesota, 1980, 91 p.

Winton J. R., Rohovec J. S., Fryer J. L. Bacterial and viral diseases of cultured salmonids in the Pacific Northwest.— In: Bacterial and viral diseases of fish. Molecular studies. Ed. Crosa J. H., Seattle, 1983, p. 1—20.

L. N. Yukhimenko

PRESENT PROBLEMS OF BACTERIAL FISH DISEASES INVESTIGATION

Increasing level of fish culture intensification results in appearance of new agents of bacterial fish diseases. Quantity of such increased to about thirty. This demands to improve methods of diagnostics, prophylaxy and treatment. Good progress has been achieved due to the research work done in the field of genetics of bacteria, of DNA—DNA hybridization, of DNA homology studies of different bacteria.

Studies of extracellular enzymes, their secretion and purification have helped much in understanding different problems of infection diseases pathogenesis and explaining the role of bacterial pathogens in fish pathology. During last years ELISA method had been used, the method widely used in medicine to reveal antibodies and to define toxins, antitoxins and antigen relations. The use of this method will help to solve many problems of fish pathology.

In USSR and other countries much attention is paid to aeromonads and aeromonoses because of their world wide distribution and significance in fish pathology. Their taxonomic position, fermentative characteristics and activity are carefully studied. Different ways are proposed to separate virulent and not virulent strains; their serological properties are studied and different vaccines have been worked out. There is a lot of new data but still many problems are not yet solved. To do this different specialists have to take part in this studies.

МИКОЗЫ РЫБ И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

А. М. Марченко

ВНИИПРХ, Московская область

В последние годы увеличилось количество публикаций, касающихся микозов рыб, т. е. заболеваний, вызванных паразитированием микроскопических грибов. Подробную информацию о микозах рыб можно найти в обзорах литературы (Марченко, 1979, 1982; Нейш и Хьюз, 1984). Публикации свидетельствуют о том, что к разработке проблем ихтиопатологии привлекается все больше квалифицированных специалистов, улучшаются методы диагностики болезней рыб, однако только этим нельзя объяснить тенденцию увеличения числа регистраций микозов. Наблюдается объективный рост заболеваемости рыб, причиной которой являются грибы. При этом почти все случаи новых микозов и связанной с ними гибели рыб отмечены при интенсивных, близких к индустриальным формам рыбоводства, особенно лососеводства.

Интенсификация рыбоводства сопровождается формированием экосистем, отличающихся от экосистем естественных водоемов и экстенсивно используемых прудов. Это очевидно, но надо отметить, что научных разработок в данной области недостаточно. Наряду с многими гидробиологическими параметрами, в экосистемах рыбоводных хозяйств индустриального типа изменяется видовой и количественный состав микроорганизмов и, в частности, грибов. Контакт рыбы с новыми для среды ее обитания микроорганизмами может привести к возникновению ранее неизвестных видов патологии. Так, наряду с такими давно обнаруженными микозами рыб, как сапролегниоз, ихтиофоз, бранхиомикоз, увеличилось количество описаний новых грибных заболеваний, сопровождаемых поражением внутренних органов рыб, так называемых висцеральных микозов (Tashiro, Morikawa, Arai, 1977; Ajello, McGinnis, Camper, 1977; Richards et al., 1978; Марченко, 1985 и др.). Эти микозы не обнаружены у рыб в природных условиях, но наносят ощутимый ущерб индустриальному рыбоводству. Их возбудители относятся к несовершенным грибам, большинство которых ранее было известно как широко распространенные сапротрофы.

Попытаемся вычленить основные факторы, способствующие развитию грибов при интенсификации рыбоводства. Схематично они изображены на рис. 1, а объяснение приведено в тексте.

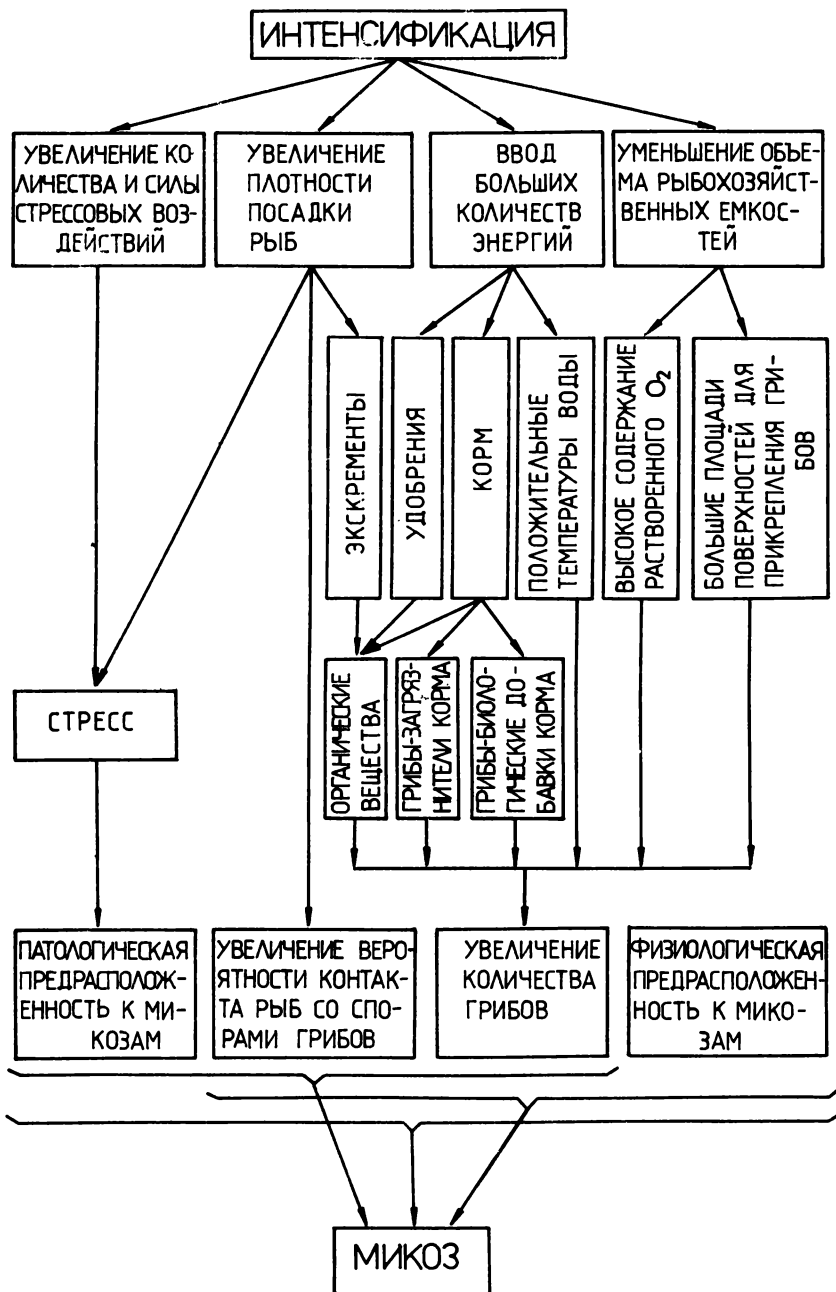


Рис. 1. Факторы, способствующие возникновению микозов при интенсивном рыбоводстве

Развивая интенсивные формы рыбоводства, человек стремится к созданию легкоуправляемых систем, что невозможно осуществить на базе крупных водоемов. Поэтому перспективным направлением интенсификации стало выращивание рыбы в небольших по объему емкостях — прудах, бассейнах, лотках. В них легко поддерживать содержание кислорода на необходимом для рыб уровне и добиться его равномерного распределения по всему объему. Для развития грибов, их спорообразования также нужен кислород (Курсанов, 1940; Билай, 1980, и др.). Кроме того, колонии грибов должны прикрепляться к субстрату, иначе они будут выноситься потоком воды. Нами установлена роль поверхности стенок емкостей как субстрата для прикрепления грибов и определено, что количество зачатков грибов в воде при прочих равных условиях тем больше, чем меньше рыбоводная емкость, в которой они находятся. Взаимосвязь этих двух параметров можно объяснить следующим образом: известна зависимость между объемом и площадью поверхности, его ограничивающей. Чем меньше емкость, тем большая площадь поверхности приходится на единицу объема, а, как мы уже указывали, стенки емкостей служат для прикрепления грибов. В результате в маленьких емкостях больше возможностей для развития грибов и, следовательно, больше вероятность возникновения микоза у находящихся в них рыб.

Для развития грибов необходимы положительные температуры и (в качестве одного из основных источников питания) органические вещества. Интенсификация рыбоводства сопровождается вводом больших энергий, включающих эти факторы. Так, для повышения эффективности культивирования рыб создают оптимальные условия для их роста путем поддержания температуры воды на определенном уровне, чаще не ниже $+10^{\circ}$ — $+12^{\circ}$. Обилие органики обеспечивается введением в рацион рыб большого количества комбикормов и удобрений. Немаловажную роль в обогащении среды органикой играют экскременты рыб, выделяемые в значительном количестве при больших плотностях посадки (Антипчук, 1979). Таким образом, грибы, в виде единичных зачатков случайно попав в рыбоводную емкость из воздуха, с втекающей водой, инвентарем и т. п., оказываются в благоприятных условиях, что позволяет им начать активный рост и обильное размножение.

Увеличение количества грибов возможно не только в результате их размножения в рыбоводных емкостях. Время от времени в среду обитания рыб грибы в больших количествах могут вноситься человеком случайно — в виде загрязнителей корма и других объектов, а также целенаправленно — в виде биологических добавок корма, например дрожжей. Так Олуфем и др. (Olufemi et al., 1983) описали микоз тилапий, вызванный грибами рода *Aspergillus*, которые были внесены в рыбоводные емкости с кормом. О патогенном влиянии на рыб дрожжей, содержащихся в корме, известно из работ отечественных и зарубежных авторов (Руководство..., 1974; Триленко, Семенова, 1975). Нередки случаи заболевания рыб после потребления

корма, содержащего жизнеспособные споры *Ichthyophonus hoferi* (Gustafson, Rucker, 1956; Sindermann, 1958 и др.).

В результате увеличения количества грибов и высокой плотности посадки рыб повышается вероятность попадания зачатков грибов в рыбу. Однако при наличии только этих двух факторов (т. е. грибов и попадания их в рыбу) заболевание, как правило, не развивается. Для того, чтобы грибок поразил рыбу, необходимо еще одно очень важное условие — это предрасположенность рыб к заболеванию. На ней остановимся подробнее.

Предрасположенность может быть физиологической или вызванной патологическими изменениями системы органов в результате стрессового воздействия. Физиологическая предрасположенность связана в основном с возрастными особенностями в организации рыб — возрастной реактивностью. Известно, что основное значение в сопротивлении организма инфекциям, вызванным грибами, имеет клеточный иммунитет. Доказательства того, что антитела как таковые обладают защитным свойством против грибов, мало убедительны. Исследованиями ряда авторов показано, что при грибной инфекции действует и эффективно ограничивает ее воспалительная тканевая реакция, включая фагоцитоз, осуществляемый клетками лейкоцитарного ряда (Хмельницкий, 1973; Маккензи, 1982; Sohnlé, Chusid, 1983). По нашим данным, эти механизмы полностью формируются у рыб рода *Salmo* к 2-месячному, а у рыб рода *Oncorhynchus* к 3-месячному возрасту, считая с момента поднятия на плав. При гистологическом исследовании рыб, зараженных возбудителями микоза плавательного пузыря (МПП) в период после поднятия на плав до указанного срока, установили, что неспецифическая защитная система (воспалительная реакция и сопровождающая ее фагоцитарная или купирующая способность лейкоцитов) ослаблена. Так, в воспалительной реакции преобладают альтеративные и экссудативные процессы, а пролиферации почти не происходит. В тканях очень мало лейкоцитарных клеток, хотя из кровеносных органов (почки) они все выброшены в кровяное русло. Ретикулярный синцитий очень молодой и неспособен быстро и в достаточном количестве продуцировать лейкоцитарные клетки. очень слабо также размножаются соединительнотканые элементы, призванные разграничивать пораженную ткань от здоровой.

К 2—3-месячному возрасту защитная система у лососевых рыб достигает развития, при котором ответная реакция на внедрение грибов становится другой — в воспалительном процессе преобладают пролиферативные явления, ограничивающие распространение патогена по организму, усиливается продуцирование фагоцитарных клеток, которые, фагоцитируя мелкие элементы гриба и обволакивая стенки и особенно активно растущие апикальные участки гиф (рис. 2, *вклейка*), приводят к купированию роста и разрушению гриба. Начиная с этого возраста, реактивность организма рыб способна противостоять патогенному действию грибов *Acromonium kiliense* Grutz, Gams, *Tolyptodium inflatum* W. Gams, *Alternaria consortiale*

(Thüem) Hughes, *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. var. *herbarum* (Corda) Sacc., *Volutella salmonis* Marcenko, *Pyrenochaeta acicola* (Lev.) Sacc., *Phoma herbarum* Westend, определенных как возбудители МПП, причем эта способность с возрастом усиливается: рыбы старше 1 года МПП не подвержены, хотя зачатки грибов с капельками воды попадают в плавательный пузырь при периодических пополнениях его воздухом. Однако надо отметить, что с 2—3-месячного возраста до года рыбы все-таки могут заболеть МПП, если будут содержаться в экстремальных условиях, о чем будет сказано ниже. Подобная закономерность наблюдалась нами и при других висцеральных микозах, вызванных *Ochroconis humicola* и сапролегниевой инфекцией, подобной инфекции, обнаруженной в Японии (Tashiro et al., 1977). По данным Вуда (Wood, 1947), МПП поражает рыб также в возрасте не более 100 дней, однако устойчивость рыб старших возрастов, как мы поняли, он объясняет не изменением реактивности, а неспособностью грибов попадать в плавательный пузырь.

Необходимо заметить, что, по-видимому, описанная закономерность характерна для висцеральных микозов, вызываемых не специфическими патогенами, а чаще сапротрофами или патогенами растений, способными при случайном попадании в рыбу использовать ее внутреннюю среду как питательный субстрат.

Физиологическая предрасположенность к дерматомикозам, т. е. грибным заболеваниям кожи, по Нейшу и Хьюзу (1984) заключается в следующем. Сапролегниевые грибы, являющиеся основными возбудителями дерматомикозов, выступают в роли паразитов ран. Иными словами, кожа и слизь представляют собой как физический, так и биохимический барьер на пути проникновения инфекции, и если этот барьер преодолен, то инфекция может беспрепятственно распространяться в рыбе. Изменения в организме, способствующие возникновению инфекции, носят не качественный, а количественный характер и связаны с теми периодами жизни рыб, когда особенно высоки уровни кортикостероидов плазмы. При этом происходит ослабление воспалительной реакции, уменьшение числа лимфоцитов, усиление протейнового катаболизма и глюконеогенеза, что, в конечном итоге, приводит к дефициту протеина, а это, в свою очередь, способствует атрофии скелетных мышц, замедлению процесса образования антител и ослаблению синтеза коллагена. Недостаточное количество коллагена отрицательно сказывается на процессе заживления ран и язв. Таким образом, создаются благоприятные условия для внедрения сапролегниевых грибов в организм рыб.

Высокие уровни кортикостероидов наблюдаются в период миграции рыб по течению, когда происходит трансформация пестрянки в смолта, и в период миграции против течения в связи с наступлением половой зрелости рыб. Другие авторы (Triplett, Calaprice, 1974; Ashley, Halver, Smith, 1975) несколько иначе объясняют физиологическую предрасположенность к сапролегниозу созревающих лососей. По их мнению, рыбы в период созревания испытывают большую по-

требность в витамине С, запасы которого резко истощаются, в результате чего способность организма рыб восстанавливать ткани при повреждениях кожи заметно ослабевает. Для молоди лосося это не характерно, особенно при правильном кормлении. Однако следует отметить, что и в данном случае при возникновении стресса у рыб повышается уровень кортикостероидов плазмы, что также способствует истощению запасов аскорбиновой кислоты (Wedemeyer, 1969, 1970).

Таким образом, мы подошли к влиянию стресса на восприимчивость рыб к грибным инфекциям. Нейш и Хьюз (1984) считают, что существует прямая связь между повышением уровня кортикостероидов плазмы при стрессовом воздействии и восприимчивостью рыб к сапролегниозу. Механизм этого воздействия изображен на рис. 3. Авторы полагают, что гипотеза стресса объясняет действие сапролегниевых грибов на рыбу как первичных патогенов. В то же время эта гипотеза дает более точное определение того, что мы называем «ослабленной рыбой». Несомненно, для подкрепления гипотезы необходимы дальнейшие исследования.

Существует большое количество стресс-факторов, из которых часто встречающимися и сильно действующими являются плотные посадки рыбы, травматизация, присутствие в воде ядовитых веществ в сублетальных концентрациях, а также неоптимальная температура воды. Последний фактор считаем наиболее важным с точки зрения создания у рыб предрасположенности к глубоким микозам. Так, мы наблюдали три различных микоза у лососевых рыб в возрасте 2—3 месяцев с момента поднятия на плав, т. е. в период возрастной восприимчивости. Затем такие же микозы наблюдали в этих же группах рыб в возрасте до 1 года, содержащихся при температуре воды 2—3° в то время как в аналогичных группах, но находившихся в воде при температуре 10—12°, рыб, пораженных микозом, не обнаруживали. Снижение реактивности организма рыб при низкой температуре воды можно объяснить уменьшением количества лейкоцитов в крови в связи с угасанием гемопоэза, замедлением темпа фагоцитоза, ослаблением воспалительной реакции. К подобным выводам при исследованиях пришли и другие (Остроумова, 1957; Finn, Nielson, 1971; Anderson, 1974).

Описанная закономерность характерна в основном для неспецифических патогенов, таких как плесневые и другие несовершенные грибы, способные расти при низких температурах.

Возбудителей ихтиофеноза и бронхиомикоза, насколько позволяют неполные знания о них, можно отнести к облигатным паразитам рыб. Однако возникновение бронхиомикоза также возможно только при наличии определенных условий окружающей среды — значительная эвтрофикация водоема, сопровождаемая повышением концентрации неионизированного аммиака до 10 мкг/л, и высокая температура воды — 20,5—25,5° (Giussani et al., 1976; Amlacher, 1976; Бауер и др., 1981). Для заболевания же восприимчивых видов рыб ихтиофенозом, по-видимому, достаточно попадания к ним в организм

возбудителя через желудочно-кишечный тракт (Gustafson, Rucker, 1956; Sindermann, 1958; Dorier, Degrange, 1961).

Хотя за последние годы механизм возникновения грибных заболеваний стал нам более понятен, все же осталось огромное количество вопросов, на которые нужно найти ответ. Это особенно важно при разработке мер борьбы. Если при дерматомикозах имеются более или менее приемлемые методы борьбы, заключающиеся в лечении рыб с помощью различных химикалиев, то лечение глубоких микозов рыб совсем не разработано. Ожидать в ближайшие годы прогресса в этой области не приходится, так как лечение глубоких микозов даже человека по сей день дорогостояще и мало эффективно, поэтому основные усилия нужно направить на профилактику микозов. Знание возбудителя, его источника, путей проникновения в рыбу, определение сроков физиологической предрасположенности к заболеванию и факторов, снижающих резистентность организма рыбы к возбудителю, позволит выбрать правильный способ профилактики. Он может основываться на уничтожении возбудителя во внешней среде, или, если это невозможно, на замене водоемисточника, или на выращивании на инфицированном водоемисточнике невосприимчивых к микозу видов и возрастов рыб. При выращивании невосприимчивых возрастов нужно помнить, что стрессовые воздействия могут понизить резистентность рыбы, что приводит к вспышке заболевания, поэтому в неблагополучных хозяйствах нужно четко следить за условиями содержания рыб. Так например, несколько эпизоотий, протекавших с 1969 по 1973 г., вызванных *Ochroconis humicola* среди молоди радужной форели, отметили Ажелло и др. (Ajello et al., 1977). Ученые, обследовав рыбзавод, установили, что источник инфекции находится в емкости-отстойнике, откуда вода поступала в инкубатор. После замены водоемисточника заболевание не возобновилось. При изучении микоза плавательного пузыря нами определено, что грибы-возбудители растут на стенках емкости, где находится рыба. Установили, что опасная для рыб концентрация зачатков грибов создается к 20-му дню эксплуатации. Исходя из этого, предложили проводить дезинфекцию емкостей через каждые 20 дней, но не весь период выращивания рыбы, а только до 2—3-месячного возраста, т. е. до окончания срока возрастной восприимчивости. Однако дальнейшее выращивание рыбы должно вестись при температуре не ниже 7° Если это невозможно, то дезинфекцию нужно проводить в течение всего неблагоприятного периода.

Таким образом, результаты наших исследований и других ученых показали, что изменение форм рыбоводства приводит к возникновению новых видов патологии, вызванных, в частности, грибами. Не исключена возможность появления новых микозов рыб и в дальнейшем, если не будут приниматься меры по предупреждению заноса грибов в рыбоводные емкости и подавлению их роста в окружающей рыб среде, особенно в периоды предрасположенности организма рыб к микозам.

ЛИТЕРАТУРА

- Бауер О. Н., Мусселиус В. А., Стрелков Ю. А.* Болезни прудовых рыб. 2-е изд. перераб. и доп. М. Легкая и пищ. пром. 1981. 320 с.
- Билай В. И.* Основы общей микологии: Учеб. пособие для вузов (2-е изд., перераб. доп.). Киев. Вища школа. 1980. 360 с.
- Курсанов Л. И.* Микология. Учеб. пособие для унвер. 2-е изд. М., Высшая школа, 1940, 480 с.
- Маккензи Л. У. Р.* Иммунный ответ при грибковых инфекциях. В кн.: Иммунологические аспекты инфекционных заболеваний. Под ред. Дж. Дика: пер. с англ. М. Медицина, 1982, с. 35-95.
- Марченко А. М.* Несовершенные грибы возбудители болезней рыб.— Научн. тр. ВНИИПРХ, 1979, вып. 23, с. 56-68.
- Марченко А. М.* Микотический гранулематоз.— ЭИ, сер. «Рыбохоз. внутр. водоемов», вып. 10, 1982, с. 12-14.
- Марченко А. М.* *Volutella salmonis* Marcenko sp. nov.— возбудитель микоза плавающего пузыря лососевых рыб. Микол. и фитопатол., 1985, т. 19, вып. 6, с. 471-474.
- Нейш Г. Хьюз Г.* Микозы рыб: пер. с англ. М., Легкая и пищ. пром., 1984, 96 с.
- Остроумова И. Н.* Показатели крови и кроветворение в онтогенезе рыб.— Изв. ВНИОРХ, 1957, т. 43, вып. 3, Л., 63 с.
- Руководство по диагностике болезней рыб.* Том 3. Токио, Департамент рыбного хозяйства, 1974, с. 32-33 (Япон.)
- Триленко В. А., Семенова Н. В.* Роль L-форм дрожжеподобных грибов в патологии рыб (Эльфуноз рыб).— Матер. 6-го Всесоюз. совещ. по болезням рыб. М., 1975, с. 103-109.
- Хмельницкий О. К.* Гистологическая диагностика поверхностных и глубоких микозов. Л., Медицина, 1973, 232 с.
- Ajello L., McGinnis R., Camper J.* An outbreak of phaeoophomycosis in rainbow trout caused by *Scolecobasidium humicola*.— *Mycopathologia*, 1977, vol. 62, N 1, p. 15-22.
- Amlacher E.* Taschenbuch der Fischkrankheiten, 3 Aufl. VEB, Gustav Fischer Verl., Jena, 1976.— 394 S.
- Anderson D.* Diseases of Fishes. Book 4; Fish immunology. TFH Publications, Neptune city, N-J. 1974, 239 p.
- Dorier A., Degrange C.* L'evolution de l'Ichthyosporidium (*Ichthyophonus*) hoferi (Plehn et Mulow) chez les salmonides (levage (truite arc-en-ciel et saumon de fontaine).— *Trav. Lab. Hydrobiol. Piscic. Univ. Grenoble*, 1961, p. 7-44.
- Finn T P., Nielson N O.* The inflammatory response of rainbow trout. *J Fish Biol.*, 1971, vol. 3, p. 463-478.
- Giussani G., Borroni I., Grimaldi E.* Role of unionized ammonia in predisposing gill apparatus of *Alburnus alburnus* alborella to fungal and bacterial diseases.— *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 1976, vol. 33, p. 161-175.
- Gustafson P V Rucker R. R.* Studies on an Ichthyosporidium infection in fish: transmission and host specificity. *Spec. scient. Rep. U S. Fish Wildl. Serv.* 1956, vol. 166, p. 1-8.
- Olufemi B. E., Agius C., Roberts R. J.* Aspergillomycosis in intensively cultured tilapia from Kenya. *Veter. Rec.: London*, 1983, vol. 112, N 9, p. 203-204.
- Richards R. H., Holliman A., Helgason S.* Exophiala salmonis infection in Atlantic salmon *Salmo salar* L.— *J. Fish Dis.*, 1978, vol. 1, N 4, p. 357-368.
- Sindermann C. J.* An epizootic in Gulf of Saint Lawrence fishes.— *Trans. N. Am. Wildl. Cont.*, 1958, vol. 23, p. 349-360.
- Sohnle P G., Chusid M. J.* Defense against infection with filamentous fungi in rainbow trout.— *Comp. Biochem. and Physiol.*, 1983, vol. 74, N 1, p. 71-76.
- Tashiro F., Morikawa S., Arai M.* A new fungus disease of salmonid fry.— *Fish Pathol.*, 1977, vol. 11, N 4, p. 213-215 (Япон.)
- Wedemeyer G.* Stress induced ascorbic acid depletion and cortisol production in two salmonid fishes.— *Comp. Biochem. Physiol.* 1969, vol. 29, p. 1247-1251
- Wedemeyer G.* The role of stress in disease resistance of fishes. — *Am. Fish. Soc., Spec. Publ.* 1970, vol. 5, p. 30-35.

A. M. Marchenko

FISH MYCOSIS AND CAUSES OF THEIR RISE

Intensification of fish culture results in origination of ecosystems different from ecosystems of ponds and natural water bodies. This leads in many cases to conditions favourable for reproduction of microorganisms fungi including. Big surfaces for fungi attachment, heavy burden of organic materials and high temperature promote the development of fungi in fish culture facilities. This increase of the pathogens abundance and of the infection possibility results in the rise of mycoses. Stress plays also a very big role in this process. So the prophylaxy of mycoses is of high importance in the intensive fish culture and this can be done only if we know causes which result in fungi infection of fish.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МОРСКОЙ ПАРАЗИТОЛОГИИ В ТИХОМ ОКЕАНЕ

Ю. В. Курочкин

ТИНРО, Владивосток

За 5 лет (1980—1984 гг.), прошедшие со времени проведения 7-го Всесоюзного совещания по паразитам и болезням рыб, ихтиопаразитологические исследования в Тихом океане проводились в основном специалистами СССР (Ю. В. Курочкин, Ю. Л. Мамаев, Б. И. Лебедев, В. В. Авдеев, Г. В. Авдеев, В. Д. Коротаева, С. Е. Поздняков, А. А. Багров, Л. М. Коваленко, и др.), Японии (Т. Awakura, М. Machida, S. Kamegai, T. Shimazu, K. Nagasawa, T. Oshima и др.), США (Т. L. Deardorff, R. F. Cressey, M. J. Grygier, M. D. Dailey, Yu. Shey Ho, A. K. Sparks, M. Moser, A. G. Humes и др.) Канады (L. Margolis, Z. Kabata, M. Beverley-Burton, J. R. Arthur, M. Dorjiri и др.), Китая (Shen Jiwei, Yin Wen-zhen, Wang Piqin, Zhang Nai-xin и др.), Чили (J. Carvajal, P. Torres, M. Grandjean и др.), Австралии (K. Rohde, R. J. G. Lester, D. Blair и др.), Новой Зеландии (P. M. Hippe, J. B. Jones и др.).

Большая часть выполненных исследований посвящена фаунистике, морфологии и систематике паразитов рыб. Много работ содержат описания новых таксонов паразитических организмов, среди которых на первом месте находятся паразитические ракообразные и трематоды. Большое число публикаций касается экологии и биологии морских паразитов, вопросов популяционной структуры паразитов и хозяев, использования паразитов в качестве биологических индикаторов — словом, интенсивная работа велась в ставших уже традиционными направлениях морской паразитологии. Однако можно заметить, что и у нас, и за рубежом расширяются исследования прикладного характера.

Изучение паразитов промысловых рыб стимулируется как интересами практики, так и доступностью материала, однако и сама жизнь заставляет уделять все большее внимание развитию прикладных аспектов морской паразитологии. Особенно большое число работ в этом плане за рубежом (в Японии, США, Канаде, Чили и др.) выполнено по анизакидным личинкам. Интенсивно развивается паразитология в марикультуре — новом и весьма важном прикладном разделе науки. Несколько расширились исследования паразитов

морских беспозвоночных — это, несомненно, стоит в связи с развитием марикультуры. Резко сократились паразитологические исследования китообразных, которые теперь находятся под охраной и почти не промысляются. Изучение паразитов ластоногих продолжается примерно на прежнем уровне.

По сравнению с другими странами, наибольший объем исследований по морской паразитологии в Тихом океане несомненно выполнен советскими специалистами. Заслуга в этом, прежде всего, принадлежит Тихоокеанскому научно-исследовательскому институту рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), располагающему большим научно-исследовательским флотом, на кораблях которого уже более 20 лет в разных районах Тихого океана осуществляется сбор паразитологических материалов. За последние 5 лет сотрудники лаборатории паразитологии морских животных ТИНРО участвовали в 21 экспедиционном рейсе; на громадных площадях акватории от Берингова моря до Антарктики они провели паразитологические вскрытия около 20 тысяч рыб, 700 кальмаров и свыше 16 тысяч других беспозвоночных. Обработкой этих и собранных ранее материалов (всего лабораторией к настоящему времени проведено 110 морских экспедиций средней продолжительностью по 4—5 месяцев) заняты не только паразитологи ТИНРО, но и специалисты ряда других институтов нашей страны.

В последние годы паразитологические исследования промысловых рыб юго-восточной части Тихого океана осуществлялись паразитологами АтлантНИРО под руководством А. В. Гаевской. Некоторые паразитологические материалы в Тихом океане были получены экспедициями Института океанологии АН СССР в процессе сбора ихтиологических коллекций; обработку этих материалов вели специалисты Московского государственного университета (Л. А. Гиченко, А. Ф. Кононенко), а также ТИНРО (Ю. В. Курочкин и др.) и других институтов.

Кроме того, морские паразитологические исследования по договорам о творческом содружестве с ТИНРО выполнялись Биолого-почвенном институте ДВНЦ АН СССР, где Ю. Л. Мамаев, Б. И. Лебедев и Т. П. Егорова обрабатывали сборы ТИНРО по моногеням. Изучение циклов развития морских трематод и зараженности литоральных беспозвоночных начато в Институте биологии моря ДВЦН АН СССР (А. А. Рыбаков, О. Г. Лукомская). Некоторые исследования на базе ТИНРО выполнялись также специалистами других, не дальневосточных институтов — Института биологии южных морей АН УССР (А. М. Парухин, Л. П. Ткачук), Института гидробиологии АН СССР (А. П. Маркевич, В. М. Титар), Московского государственного университета (Е. Д. Вальтер), Симферопольского государственного университета (С. Л. Делямуре, А. С. Скрябин, В. Н. Попов, М. В. Юрахно)

Всего с 1980 по 1984 г в СССР опубликовано более 130 работ по морской паразитологии Тихого океана. 102 из этих публикаций вышли из лаборатории паразитологии морских животных ТИНРО,

большинство остальных основано на материалах, собранных сотрудниками этой лаборатории. Описаны более 50 новых для науки видов и надвидовых таксонов, получены новые данные по распространению, специфичности, биологии различных видов паразитов. Среди публикаций этого периода имеются работы по простейшим (Зубченко, Красин, 1980; Красин, 1981; Ковалева, Гаевская, 1983; Ковалева, Зубченко, Красин, 1983 и др.), трематодам (Коротаева, 1982; Коротаева, Коряковцева, 1983; Коряковцева, 1984; Курочкин, Коротаева, 1982; Поздняков, 1981 и др.), моногенеям (Лебедев, 1980, 1984; Мамаев, Авдеев, 1980, 1981; Мамаев, Парухин, 1981 и др.), цестодам (Авдеева, Авдеев, 1980; Курочкин, 1981; Поздняков, 1983; Ткачев, 1980 и др.), скребням (Коваленко, 1981 и др.), нематодам (Поздняков, Соловьева, 1981; Сметанина, Леонов, 1984; Соловьева, Поздняков, 1984; Шеенко, Поздняков, 1981 и др.), пиявкам (Эпштейн, 1982, 1984 и др.), паразитическим копеподам (Авдеев, 1980; Казаченко, Титар, 1984; Титар, 1981 и др.) и изоподам (Авдеев, 1981, 1982; Кононенко, 1983; Кононенко, Гордеев, 1984 и др.). Ряд работ посвящен паразитофауне отдельных видов или групп рыб (Курочкин, 1980, 1981 и др.), беспозвоночных (Авдеев, 1981; Багров, 1982; Курочкин, Смоляр, 1982 и др.), рыбоядных птиц (Сметанина, 1981; Сметанина, Леонов, 1984 и др.). Паразитов морских млекопитающих касается большая серия сообщений С. Л. Делямура, А. С. Скрыбина, В. Н. Попова, М. В. Юрахно, Ю. В. Курочкина и Л. М. Коваленко (см. Делямура, Скрыбин, 1985).

Многие из упомянутых выше работ содержат материалы, на основе которых могут решаться вопросы, интересующие практику. Накопление таких данных представляет важную задачу. Так, мы получаем достоверную информацию о географическом распространении, и о пространственном распределении паразитов, и о многих других данных, которые имеют практическое значение. В этом плане, в частности, представляет интерес изучение закономерностей пространственного распределения зараженности морских позвоночных и беспозвоночных в открытых водах океана; получена обобщенная схема, объясняющая механизмы образования концентраций зараженности планктонных и нектонных животных и уже сейчас имеющая определенное прогностическое значение (серия работ Ю. В. Курочкина и С. Е. Позднякова)

Из-за недостатка места я не имею возможности перечислить хотя бы основные из зарубежных исследований, выполненных за последние 5 лет в Тихом океане в упомянутых выше направлениях. Общий объем их весьма велик и большинство работ несомненно представляет важный вклад в развитие морской паразитологии. Почти все эти исследования, как и перечисленные выше работы отечественных специалистов, могут быть отнесены к разряду фундаментальных. И как у всех, или почти всех фундаментальных исследований, у них есть определенная, чаще всего косвенная, практическая ценность. К сожалению, очень часто приходится сталкиваться с непониманием важности фундаментальных исследований.

Задачей паразитологической лаборатории такого прикладного института, как ТИНРО, является разработка именно прикладных аспектов морской паразитологии. Объем, общие принципы, задачи и методология прикладной морской паразитологии как самостоятельного научно-практического раздела паразитологической науки были разработаны, обоснованы и сформулированы автором в лаборатории паразитологии морских животных ТИНРО (Курочкин, 1979, 1980, 1981, 1984, 1985); здесь были спланированы и в течение многих лет осуществлялись коллективом сотрудников важнейшие направления научных исследований, прикладные результаты которых выливались в рекомендации и разработки, уже данные и продолжающие давать нашей стране не косвенный или условный, а реальный и весьма существенный экономический эффект (Курочкин, 1981, 1985 и др.). Уже к 1981 г. дальневосточная рыбная промышленность в результате реализации нескольких рекомендаций и предложений автора получила только из минтая дополнительно 1 млн. 800 тыс. т пищевой продукции; сейчас это количество увеличилось более чем вдвое. В 1980 г. вышло в свет второе издание разработанного автором методического пособия по паразитологическому инспектированию морских рыб (Курочкин, 1980), которое так же, как и первое, полностью разошлось в ближайшие месяцы. Сейчас подготавливается новое, коренным образом переработанное издание, на которое от промышленности уже имеется свыше 800 заявок. Это пособие во многих случаях позволяет избегать неоправданной браковки больших партий морских рыб, а, с другой стороны, определяет условия недопущения для пищевого использования морского рыбного сырья и продукции, из-за зараженности паразитами имеющих пониженное качество или опасных для здоровья человека.

В последние годы мы столкнулись с новым примером того, как некоторые виды паразитов, всегда встречавшихся редко и не имевших практического значения, вдруг по каким-то причинам стали проблемой. Так, обитающие в кишечнике тихоокеанской сайры красные скребни *Rhadinorhynchus cololabis* при использовании машинной разделки в консервном производстве и у нас, и в Японии, в силу ряда технических причин стали попадать в банки консервированной сайры. Хотя эти скребни не представляют никакой опасности для человека, они обуславливают браковку больших партий ценной продукции, что влечет за собой огромный экономический ущерб (Курочкин, 1985). Проведя с сотрудниками серию специальных исследований и, в частности, выяснив количественные параметры распределения скребней по длине пищеварительного тракта сайры, мне удалось разработать принцип освобождения полуфабриката от скребней и спроектировать дополнительное приспособление к разделочной машине ИРПС-4, представленное в качестве рацпредложения. Это приспособление построено, успешно испытано и затем изготовлено в нужном количестве для установки в цехах рыбокомбината и на плавбазах. Суть этого предложения заключается в том, что дополнительный дисковый нож делает разрез в районе анального отверстия сайры

и затем при вытягивании машиной кишечник не рвется посередине (где скребни выдавливались из него и будучи живыми успевали прикрепиться к кускам порционированной сайры), а извлекается целиком. При этом оказалось, что полуфабрикат освобождается не только от скребней, но и от калянуса и остатков кишечника, т. е. от других пороков, нередко вызывающих браковку.

Так уж получилось, что успешное решение проблемы скребней у сайры совпало с другой бедой. В 1981—1984 гг. у сайры произошла резкая вспышка численности другого паразита — копеподы из рода *Pennella* (описываемой нами в отдельной статье в качестве нового для науки вида). Ранее эти пенеллы, не имеющие никакого практического значения, встречались лишь единично, при экстенсивности инвазии не более 3%. В 1981 г. в районе о. Шикотан нам встретилась одна группировка сайры, почти на 100% зараженная пенеллой при интенсивности инвазии в 1—3 экз. В 1982—1983 гг. произошло отмеченное и нами и японскими учеными (Nagasawa, 1984a, 1984b; Nagasawa, Ishida, Nakamura, 1984) резкое повышение зараженности сайры примерно до 45—50%, а в 1984 г. инвазированность достигла в среднем 75%; максимальная зараженность отдельных группировок сайры составляла 100% при интенсивности до 18 экз. пенелл. В связи с такой высокой зараженностью пищевое использование сайры пришлось временно прекратить, что, разумеется, связано с большими экономическими потерями.

Серия срочных исследований по зараженности сайры пенеллой, выполненная мной при участии С. Е. Позднякова и Л. М. Коваленко, позволила на основе детальных количественных характеристик встречаемости пенелл в различных участках тела сайры разработать новое, очень простое приспособление к разделочной машине ИРПС-4, которое после порционирования удаляет наиболее сильно зараженные кусочки. По сравнению с исходной зараженностью сырья снижается на 80%. Это позволяет использовать на консервное производство сайру из таких уловов, первичная зараженность которых не превышает 20%. К сожалению, пока нет способов, которые бы позволяли использовать для пищевых целей сайру, зараженную в большей степени.

Вспышка численности пенеллы у сайры, по-видимому, объясняется тем, что под влиянием каких-то океанологических факторов популяции сайры в последние годы стали более широко во времени и пространстве контактировать с группировками океанического кальмара, который, как установлено, служит промежуточным хозяином данного вида паразитических копепод. Пенеллы сайры — это уже далеко не первый пример нового для науки вида паразитов, имеющего очень большое отрицательное практическое значение.

Говоря о развитии прикладных аспектов морской паразитологии, стоит упомянуть, что исследования по проблеме анизакидных личинок интенсивно продолжались в Тихом океане не только за рубежом, но и у нас (серия работ А. А. Багрова и др.). Интересно, что решение одного из вопросов этой проблемы пришлось искать в Каспийском

море, хотя личинки анизакисов распространены во всех морях Мирового океана чрезвычайно широко, но именно в Каспии практического значения они, насколько известно, не имеют. Дело в том, что в рыбах Тихого океана (так же, как и в рыбах других океанов) постоянно встречаются личинки нескольких видов рода *Anisakis*. Отдельные экземпляры личинок могут быть отнесены к тому или иному виду, но при различных экспериментальных и иных исследованиях, требующих большого числа особей (при выяснении, например, географической, гостальной или возрастной изменчивости личинок), обычно никогда нет полной уверенности, что все исследуемые особи относятся к одному и тому же виду. А результаты таких исследований как раз и нужны для обоснования возможности надежного различения видов этих нематод на личиночных стадиях. Каспийское море, где обитает лишь один вид анизакисов — *A. schupakovi*, и дало возможность получить характеристики изменчивости достоверно одного вида (Багров, 1981, 1982 и др.), для чего нам с берегов Тихого океана пришлось организовать экспедицию на Каспийское море.

Из других работ прикладного направления, проведенных за последние 5 лет в тихоокеанских водах отечественными паразитологами, можно упомянуть паразитологические исследования объектов марикультуры (работы Е. М. Цимбалюк, Ю. В. Курочкина и др.) О практической результативности этих работ пока судить трудно, так как случаев инвазионных заболеваний в сколько-нибудь угрожающих размерах пока не зарегистрировано. К сожалению, опыт Японии показывает, что успокаиваться нельзя, ибо с развитием марикультуры инфекционные и инвазионные болезни приобретают все большее значение, поэтому осуществляемое сейчас накопление паразитологических материалов по объектам марикультуры и постоянный контроль за состоянием хозяйств весьма важны, чтобы возможные в будущем эпизоотии не застали ихтиопатологов врасплох.

Интересно упомянуть об исследованиях современного и археологического материалов, в результатах которых установлено, что степень пораженности полихетами-сверлильщиками створок гребешков и устриц залива Петра Великого (Японское море) в наше время заметно выше, чем 50—75 лет назад, и несоизмеримо выше, чем 2400—2600 лет назад (Курочкин, Цимбалюк, 1982). Есть основания полагать, что изученные археологические материалы VII—V вв. до н. э. относятся к первобытной марикультуре.

Понятно, что в печати освещены далеко не все результаты выполненных за последние 5 лет исследований, и фундаментальных и, в особенности, прикладных. За это время нашими паразитологами в Тихом океане выполнен гораздо больший объем работ по сбору материалов, чем по их обработке. Тем не менее, и настоящий, далеко не исчерпывающий обзор дает об этом некоторое представление — морскими паразитологами сделано достаточно много.

Кроме публикаций, одним из показателей активной научной работы являются защиты диссертаций. По паразитологии рыб и беспозвоночных Тихого океана за 1980—1985 гг. подготовлено и защи-

щено 10 диссертаций — одна докторская (Лебедев, 1982 — Биолого-почвенный институт ДВНЦ АН СССР) и 9 кандидатских, из которых 6 выполнены в ТИНРО (В. Авдеев, 1980; Казаченко, 1981; Г. Авдеев, 1983; Авдеева, 1983; Поздняков, 1984; Багров, 1985), и по одной — в МГУ (Гиченок, 1982), Институте гидробиологии АН УССР (Титар, 1984) и Институте биологии моря ДВНЦ АН СССР (Рыбаков, 1984).

Заканчивая настоящий краткий обзор, я хотел бы остановиться на некоторых моментах, важных не только для Тихоокеанского бассейна, но и для всей морской паразитологии в целом.

Отмечая как положительное явление несомненное усиление прикладных направлений морских паразитологических исследований, нужно сказать и о некотором застое в области теории, в области фундаментальных аспектов нашей науки. Хотя за последнее время вышло в свет несколько книг по морской паразитологии — в частности, в Австралии К. Роде (Rohde, 1982) выпустил монографию по экологии морских паразитов, — но нетрудно видеть, что в морской паразитологии теория продвинулась вперед меньше, чем практика. Конечно, нельзя думать, что развитие практики затормозило теоретические исследования: практика всегда стимулирует теорию, а без теории нет и практики — это общеизвестно. В данном же случае мне кажется, что среди факторов, мешающих развитию фундаментальных (а тем самым и прикладных) аспектов, существенную роль играют следующие два.

Во-первых, это широко распространенное ошибочное мнение, что морские паразиты не причиняют экономического ущерба, а если такой ущерб и бывает, то бороться с ним бесполезно, так как в морях и океанах нельзя применять лечебные и профилактические меры против паразитов и болезней. Необходимо, чтобы информация о громадных масштабах (а они громадны!) экономического ущерба, обусловленного морскими паразитами, и о связанных с ним методических и научных проблемах оперативно становилась достоянием научной общественности и, что особенно важно, руководства, так или иначе определяющего тематику и финансирование паразитологических исследований. Пока же, к сожалению, имеется тенденция к ограничению такой информации.

Во-вторых, сейчас все научные журналы отказываются печатать паразитофаунистические статьи. Конечно, фаунистика — в общем-то уже пройденный этап, сегодня очень мало добавляющий к массе накопленных сведений по фауне, географии, характеристикам встречаемости животных. Но это справедливо по отношению к свободноживущим животным большинства групп и, в определенной мере, к паразитам наземных и пресноводных позвоночных. Там можно считать (хотя это не всегда верно), что уже накоплено достаточно материалов для широких зоогеографических, экологических и других обобщений и такие обобщения большей частью уже сделаны. Иначе дело обстоит в морской паразитологии, которая пока безнадежно отстает от других разделов паразитологической науки.

Самые заниженные подсчеты показывают, что до сих пор описано в среднем еще не более 25% от числа реально существующих в природе видов морских паразитов (Курочкин, 1981, 1985). Учитывая это, нетрудно себе представить, насколько неполна имеющаяся сейчас информация о географии и количественных характеристиках встречаемости даже давно известных видов паразитов на громадных площадях акватории Мирового океана. И только публикация паразитофаунистических статей (другое дело — следует решить, какими они должны быть!) может обеспечить постепенное накопление научной информации, по которым затем можно будет делать различные обобщения, каких пока нет и иначе не будет в морской паразитологии, а эти обобщения необходимы и для науки, и для практики.

ЛИТЕРАТУРА

- Авдеев В. В. Равноногие ракообразные семейства Cymothoidae — мезопаразиты рыб. — Зоол. журн., 1981, т. 60, вып. 8, с. 1160—1167
- Авдеев В. В. Особенности географического распространения и история формирования фауны морских изопод сем. Cymothoidae s. str. — Паразитология, 1981, т. 16, вып. 1, с. 69—77
- Авдеев В. В. Равноногие ракообразные сем. Cymothoidae s. str. — мезопаразиты рыб (вопросы систематики, фаунистики, экологии, зоогеографии, эволюции). — Автореф. канд. дис. М., 1980, 24 с.
- Авдеев Г. В. Два новых вида паразитических копепод семейства Nanaspidae (Cyclopoida) из пещерного тихоокеанского голотурий. — Зоол. журн., 1980, т. 59, вып. 11, с. 1625—1633.
- Авдеев Г. В. Паразиты некоторых промысловых морских беспозвоночных и рыб и использование отдельных видов в качестве биоиндикаторов. Автореф. канд. дис. М., 1983, 23 с.
- Авдеева Н. В. Плероцеркоиды цестод отряда Tetraphyllidea — паразиты беспозвоночных и рыб Мирового океана (вопросы фаунистики, идентификации, специфичности, биологии). Автореф. канд. дис. М., 1983, 22 с.
- Авдеева Н. В. Авдеев В. В. Особенности морфогенеза прикрепительных органов некоторых плероцеркоидов цестод сборного рода «Scolex» (Tetraphyllidea) и проблема их идентификации. — Паразитология, 1980, т. 14, вып. 3, с. 242—250.
- Багров А. А. Об изменчивости личинок нематоды *Anisakis schupakovi*. — Паразитология, 1981, т. 15, вып. 3, с. 246—250.
- Багров А. А. О зараженности кальмаров северной части Тихого океана личинками анизакид (Nematoda, Anisakidae). — Паразитология, 1982, т. 16, вып. 3, с. 200—203.
- Багров А. А. О морфологической изменчивости личинок нематод рода *Anisakis* (Nematoda, Anisakidae). — Паразитология, 1982, т. 16, вып. 6, с. 469—475.
- Багров А. А. Анизакидные личинки (род *Anisakis*) рыб Тихого океана. — Автореф. канд. дис. М., 1985, 24 с.
- Гаевская А. В., Ковалева А. А., Красин В. К. Новые виды Muxosporidia (Protozoa) из мочевых пузырей макруросов рода *Coarphaenoides* Атлантического и Тихого океанов. Зоол. журн., 1985, т. 64, вып. 10, с. 1576—1579.
- Гиченок Л. А. Моногенные эпипелагических сарганообразных рыб. — Автореф. канд. дис. М., 1982, 22 с.
- Гордеев В. А. Особенности паразитофауны восточной скумбрии в открытых водах юго-восточной Пацифики. — 8-е Всес. совещ. по паразитам и болезням рыб (Тез. докл.) Л., Наука, 1985, с. 34—35.
- [Делямуре С. Л., Скрябин А. С.] *Delamure S. L. and Skriabin A. S. Achievements of Soviet scientists in investigations of helminthofauna of marine mammals of the World Ocean.* — In: Parasitology and Pathology of Marine Organisms of the World Ocean. NOAA Techn. Rep. NMFS, 1985, vol. 25, p. 129—135.

- Зубченко А. В., Красин В. К. Миксоспории рода *Muxidium* у некоторых макрурил из Северной Атлантики и Тихого океана.— *Паразитология*, 1980, т. 14, вып. 2, с. 168—176.
- Казаченко В. Н. Паразитические копеподы (Crustacea: Copepoda) основных промысловых рыб Тихого и Индийского океанов.— Автореф. канд. дис. Баку, 1981, 23 с.
- Казаченко В. Н., Титар В. М. Особенности географического распространения и практическое значение паразитических копепод рыб Тихого океана. В кн.: Биологические основы рыбоводства. Паразиты и болезни рыб. М., Наука, 1984, с. 189—200.
- Ковалева А. А., Гаевская А. В. Первые сведения о миксоспориях рыб открытых вод юго-восточной части Тихого океана.— *Вестн. зоол.*, 1983, № 1, с. 6—11.
- Ковалева А. А., Зубченко А. В., Красин В. К. Обоснование нового семейства миксоспорий (*Protozoa*, *Muxosporidia*) с описанием двух новых родов.— *Паразитология*, 1983, т. 17, вып. 3, с. 195—202.
- Коваленко Л. М. Скребни некоторых рыб тропической части Тихого океана.— *Зоол. журн.*, 1981, т. 60, вып. 8, с. 1140—1144.
- Кононенко А. Ф. Паразитическая изопода *Irona philippinensis* Avdeev, 1973 — описание самки и дополнение к описанию самца.— *Паразитология*, 1983, т. 17, вып. 5, с. 417—420.
- Кононенко А. Ф., Гордеев В. А. *Ceratothoa trigonocephala* (Isopoda, Cymothoidae) — идентификация, распространение, биология размножения.— *Деп. в ВИНТИ*, 1984, № 4743—84 Деп., с. 1—11.
- Коротаева В. Д. О фауне трематод рыб отряда Zeiformes.— *Паразитология*, 1983, т. 16, вып. 6, с. 464—468.
- Коротаева В. Д., Коряковцева Л. П. О систематическом положении и распространении некоторых трематод родов *Dinugus* и *Ectenugus*.— *Паразитология*, 1983, т. 17, вып. 1, с. 64—65.
- Коряковцева Л. П. К морфологической характеристике трематод семейства *Vivesiculidae* — паразитов морских рыб.— В кн.: Биология и таксономия гельминтов животных и человека (Матер. научн. конф. общ. гельминтологов, вып. 34) М., 1984, с. 29—34.
- Красин В. К. Миксоспории рыб северной части Тихого океана.— В кн.: Симпозиум по паразитологии и патологии морских организмов. (Тез. докл. сов. участников) Л. Наука, 1981, с. 47—49.
- Курочкин Ю. В. Методическое пособие по паразитологическому инспектированию морских рыб. Владивосток, 1980, 84 с.
- Курочкин Ю. В. О паразитофауне летучих рыб (сем. *Echocoetidae*) Мирового океана.— *Тр. Ин-та океанологии АН СССР*, 1980, т. 97, с. 276—295.
- Курочкин Ю. В. Прикладные и научные аспекты морской паразитологии.— В кн.: Симпозиум по паразитологии и патологии морских организмов (Тез. докл. сов. участников) Л., Наука, 1981, с. 49—58.
- Курочкин Ю. В. О случаях тератологии у цестод. В кн.: Биология и систематика гельминтов животных Дальнего Востока. Владивосток ДВНЦ АН СССР, 1981, с. 111—116.
- Курочкин Ю. В. Зараженность нибелиниями и пищевое использование минтая.— В кн.: Экология, запасы и промысел минтая. Владивосток, ТИНРО, 1981, с. 116—124.
- Курочкин Ю. В. *Kurochkin Yu. V.* Applied and scientific aspects of marine parasitology.— In: *Parasitology and pathology of marine organisms of the World Ocean*. NOAA Tech. Rep. NFMS, 1985, vol. 25, p. 15—18.
- Курочкин Ю. В. Значение морской паразитологии для рыбного хозяйства.— В кн.: Проблемы дальневосточной рыбохозяйственной науки. М., Агропромиздат, 1985, с. 59—67.
- Курочкин Ю. В., Коротаева В. Д. Новый вид рода *Lopastoma* Yamaguti, 1971 (Трематоды: *Cryptogonimidae*) из кишечника морских промысловых рыб Австралии и Новой Зеландии.— В кн.: Паразиты и паразитозы человека. Киев, Наукова думка, 1982, с. 137—139.
- Курочкин Ю. В., Смоляр И. Ю. Паразиты и комменсалы бентических безраковинных *Opisthobranchia*.— В кн.: Биология шельфовых зон Мирового океана. (Тез. докл. 2-й Всесоюз. конфер. по морской биологии, ч. 1). Владивосток, 1982, с. 39—41.

- Курочкин Ю. В., Цимбалюк Е. М. Об изменениях степени пораженности раковин приморского гребешка и устрицы полихетами-сверляльщиками за большие промежутки времени.— В кн.: Проблемы рационального использования промысловых беспозвоночных. (Тез. докл.) Калининград, 1982, с. 226—227
- Лебедев Б. И. Новые гастроцитилидные моногенеи от рыб Индопацифики.— Биол. моря, 1980, № 2, с. 45—51.
- Лебедев Б. И. Моногенеи подотряда Gastrocotylidea: строение, система, эволюция.— Автореф. докт. дис. Владивосток, 1982, 45 с.
- Лебедев Б. И. Новые таксоны гастроцитилеобразных моногеней.— В кн.: Паразиты животных и растений. Владивосток, ДВНЦ АН СССР, 1984, с. 17—24.
- Мамиев Ю. Л., Авдеев Г. В., *Laterocotyle synaphobranchi* gen. et sp. nov.— второй представитель моногеней семейства Mazopectidae.— Паразитология, 1980, т. 14, вып. 5, 411—417
- Мамиев Ю. Л., Авдеев Г. В. Моногенеи некоторых батинальных рыб северо-западной части Тихого океана.— В кн.: Биология и систематика гельминтов животных Дальнего Востока. Владивосток, ДВНЦ АН СССР, 1981, с. 54—70.
- Мамаев Ю. Л., Парухин А. М. Новый вид *Helixaxine* и положение этого рода в системе моногеней. Зоол. журн., 1981, т. 60, вып. 10, с. 1455—1460.
- Николаева В. М., Гиченюк Л. А. *Nematobothrioides exocoeti* sp. nov. (Trematoda, Didymozoidae) паразит летучих рыб рода *Exocoetus*.— Научн. докл. высшей школы, биол. науки, 1984, № 11, с. 36—38.
- Поздняков С. Е. О названиях некоторых трематод морских рыб.— Паразитология, 1981, т. 15, вып. 6, с. 545—547
- Поздняков С. Е. *Pachybothrium dogieli* sp. n., gen. n. (Cestoda, Amphicotylidae, Pachybothriinae subfam. n.) — паразит южнотихоокеанской луны-рыбы *Mola gamsayi*.— Паразитология, 1983, т. 17, вып. 6, с. 482—487
- Поздняков С. Е. Гельминты рыб эпипелагиали (фауна, экология, пространственное распределение и практическое значение).— Автореф. канд. дис. М., 1984, 19 с.
- Поздняков С. Е. Новые виды дидимозид (Trematoda, Didymozoidae) из рыб северо-западной части Тихого океана.— Паразитология, 1985, т. 19, вып. 4, с. 326—330.
- Поздняков С. Е., Соловьева Г. Ф. О таксономии и номенклатуре некоторых представителей рода *Ascarophis* (Nematoda, Rhabdochonidae) Паразитология, 1981, т. 15, вып. 1, с. 69—75.
- Рыбаков А. В. Фауна и экология трематод массовых видов моллюсков северо-западной части Японского моря. Автореф. канд. дис., М., 1984, 25 с.
- Сметанина З. Б. Гельминты морских рыбаобразных птиц залива Петра Великого.— В кн.: Биология и систематика гельминтов животных Дальнего Востока. Владивосток, ДВНЦ АН СССР 1981, с. 71—81.
- Сметанина З. Б., Леонов В. А. Гельминты рыбаобразных птиц Курильских островов.— В кн.: Биология и таксономия гельминтов животных и человека (Матер. научн. конф. Всесоюз. о-ва гельминтологов, вып. 34). М., 1984, с. 59—66.
- Соловьева Г. Ф., Поздняков С. Е. Новый вид нематод *Hysterothylacium hospitum* sp. n. (Nematoda, Anisakidae), обнаруженный в спиральном клапане голубой акулы. Паразитология, 1984, т. 18, вып. 1, с. 66—68.
- Титар В. М. Паразитические веслоногие глубоководных рыб.— В кн.: Эколого-морфологические особенности животных и среда их обитания. Киев, Наукова думка, 1981, с. 148—150.
- Титар В. М. Паразитические веслоногие ракообразные с рыб дальневосточных морей СССР. Автореф. канд. дис., М., 1984, 24 с.
- Ткачев В. А. Новый вид цестод *Amphicotyle kurochinki* sp. n. (Pseudophyllidea: Amphicotylidae) паразит морской рыбы *Seriotelella* sp.— В кн.: Цестоды и цестодозы (Матер. научн. конф. Всесоюз. о-ва гельминтологов, вып. 31). М. 1980, с. 142—146.
- Шеенко П. С., Поздняков С. Е. О систематике и номенклатуре некоторых нематод рода *Contracaecum sensu lato* (Ascaridata, Anisakidae) северо-западной Пацифики.— В кн.: Биология и систематика гельминтов животных Дальнего Востока, Владивосток, ДВНЦ АН СССР, 1981, с. 82—85.
- Эпштейн В. М. О численности пиявок в экосистемах северо-западной части Тихого океана.— Гидробиол. журн., 1981, т. 18, вып. 3, с. 103.

Эпштейн В. М. Обратные связи между различными органами и центральной нервной системой в филогенезе пиявок.— В кн.: Эволюционные исследования. Микроэволюция. Владивосток, ДВНЦ АН СССР, 1984, с. 37—43.

Nagasawa K. Crustacea parasites of the sayry, *Cololabis saira*: a review.— Fish pathology, 1984b, vol. 19, N 1, p. 57—63.

Nagasawa K., Ishida K. and Nakamura S. Occurrence of *Pennella* sp. (Copepoda: Pennellidae) on the sayry, *Cololabis saira*, in Japanese and central North Pacific waters in 1983.— Journ. Hokkaido Fisheries Experimental Station (Hokusuishi Geppo), 1984, vol. 41, N 6, p. 221—236.

Rohde K. Ecology of marine parasites. St. Lucia—London—New York, 1982, 245 p.

Yu. V. Kurochkin

PRESENT STATE OF SEA PARASITOLOGICAL INVESTIGATIONS IN THE PACIFIC

In 1980—1984 sea parasitological investigations in the Pacific were fulfilled mainly by specialists of the USSR, Japan, USA, Canada, Australia and New Zealand. A great deal of research work has been done by soviet parasitologists, especially those of the Pacific institute of fisheries and oceanography (TINRO) which has many facilities. During last five years 21 oceanic expeditions during 4—5 months have been organized by this institute; about 20 thousand fish and 17 thousand invertebrate specimens have been studied. Research work in south-east Pacific has been done by the Atlantic institute of fisheries and oceanology (AtlantNIRO). Several other research institutes such as the Institute for south seas biology and Institute of Hydrobiology of the Ukrain Ac. Sc., Biopedological institute and Institute of sea biology of the Far-east research centre of the USSR Ac. Sc., University of Moscow and others took part in the study of the collections. In 1980—1984 more than 130 publications have been made including 9 theses for candidate and one for doctor of science degree. Most of them are of economic importance (some of rather high one), less are of fundamental level. For future progress in both branches of research in sea parasitology faunistic studies are to be continued. Lack of such on generalizations of high both scientific and practical value can be done. It is also to be noted that parasitic infections result in high losses in sea fisheries.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХТИОПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В АТЛАНТИЧЕСКОМ ОКЕАНЕ И ЕГО МОРЯХ

А. В. Гаевская

АтлантНИРО, Калининград

В предыдущем обзоре (Гаевская, 1984а) были подведены основные итоги отечественных ихтиопаразитологических исследований в Атлантическом океане и его морях по состоянию на 1981 г. Настоящее сообщение содержит результаты паразитологических исследований рыб, выполненных в рассматриваемой акватории за истекшее пятилетие, и основано как на большом фактическом материале, собранном в секторе паразитологии АтлантНИРО, так и на анализе литературных данных отечественных и зарубежных авторов.

Прежде всего, отметим многоплановость этих исследований: здесь и исследования фауны паразитов рыб различных районов, и изучение систематики, морфологии, филогении и зоогеографии паразитов разных систематических групп, экологический анализ паразитофауны рыб и выяснение путей циркуляции паразитов в океане, использование паразитов в качестве индикаторов различных сторон биологии их хозяев, таксономического статуса и родственных отношений последних, выявление паразитов, имеющих медицинское и экономическое значение, и изучение патогенного воздействия паразитов на организм рыб. По каждому из названных направлений получены определенные результаты.

Фаунистические исследования выполнялись фактически по всему Атлантическому океану — от вод Исландии на севере до Антарктического полуострова на юге, от Средиземного моря на востоке до Мексиканского залива на западе. Наиболее интенсивное развитие они получили на северо-востоке Атлантики, где исследованиями охвачены почти все группы паразитов, и в основном благодаря активной деятельности сотрудников АтлантНИРО и ПИНРО (СССР), Британского Музея естественной истории (Великобритания), Высшей педагогической школы им. Лизелотты-Герман в Гюстро (ГДР) и ряда других зарубежных учреждений.

Благодаря достаточно высокой степени изученности фауны паразитов рыб данного района могла быть выполнена работа по ее инвентаризации, которая показала, что в районе в настоящее время насчитывается 1035 видов паразитов (Гаевская, 1984б). Безусловно, эту

цифру нельзя считать исчерпывающей из-за все еще слабой изученности отдельных групп паразитов морских рыб, в частности гемогарин, кокцидий, микроспоридий, триходин и т. д., а также паразитофауны глубоководных рыб. Например, никак нельзя считать, что 22 вида перитрих, из числа которых 72% относятся к солоноватоводным и даже эвригаллиным пресноводным формам, отражают всю фауну этих простейших данного района. Открытие в 1984 г. (Williams, Bray, 1984) нового семейства тетрафиллидных цестод — *Chimaerocestidae* — у химер, выловленных в северной Атлантике на глубинах 1100—1200 м, показало, что паразитофауна глубоководных рыб также таит в себе массу неизданного. Все же для сравнения укажем, что у рыб юго-западной Атлантики отмечено 270 видов паразитов (Гаевская и др. 1981; Родюк, 1981, 1984; Zdzitowiecki, 1979—1984 и др.), а в северо-западной Атлантике — 260 (Margolis, Arthur, 1979) При этом ни один из названных районов никак нельзя отнести к «белым пятнам» на карте ихтиопаразитологических исследований в Атлантическом океане. Так, в первом из них активно работают специалисты Советского Союза, Польши, ФРГ, во втором — Канады, США, СССР, Великобритании.

В результате фаунистических исследований не только расширены сведения о видовом составе паразитов рыб тех или иных географических районов, но и открыты новые для науки виды, роды и другие таксоны паразитов. Таковые есть среди кокцидий (Дукова, Лом, 1983; Overstreet et al., 1984 и др.) и микроспоридий (Гаевская, Ковалева, 1984а, б; Гаевская и др., 1982; Ковалева, Гаевская, 1982а, 1982б, 1984; Ковалева, Зубченко, 1984; Ковалева и др., 1983 и др.), среди моногеней (Алешкина, 1984; Герасев, Гаевская, 1985; Егорова, Алешкина, 1984; Мамаев, Алешкина, 1984; Мамаев, Зубченко, 1984; Anderson, 1981; Cone, Wiles, 1983; Kearn, Green, 1983 и др.) и цестод (Campbell et al., 1982; Campbell, Gartner, 1982; Cheung et al., 1981 и др), среди трематод (Алешкина, Гаевская, 1985; Гаевская, 1983; Гаевская, Алешкина, 1983; Гаевская, Родюк, 1983; Жуков, 1983; Николаева, Гаевская, 1985; Amato, 1983а, б, с; Gibson, 1983а; Gibson, Bray, 1982 и др.), нематод (Vassiliades, Petter, 1981) и скребней (Гаевская, Шухгалтер, 1984; Родюк, 1984; Zdzitowiecki, 1983) и т. д.

Одновременно со сбором большого фактического материала по паразитам разных систематических групп, сопровождающимся описанием новых представителей, осуществлена ревизия ряда групп паразитов с соответствующими выводами об их филогении, эволюции, зоогеографии. Здесь, прежде всего, следует выделить серию работ по трематодам семейства *Oruscoelidae*, выполненным на материале от рыб северо-восточной Атлантики с привлечением такового из других районов Мирового океана (Gibson, Bray, 1982, 1984). В обширной статье по аскаридоидным нематодам Гибсон (Gibson, 1983б) предлагает схему эволюции этих паразитов на основе тщательного сравнительного анализа их морфологии, анатомии, жизненного цикла и биологии. Интересные зоогеографические заметки находим в серии работ по трематодам рыб побережья Бразилии (Amato, 1983а, б, с).

Расширение паразитологических исследований, более углубленные морфологические исследования паразитов с использованием электронной микроскопии, гистологических, биохимических и серологических методов, изучение жизненных циклов и биологии паразитов создали реальные предпосылки для пересмотра таксономического статуса многих групп паразитов. В работах Дыковой и Лома (Dyková, Lom, 1981, 1983; Lom, Dyková, 1982) по кокцидиям рыб, наряду с описанием новых видов из северо-восточной и северо-западной Атлантики и Средиземного моря, выполнена ревизия современных знаний о морфологии ооцист, жизненных циклах, классификации и патогенности эймеридных кокцидий из рыб. В результате существовавший до настоящего времени род *Eimeria* разделен на 5 родов (*Cryptosporidium*, *Crystallospora*, *Eimeria*, *Epieimeria*, *Goussia*), к которому Оверстрит с соавторами (Overstreet et al., 1984) добавили еще один род — *Calyptospora*, выделенный в самостоятельное семейство Calyptosporidae. На основании детального анализа морфологии спор микоспоридий Лом и Нобль (Lom, Noble, 1984) предложили новую, хотя и дискуссионную, классификацию класса Muxosporgea, подчеркнув при этом необходимость привлечения для систематики данных по жизненным циклам отдельных видов и строению трофозоитов.

И все же, несмотря на успешное развитие подобных исследований, следует обратить внимание на то обстоятельство, что отдельные группы паразитов по-прежнему, «ускользают» из поля зрения паразитологов. Так, если по трематодам рыб Атлантического океана за истекшее пятилетие опубликовано свыше 100 работ отечественных и зарубежных авторов, то, скажем, по микоспоридиям их число не превышает 25 (в основном работы отечественных специалистов), а, например, по микроспоридиям и триходинам имеется лишь несколько статей. При этом обнаруживается определенная «географическая привязанность» интересов исследователей. Так, почти все работы по морским кокцидиям выполнены в Мексиканском заливе и Средиземном море, по паразитическим пиявкам — в северо-западной Атлантике и центрально-американских морях. Подобных примеров можно привести много. Пожалуй, наиболее широко представлена география исследований моногеней и трематод. Изучение моногеней получило широкое развитие в северо-восточной и юго-восточной Атлантике и Средиземном море, в водах Канады, а трематоды активно исследуются по всему Атлантическому океану и в его морях. В последние годы получило развитие изучение фауны этих паразитов у глубоководных рыб (Зубченко, 1984, 1985; Мамаев, Зубченко, 1984 и др.).

Расширение географии ихтиопаразитологических исследований позволило внести существенные коррективы в наши знания о встречаемости и распространении многих видов и родов паразитов, что имеет первостепенное значение при зоогеографическом анализе паразитофауны рыб Мирового океана. Например, в юго-восточной Атлантике найдены *Trichodina multidentis* (ранее известна от берегов Новой Зеландии), *T. frequentis* (впервые была обнаружена в Тихом

океане), *T. lairdi* (распространена у тихоокеанских берегов США) (Алешкина, Штейн, 1984); в юго-западной Атлантике обнаружены трематоды *Gonocerca haedrichi* (была известна из северо-западной Атлантики) и *Hudsonia alloctyti* (ранес зарегистрирована в юго-восточной Атлантике и на отмели Агульяс) (Гаевская, Родюк, 1983); в Северном море обнаружена микроспоридия *Ceratomyxa hopkinsi* (впервые описана из района Калифорнии) (Гаевская, Ковалева, 1984б). Подобных примеров можно привести множество. Уточнение границ пространственного распределения паразитов имеет важнейшее прикладное значение, поскольку оно позволяет давать оценку паразитологической ситуации в районах промысла и во многих случаях заранее планировать рациональный промысел (Курочкин, 1984).

При проведении паразитологических работ большое внимание уделяется промысловым рыбам. Это — мерлузы, ставриды, скумбрии, сардина, сардинеллы, тунцы, спаровые — в центрально-восточной Атлантике, скумбрии и тунцы — в юго-восточной Атлантике, аргентинская мерлуза, южная путассу, макрурусы, нототенневые, белокровные светящиеся анчоусы — в юго-западной Атлантике и приантарктических водах и т. д. В результате не только расширены сведения о видовом составе паразитов названных рыб, но и получены интересные материалы по динамике паразитофауны, ее зависимости от особенностей трофических связей хозяина, его возраста, размеров, географии. Приведу несколько примеров. Зеленая нототения — типичный бентофаг в районе о. Южная Георгия — в более южных широтах (Южные Шетландские о-ва) переходит на питание планктонным рачком (крилем), что находит немедленное отражение в обеднении видового состава ее паразитов (Родюк, 1983). Кстати, увеличение доли криля в пищевом рационе рыб в антарктических водах вызывает общее обеднение паразитофауны антарктических рыб (65 видов паразитов — в Антарктике и 270 видов — в Субантарктике).

Так, паразитофауна светящихся анчоусов Аргентинской котловины и антарктической части Атлантики характеризуется относительной бедностью и доминированием в ней личиночных форм цестод и отражает определенное положение этих рыб в трофической цепи океанской пелагиали.

Особую ценность представляют те паразитологические исследования, которые охватывают если и не весь ареал хозяина, то большую его часть. В этом случае не только предстает достаточно наглядная картина распространения специфичных для этого хозяина паразитов, но и возникают реальные предпосылки для использования паразитов в качестве индикаторов при изучении популяционной структуры хозяина. Первые достаточно успешные шаги в этом направлении уже предпринимаются. Так, исследования паразитофауны восточной скумбрии выполняются вдоль всего африканского побережья от вод Западной Сахары до Намибии, а также в открытых водах юго-восточной части Тихого океана, вдоль всего континента Южной Америки. Изучение паразитофауны клюворылого окуня моря Ирмингера было

выполнено на всей площади этого района (Гаевская, 1984в), а паразитологические исследования тупорылого макруруса охватили огромную акваторию северной Атлантики (Зубченко, 1984).

Экологическая направленность ихтиопаразитологических исследований, выполняемых в АтлантНИРО, особенно наглядно отразилась в тех результатах, которые были получены при анализе паразитофауны рыб северо-восточной Атлантики — наиболее полно изученного в паразитологическом отношении района Атлантического океана. Выполнив инвентаризацию всех групп паразитов района, выявив особенности распределения каждой группы паразитов по хозяевам, проследив пути и способы освоения паразитами разных биотопов и определив специфику паразито-хозяинных отношений в океане, мы показали, что распределение паразитов по экологическим группировкам обусловлено наличием в море определенных зон, с которыми связано, с одной стороны, возникновение и становление систематических групп паразитов, а с другой — биологически прогрессивная эволюция хозяев. В основе выработки приуроченности паразита к конкретному биотопу лежат характер его специфичности и степень его экологической пластичности. Паразиты, наиболее приспособленные к своему биотопу, встречающиеся только в нем или предпочтительно в нем, составляя ядро его паразитофауны, и их соотношение определяет общий облик всей фауны паразитов любого географического района. Впервые был предложен метод экологических группировок для анализа паразитофауны рыб морских акваторий, позволяющий сочетать вопросы генезиса фауны и ее современного распространения (Гаевская, 1984б).

Паразиты — неотъемлемый компонент морских экосистем — участвуют в них на всех уровнях и потому, исследуя только паразитов рыб, мы тем самым как бы искусственно вычленим одно из звеньев паразитарной системы, рискуя неверно истолковать сложные паразито-хозяинные отношения, существующие в океане. Приведу несколько примеров. У атлантического побережья северо-западной Африки были исследованы креветки 12 видов из 6 семейств. У 3 видов из семейства *Oplophoridae* зарегистрированы личинки 2 видов нематод рода *Ascarophis* (2,2—34,2%; 1—13 экз.). Было показано, что различия в биологии и экологии креветок нашли свое отражение в видовом составе их нематод, показателях зараженности ими и, в конечном итоге, предопределили различное значение креветок в жизненных циклах данных паразитов. В то же время включение креветок в жизненный цикл нематод — паразитов океанических рыб — в определенной степени обусловлено той довольно значительной ролью, которую играют изученные представители семейства *Oplophoridae* в трофической структуре пелагиали (Буруковский, Гаевская, 1983).

Обнаружение у мизид района о. Южная Георгия метацеркарий трематоды *Neolebouria georgiensis*, приуроченной к белокровным рыбам (их зараженность данным паразитом достигает 20—80%) и встречающейся также у нототениевых рыб (10—34%), позволило высказать предположение о значительно большей доли этих беспозво-

ночных в пищевом рационе названных рыб, чем это отмечено в литературе (Гаевская, 1982).

Однако наиболее значительные результаты получены при изучении паразитофауны кальмаров. К настоящему времени обследованы кальмары 15 видов, в основном из семейства *Ommastrephidae*. Установлен в общем личиночный и вторичный облик гельминтофауны исследованных видов этих животных. Проанализированы экологические аспекты онтогенетической изменчивости гельминтофауны оммастрефид, выявлены общие закономерности изменения качественного состава гельминтов и количественных показателей зараженности различных размерно-возрастных групп кальмаров. Показано, что главный и практически единственный фактор, способствующий их заражению и передаче гельминтов окончательным хозяевам — пищевой. Поскольку в онтогенезе происходят закономерные изменения трофических связей кальмаров с пищевыми объектами и врагами, наблюдается корреляция трофических и паразитарных связей. Определено место кальмаров в жизненных циклах обнаруженных у них гельминтов. Благодаря высокой численности, относительной устойчивости во времени пищевых связей, первые стали важным связующим звеном на путях циркуляции гельминтов в океане, выполняя роль облигатного дополнительного хозяина в жизненных циклах некоторых океанических гельминтов, в частности отдельных представителей филоботриидных цестод, дидимозидных трематод, нематод рода *Porrocaecum* (Гаевская, Нигматуллин, 1977—1985).

Вообще, следует сказать, что исследования специфики жизненных циклов паразитов в морских и океанических условиях в последние годы получают все большее развитие. В немалой степени этому способствуют расширение фронта паразитологических исследований рыб и беспозвоночных, широкое использование экспериментальных методов при расшифровке жизненных циклов паразитов, использование методов электронной микроскопии при изучении различных стадий паразитов. Перечислить все достижения в этой области морской паразитологии практически невозможно, и мы отметим лишь серию прекрасных работ Кейе (Koie, 1981—1985) и Станкарда (Stunkard, 1981, 1983) по жизненным циклам ряда трематод морских рыб, интересные работы Хана (Han, 1982) по биологии и развитию пиявок с рыб северо-западной Атлантики, работу Ллевеллина (Llewellyn, 1984) по биологии моногенеи *Isancistrum subulatae* — паразита кальмара и многие другие.

Значение паразитологических данных при решении многих частных и общих вопросов в гидробиологии, ихтиологии, зоогеографии, рыбной промысловой науке трудно переоценить; особенно ценны они при изучении структуры популяции и выделении единиц запасов промысловых рыб. Так, они используются при популяционных исследованиях некоторых видов тунцов, ставриды и скумбрии в центрально-восточной и юго-восточной Атлантике, нототениевых рыб, южной путассу и белокровных рыб юго-восточной Атлантики и приантарктических вод, путассу северо-восточной Атлантики и ряда других рыб, клюво-

рылого окуня моря Ирмингера (Гаевская, 1984в; Карасев, 1982, 1984; Родюк, 1985; Hoogesteger, White, 1981 и др.).

В предыдущем обзоре (Гаевская, 1984а) была выделена группа паразитов, могущих оказать влияние на промысел и пищевое использование рыб, сделано краткое описание некоторых из них. Работы в этом направлении продолжаются и в настоящее время. Так, изучены возрастная, сезонная и годовая динамика и географическая изменчивость зараженности клюворылого окуня моря Ирмингера копеподой *Sphyrion lumpi* (Гаевская, 1984в). Этот рачок паразитирует на поверхности тела рыб, глубоко внедряясь в их ткани с помощью цефалоторакса. В месте проникновения рачка на поверхности тела рыб образуются язвы, а вокруг погруженного в мышцы цефалоторакса — крупная соединительно-тканная капсула, которая остается в теле рыбы даже после гибели паразита. Г. Н. Родюк при изучении распределения микроспоридии *Kudoa allariae* в популяции южной путассу в юго-западной Атлантике выяснила, что оно имеет перерассеянный характер, большое число цист паразита инвазирует небольшое число особей рыб. Установлено, что основной процент заражения популяции путассу дают рыбы с минимальной интенсивностью инвазии (1—5 цист на рыбу), с возрастом же происходит аккумуляция цист и как результат — увеличение экстенсивности и интенсивности заражения за счет получения новых потоков инвазионных стадий паразита. Описаны смертность молодых летних паралихтов в западных районах Атлантического океана, вызванная жгутиконосцем *Trypanoplasma bullocki* (Burgeson, Zwerner, 1984), заражение мышц антарктической серебрянки плероцеркоидами рода *Diphyllobothrium* (Родюк, 1982), поверхностные повреждения промысловых рыб, вызванные паразитическими изоподами в тропических и субтропических зонах (Rokicki, Wrzesinski, 1984), значительный урон, нанесенный аквакультуре морского окуня на о. Корсика цимотоидой *Nerocila orbignyi* (Bragoni et al., 1984) и т. д. Перечислить все работы по болезням атлантических рыб, многие из которых имеют большое практическое значение, невозможно. Однако отмечу возрастающий интерес исследователей к разностороннему изучению паразитов, потенциально опасных для здоровья человека. Среди них выделяются работы по изучению биологии, экологии, географическому распространению, жизненным циклам, выживаемости и патогенному воздействию на организм человека анизакидных нематод (Карасев, 1983; Grabda, 1982; Overstreet, Meyer, 1981; Тодоров, 1982 и др.).

Подводя итоги сказанному, следует обратить внимание на следующее обстоятельство. Безусловно, достигнуты определенные успехи в паразитологических исследованиях рыб в Атлантическом океане и его морях, однако те недостатки, о которых говорилось ранее (Гаевская, 1984а), по-прежнему остаются и на сегодняшний день, и самый существенный из них, на мой взгляд — отсутствие методических пособий и руководств по паразитам и болезням морских и океанических рыб. Опубликованная 10 лет назад работа А. В. Гаевской и А. А. Ковалевой (1975) «Болезни промысловых рыб Атлантического океана»

уже устарела и не отвечает требованиям современной рыбохозяйственной науки, поскольку за истекший период значительно расширилась география отечественного рыбного промысла, в него включены новые объекты лова (со своими паразитами и болезнями). Следует расширять исследования пространственного распределения паразитов, имеющих практическое значение, динамики зараженности ими рыб; необходимо вести поиск сезонов и районов, характеризующихся наименьшей зараженностью рыб подобными паразитами; перспективны работы по определению оптимальных размерных лимитов пищевого использования рыб, пораженных такими паразитами. Необходимо интенсифицировать эколого-фаунистические исследования паразитов морских и океанических рыб, обратив особое внимание на разработку теоретических основ морской паразитологии.

Приведенный ниже список цитированной литературы, безусловно, представляет лишь малую часть того, что было опубликовано в нашей стране и за рубежом за истекшее пятилетие по паразитам рыб Атлантического океана и его морей.

ЛИТЕРАТУРА

- Алешкина Л. Д. Новые представители семейства Diplectanidae (Monogenea) в водах юго-восточной Атлантики.— Зоол. журн., 1984, т. 63, вып. 8, с. 1253—1256.
- Алешкина Л. Д., Гаевская А. В. Материалы к фауне трематод рыб атлантического побережья Африки.— Докл. высшей школы, биол. науки, 1985, № 3, с. 35—40.
- Алешкина Л. Д., Штейн Г. А. Паразитические инфузории (Peritricha, Trichodinidae) некоторых рыб тропической зоны южной Атлантики.— Паразитология, 1984, т. 18, вып. 5, с. 349—356.
- Буруковский Р. Н., Гаевская А. В. Экологическая характеристика трех видов креветок семейства Orphoridae у северо-западного побережья Африки и их паразитофауна. Бюл. Моск. о-ва испытателей природы, отд. биол., 1983, т. 88, вып. 4, с. 107—114.
- Гаевская А. В. Обнаружение метацеркарий трематод у мизид острова Южная Георгия.— Докл. высшей школы, биол. науки, 1982, № 8, с. 27—29.
- Гаевская А. В. Новые виды трематод семейства Lepocreadiidae рыб южной Атлантики.— Зоол. журн., 1983, т. 62, вып. 5, с. 788—791.
- Гаевская А. В. Основные итоги отечественных икhtiопаразитологических исследований в Атлантическом океане и его морях.— В кн.: Биологич. основы рыбоводства: паразиты и болезни рыб. М., Наука, 1984а, с. 201—209.
- Гаевская А. В. Паразиты рыб северо-восточной Атлантики: фауна, логия, особенности формирования.— Автореф. докт. дис., Л., 1984б, 36 с.
- Гаевская А. В. Копепода Sphurion luprii как биометка при популяционных исследованиях клюворылого окуня.— В кн: Внутривидовая дифференциация морских промысловых и беспозвоночных. Калининград, АтланНИРО, 1984в, с. 90—99.
- Гаевская А. В., Алешкина Л. Д. О новых находках трематод рыб атлантического побережья Африки.— Паразитология, 1983, т. 17, вып. 1, с. 12—17.
- Гаевская А. В., Ковалева А. А. Материалы к фауне миксоспоридий рыб Кельтского моря. Вестн. зоол., 1984а, № 5, с. 3—7.
- Гаевская А. В., Ковалева А. А. Дополнение к фауне миксоспоридий (Protozoa: Mxosporidia) рыб северо-восточной Атлантики.— Гидробиол. журн., 1984б, т. 20, № 3, с. 49—53.
- Гаевская А. В., Ковалева А. А., Родюк Г. Н. Паразитофауна рыб Фолклендско-Патагонского района.— Тез. докл. симпозиума по паразит и патологии морских организмов, Л., 1981, с. 9—14.
- Гаевская А. В., Ковалева А. А., Шульман С. С. Новый род Neoparvicapsula и положение семейства Parvicapsulidae в системе Mxosporidia. Зоол. журн., 1982, т. 61, вып. 5, с. 774—776.

- Гаевская А. В., Родюк Г. Н. Новые материалы по трематодофауне рыб юго-западной Атлантики.— Докл. высшей школы, биол. науки, 1983, № 3, с. 28—32.
- Гаевская А. В., Шухгалтер О. А. Видовой состав, эколого-географические особенности и формирование фауны скребней рыб северо-восточной Атлантики.— Биология моря, 1984, № 3, с. 16—22.
- Герасев П. И., Гаевская А. В. Новый вид жаберного паразита *Bothitrema ragus* sp. n. (Monogenea, Bothitrematidae).— Зоол. журн., 1985, т. 64, вып. 3, с. 442—444.
- Егорова Т. П., Алешкина Л. Д. К систематическому положению *Megalocotyle grandiloba* Rarenga et Kohn, 1964 (Monogenea, Capsalidae).— В кн.: Паразиты животных и растений. Владивосток; изд. ДВНЦ АН СССР, 1984, с. 38—39.
- Жуков Е. В. Новые представители фауны трематод рыб Мексиканского залива.— Паразитология, 1983, т. 17, № 2, с. 112—117
- Зубченко А. В. Экологический анализ паразитофауны промысловых рыб из открытых вод северной Атлантики.— Автореф. канд. дис.... Мурманск, 1984.— 24 с.
- Зубченко А. В. Экологические особенности паразитофауны гладкоголовов северной Атлантики.— Тез. докл. 8-го Всесоюз. совещания по паразитам и болезням рыб. Л., 1985, с. 53—54.
- Карасев А. Б. О характере зараженности путассу северо-восточной Атлантики анизакидными нематодами.— Тез. докл. конф. «Влияние изменения международно-правового режима Мирового океана на отрасль рыбного хозяйства». М., 1982, с. 29.
- Карасев А. Б. Анизакса путассу Норвежского моря.— В кн.: Биол. и промысел пелаг. рыб Сев. бассейна. Мурманск, ПИНРО, 1983, с. 81—92.
- Карасев А. Б. Экологическая характеристика паразитофауны путассу (*Micromesistius putassou* (Risso)). В кн.: Экол.-паразитол. исслед. Сев. морей. Апатиты, Кольск. фил. АН СССР, 1984, с. 82—88.
- Ковалева А. А., Гаевская А. В. О новых находках микроспоридий рода *Parvicapsula* у рыб Атлантического океана.— Зоол. журн., 1981, т. 60, вып. 5, с. 771—773.
- Ковалева А. А., Гаевская А. В. Микроспоридий рода *Zschokkella* паразиты рыб юго-Западной Атлантики.— Зоол. журн., 1982а, т. 61, вып. 6, с. 932—935.
- Ковалева А. А., Гаевская А. В. Новые виды микроспоридий рыб юго-западной Атлантики.— Паразитология, 1982б, т. 16, вып. 5, с. 353—359.
- Ковалева А. А., Гаевская А. В. Новые представители родов *Kudoa* и *Pentacapsula* (Muxosporidia, Multivalvulea) с не обычной для них локализацией.— Зоол. журн., 1984, т. 63, вып. 7, с. 1090—1092.
- Ковалева А. А., Зубченко А. В. Новые сведения о фауне микроспоридий северной Атлантики.— Паразитология, 1984, т. 18, вып. 6.
- Ковалева А. А., Зубченко А. В., Красин В. К. Обоснование нового семейства микроспоридий (Protozoa, Muxosporidia) с описанием двух новых родов.— Паразитология, 1984, т. 17, вып. 3, с. 195—202.
- Курочкин Ю. В. Прикладные и научные аспекты морской паразитологии.— В кн.: Биол. основы рыбоводства: паразиты и болезни рыб М., 1984, с. 180—188.
- Мамаев Ю. Л., Алешкина Л. Д. Четыре новых вида высших моногеней из тропической части Атлантического океана.— В кн.: Паразиты животных и растений. Владивосток, ДВНЦ АН СССР, 1984, с. 25—34.
- Мамаев Ю. Л., Зубченко А. В. Новая моногеней *Diclidophora caudate* sp. nov. от долгохвоста.— В кн.: Паразиты животных и растений. Владивосток, ДВНЦ АН СССР, 1984, с. 35—37
- Николаева В. М., Гаевская А. В. Новый вид *Gonapodasmius* (Trematoda) у нового для семейства *Didymozoidae* хозяина.— Зоол. журн., 1985, т. 64, вып. 3, с. 444—446.
- Родюк Г. Н. Паразитофауна рыб атлантического сектора Антарктики (о. Южная Георгия и Южно-Шетландские острова).— Тез. докл. симпозиума по паразитол. и патологии морск. организмов, Л., 1981, с. 102—104
- Родюк Г. Н. Случай заражения антарктической серебрянки плероцеркоидами дифиллоботриоза. Рыбное хозяйство, 1982, № 9, с. 25.
- Родюк Г. Н. Экологические особенности гельминтофауны зеленой нототении.— Тез. докл. симпозиума «Биол. основы борьбы с гельминтозами животных и растений». М., 1983, с. 72—74.

- Родюк Г. Н.* Новые представители рода *Metechinorhynchus* (Acanthocephala) — паразитов рыб западной Антарктики.— Зоол. журн., 1984, т. 63, вып. 12, с. 1893—1895.
- Родюк Г. Н.* Особенности паразитофауны белокровных рыб атлантической части Антарктики.— Тез. докл. 8-го Всесоюзн. совещ. по паразитам и болезням рыб, Л., 1985, с. 120—121.
- Тодоров И.* Проучване върху находката на нематодни ларви от р. *Anisakis* в и промишлените атлантически риби.— Риб. стоп., 1982, т. 28, № 1, с. 14—16.
- Amato J. F. R.* Digenetic trematodes of percoid fishes of Florianopolis, southern Brazil — Acanthocolpidae.— *Revista Brasileira de Biologia*, 1983a, vol. 43, N 1, p. 65—71.
- Amato J. F. R.* Digenetic trematodes of percoid fishes of Florianopolis, southern Brazil — Homalometridae, Lepocreadiidae and Opcoelidae, with the description of seven new species.— *Revista Brasileira de Biologia*, 1983b, vol. 43, N 1, p. 73—98.
- Amato J. F. R.* Digenetic trematodes of percoid fishes of Florianopolis, southern Brazil — Pleorchidae, Didymozoidae and Hemiuridae, with the description of three new species.— *Revista Brasileira de Biologia*, 1983c, vol. 43, N 1, p. 99—124.
- Anderson M.* *Ergenstrema labrosi* sp. nov. (Monogenea) on the gills of the thick-lipped grey mullet *Chelon labrosus* at Plymouth.— *J. Mar. biol. Ass. U. K.*, 1981, vol. 61, N 4, p. 827—836.
- Bragoni G., Romestand B., Trilles J.-P.* Parasitose a cymothoadien chez le Loup, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) en elevage I. Ecologie parasitaire dans le cas de l'Etang de Diana (Haute-Corse) (Isopoda, Cymothoidae).— *Crustaceana*, 1984, vol. 47, N 1, p. 44—51.
- Burreson E. M., Zwerner D. E.* Juvenile summer flounder *Paralichthys dentatus* mortalities in the western Atlantic Ocean caused by the hemoflagellate *Trypanoplasma bullocki*: evidence from field and experimental studies.— *Helgoland Meeresuntersuch.*, 1984, vol. 37, N 1—4, p. 343—352.
- Campbell R. A., Correia S. J., Haedrich R. L.* A new monogenean and cestode from the deep-sea fish, *Macrourus berglax* Lacépede, 1802, from the Flemish Cap of Newfoundland.— *Proc. Helminth. Soc. Wash.*, 1982, vol. 49, N 2, p. 169—175.
- Campbell R. A., Gartner J. V.* *Pistana eurypharyngis* gen et sp. n. (Cestoda: Pseudophyllidea) from the bathypelagic gulper eel, *Eurypharynx pelecanoiodes* Vaillant, 1882, with comments on host and parasite ecology.— *Proc. Helminth. Soc. Wash.*, 1982, vol. 49, N 2, p. 218—225.
- Cheung P. L., Nigrelli R. F., Ruggieri G. D.* *Phoreiobothrium thuronis*, new species (Cestoda, Oncobothriidae) from bonnethead shark, *Sphyrna tiburo* (L.) — *J. Aquaricult.*, 1981, vol. 2, N 4, p. 81—85.
- Cone D. K., Wiles M.* Comparative morphology of *Gyrodactylus groenlandicus* Levinsen, 1881, *G. nainum* Hanek and Threlfall, 1970, *G. pleuronecti* Cone, 1981, and *G. adspersi* sp. n. (Monogenea) from northwest Atlantic fishes.— *Can. J. Zool.*, 1983, vol. 61, N 2, p. 417—422.
- Dyková J., Lom J.* Fish coccidia: critical notes on life cycles, classification and pathogenicity.— *J. Fish Dis.*, 1981, vol. 4, p. 487—505.
- Dyková J., Lom J.* Fish coccidia: an annotated list of described species.— *Folia Parasit.*, 1983, vol. 30, N 3, p. 193—208.
- Gibson D.* *Kenmackenzia* gen. nov. and *Kenmackenziiinae* subfam. nov. (Digenea, Sclerodistomidae) new taxa to accommodate the giant trematode *Distoma gigas* Nardo.— *J. Nat. Hist.*, 1983a, vol. 17, p. 189—202.
- Gibson D.* The systematics of ascariid nematodes — a current assessment. In: *Concepts in nematode systematics*. Systematics Ass. Spec. Vol., 1983b, N 22, p. 321—338.
- Gibson D., Bray R. A.* A study and reorganization of *Plagioporus* Stafford, 1904 (Digenea: Opcoelidae) and related genera, with special reference to forms from European Atlantic waters.— *J. Nat. Hist.*, 1982, vol. 16, p. 529—559.
- Gibson D., Bray R. A.* On *Anomalotrema Zhukov*, 1957, *Pellamyzon Montgomery*, 1957, and *Opcoelina* Manter, 1934 (Digenea: Opcoelidae), with a description of *Anomalotrema koiae* sp. nov. from North Atlantic waters.— *J. Nat. Hist.*, 1984, vol. 18, p. 949—964.

- Grabda J* Studies on survival and development in vitro of *Anisakis simplex* stage 3 larvae in time.— *Acta Ichthyol. Piscat.*, 1982, vol. 12, N 1, p. 69—77
- Hoogesteger J. N., White M. G* Notes on parasite infestation of inshore fish at Signy Island, South Orkney Islands.— *Brit. Antarctic Surv. Bull.*, 1981, N 54, p. 23—31.
- Kearn G. C., Green J. E.* *Squalotrema llewlyni* gen. nov., sp. nov. a monogenean from the nasal fossae of the spur-dog, *Squalus acanthias*, at Plymouth.— *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 1983, vol. 63, N 1, p. 17—25.
- Khan R. A.* Biology of the marine piscicolid leech *Johanssonia arctica* (Johansson) from Newfoundland.— *Proc. Helminth. Soc. Wash.*, 1982, vol. 49, N 2, p. 266—278.
- Koie M.* On the morphology, and life-history of *Podocotyle reflexa* (Creplin, 1825) Odhner 1905, and a comparison of its developmental stages with those of *P. atomon* (Rudolphi, 1802) Odhner 1905 (Trematoda, Opecoelidae) — *Ophelia*, 1981, vol. 20, N 1, p. 17—43.
- Koie M.* The redia, cercaria and early stages of *Aporocotyle simplex* Odhner, 1900 (Sanguinicolidae) — a digenetic trematode which has a polychaete annelid as the only intermediate host.— *Ophelia*, 1982, vol. 21, N 2, p. 115—145.
- Koie M.* Digenetic trematodes from *Limanda limanda* (L.) (Osteichthyes, Pleuronectidae) from Danish and adjacent waters, with special reference to the life-histories.— *Ophelia*, 1983, vol. 22, N 2, p. 201—228.
- Llewellyn J* The biology of *Isancistrum subulatae* n. sp., a monogenean parasite on the squid, *Alloteuthis subulata*, at Plymouth.— *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 1984, vol. 64, N 2, p. 286—302
- Lom J., Dykova I.* Some marine fish coccidia of the genera *Eimeria* Schneider, *Epieimeria* Dykova et Lom and *Goussia* Labbé.— *J. Fish Dis.*, 1982, vol. 5, N 4, p. 309—321
- Lom J., Noble E. R.* Revised classification of the class Myxosporae Bütschli, 1881 — *Folia Parasitol.*, 1984, vol. 31, N 3, p. 193—205.
- Margolis L., Arthur J. R.* Synopsis of the parasites of fishes of Canada.— *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 1979, N 199, 269 p.
- Overstreet R. M., Hawkins W. E., Fournie J. W.* The coccidian genus *Calyptospora* n. g. and family *Calyptosporidae* n. fam. (Apicomplexa with members infecting primarily fishes).— *J. Protozool.*, 1984, vol. 31, N 2, p. 332—339.
- Overstreet R. M., Meter G. W.* Hemorrhage lesions in stomach of rhesus monkey caused by a piscine ascaridoid nematode.— *J. Parasitol.*, 1981, vol. 67, N 2, p. 226—235.
- Rokicki J., Wrzesinski O.* Ranv powierzchniowa u ryb wywołane przez pasożytnicze isopoda lub niektóre ryby drapieżne.— *Wiad. Parasit.*, 1984, vol. 30, N 2, p. 229—240.
- Stunkard H. W.* The morphology, life history and systematic relations of *Lasiotocus elongatus* (Manter, 1931) Thomas, 1959 (Trematoda: Digenea).— *Biol. Bull.*, 1981, vol. 160, N 1, p. 155—160.
- Stunkard H. W.* The arine cercariae of the Woods Hole, Massachusetts region, a review and a revision.— *Biol. Bull.*, 1983, vol. 164, N 2, p. 143—162.
- Vassiliades G., Petter A.* Une nouvelle espèce de nematode parasite de poisson des côtes du Sénégal.— *Bull. Inst. foundam. Afr. noire*, 1981, A43, N 1—2, p. 104—110.
- Williams H. H., Bray R. A.* *Chimaerocestos prudhoei* gen. et sp. nov. representing a new family of tetraphyllideans and the first record of strobilate tapeworms from a holocephalan.— *Parasitology*, 1984, vol. 88, N 1, p. 105—116.
- Zdzitowiecki K.* Redescription of *Aspersentis austrinus* Van Cleave, 1929 (Acanthocephala).— *Acta Parasitol. Pol.*, 1981, vol. 28, p. 73—83.
- Zdzitowiecki K.* Antarctic acanthocephalans of the genus *Metacanthocephalus*.— *Acta Parasitol. Pol.*, 1983, vol. 28, p. 417—437
- Zdzitowiecki K.* Description of *Heterosentis heteracanthus* (Linstow, 1896) from Antarctic fishes, and remarks on the taxonomic status of *Heterosentis* Van Cleave, 1931.— *Acta Parasitol. Pol.*, 1984, vol. 29, p. 111—115.

A. V. Gayevskaya

STATE AND PERSPECTIVES OF FISH PARASITOLOGICAL STUDIES IN THE ATLANTIC OCEAN AND ITS SEAS

Results of parasitological studies of the fish carried out in the Atlantic Ocean and its seas during 1981 to 1985 are reviewed. The paper is based on numerous materials collected by the Atlantic institute of fisheries and oceanology (AtlantNIRO) as well as on the data of Soviet and foreign authors. Diversity of studies is noted, involving investigations of fish parasite fauna from different areas, studies of taxonomy, morphology, phylogeny and zoogeography of parasites of various systematic groups; ecology of fish parasite fauna and their circulation in the ocean, parasites as tags of different biological aspects of their hosts, parasites of medical and economic importance, pathogenic influence of parasites on the fish were also studied. Necessity of studying the parasites as integral component of marine ecosystems is emphasized. It is noted that several groups of parasites, in particular protozoans, are understudied. Uneven geographical pattern of fish parasitological studies is shown. Perspectives of those in the Atlantic ocean and its seas are outlined.

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ИХТИОПАТОЛОГИИ

Н. А. Головина

ВНИИПРХ, Московская область

Изучение крови рыб тесно связано с развитием гематологических исследований в медицине и ветеринарии. Первые сведения по изучению крови рыб появились еще в 1877 г в работах, где сравниваются количественные данные крови различных групп позвоночных животных (Mallasser, 1877). Вопрос о морфологических особенностях клеток крови костистых рыб был поднят несколько позднее (Drzevina, 1905, 1910, 1911—1912), когда значительно продвинулись цитологические исследования в медицине.

Эти работы развернулись с конца 30-х годов нашего столетия. В них основное внимание было направлено на определение количества эритроцитов и лейкоцитов, содержание гемоглобина и лейкоцитарной формулы (Павлов и Кролик, 1936; Андриянов, 1937; Калашников, 1939; Голодец, 1939; Коржуев, Булатова, 1950). Позднее гематологические показатели стали использовать для оценки физиологического состояния и диагностики заболеваний, так как они отражают состояние одной из наиболее лабильных и чувствительных к изменениям состояния организма тканей.

За последние 30 лет в ихтиогематологии наметился значительный прогресс. Обращают на себя внимание публикации Н. Т. Ивановой (1970, 1983), З. М. Калашниковой (1976, 1981), Т. П. Глаголевой (1977), В. М. Яхненко (1984), которые не только описали основные морфологические особенности клеток крови рыб, но и предложили свои методические подходы и принципы классификации и номенклатуры клеток. При этом в основу этих работ всегда был положен морфологический принцип. При обозначении различных типов клеток и стадий их зрелости, как правило, принимается терминология и номенклатура общей гематологии позвоночных животных.

Однако в настоящее время морфологические материалы по крови теплокровных животных в значительной мере пополнились физиологическими исследованиями. Изучение функциональных особенностей, физиологии и взаимоотношений различных групп клеток *in vivo* и *in vitro* выявило новые данные, которые потребовали пересмотра существующей схемы кроветворения теплокровных животных («Нормальное кроветворение...», 1976).

Все клетки в зависимости от степени дифференцировки объединены в 6 классов. Первые три класса включают клетки морфологически не идентифицированные, а три последние — клетки, подвергающиеся дифференцировке («Нормальное кроветворение...», 1976). Эти данные получены различными путями, но в основном путем освоения метода клонирования клеток *in vivo* и *in vitro*.

Единой материнской клеткой кроветворения является стволовая клетка (I класс). Морфология ее точно не охарактеризована. Проллиферативная активность стволовых клеток в условиях нормального кроветворения невысока. Основная масса их находится вне клеточного цикла, в связи с этим доля клеток, находящихся в периоде синтеза ДНК, невелика. Ближайшей ступенью дифференцировки единой стволовой клетки в процессе кроветворения является частично детерминированные полипотентные клетки-предшественники (II класс); они имеют ограниченные возможности к самоподдержанию. Следующим этапом их дифференцировки является III класс — класс унипотентных клеток-предшественников. В этот класс входят клетки-предшественники каждого из рядов дифференцировки форменных элементов крови. Они обладают более ограниченными резервами к самоподдержанию. Индукция к их дальнейшей дифференцировке — гуморальная. Без индуктора (гормона) они не дифференцируются и быстро погибают. В этот класс отнесены: 1) колониеобразующая в культуре клетка — дифференцируется в гранулоцитарном направлении и макрофагальном; 2) эритропоэтинчувствительная клетка, дифференцируется в направлении эритропоэза; 3) тромбоцитопоэтинчувствительная клетка — дифференцируется в направлении мегакариоцито- и тромбоцитопоэза; 4) клетка-предшественник В-лимфоцитов и клетки-предшественники Т-лимфоцитов. Все перечисленные выше классы клеток, начиная от стволовых и кончая унипотентными клетками, морфологически существующими методами не различаются. Известно лишь, что клетки-предшественники всех классов могут находиться в двух состояниях — лимфоцитоподобном (спокойном) и бластном (активном).

Очередной ступенью дифференцировки клеток-предшественников является IV класс морфологически распознаваемых пролиферирующих клеток, затем класс созревающих клеток и, наконец, класс зрелых клеток с ограниченным жизненным циклом.

Не вдаваясь в более подробные детали, следует сказать, что эта классификация, отражающая современный уровень знаний, не внесла существенных результатов в классы созревающих и зрелых гранулоцитов, встречающихся в периферической крови. Поскольку в основу этой классификации положены функциональные свойства клеток, а морфологические концепции остались прежними, то для подсчета лейкограмм по-прежнему используется классический морфологический метод.

Из кратких сведений о морфофункциональных особенностях клеток крови рыб (Ellis, 1977) ясно, что переносить указанную схему кроветворения на рыб можно лишь с известными оговорками, так

как в нее не укладываются такие форменные элементы крови, как эритроциты, тромбоциты и, возможно, другие малоизученные форменные элементы. Однако, несмотря на проблемы, стоящие перед исследователями по изучению ростков кроветворения у рыб, в настоящее время успешно используется при идентификации клеток крови рыб классификация Н. Т. Ивановой (1970). Основанная на тинкториальных свойствах цитоплазмы в отношении к красителям и принципе онтогенетического развития клеточных элементов, она позволяет дифференцировать в крови костистых рыб 7 групп лейкоцитов на различных стадиях зрелости.

В настоящее время наиболее подробно изучены изменения показателей крови по возрасту, сезону и полу у лососевых рыб, выращиваемых на рыбоводных заводах, а также у канального сома, буффало, толстолобиков, карпа и некоторых рыб из оз. Байкал, что позволяет использовать эти сведения для оценки состояния рыб в рыбоводной практике (Канидьеv, 1970; Головина, 1976, 1977; Глаголева, 1977; Серпунин, 1983; Тромбицкий, 1984; Яхненко, 1984; Lehmann, Sturenberg, 1976; Williams, Varner, 1976; Breasile et al., 1982 и др.) Минрыбхозом СССР утверждены 3 нормативных документа для оценки качества выращиваемой рыбы по гематологическим показателям: «Инструкция по гематологическому контролю за искусственно выращиваемой молодью лососевых рыб» (радужной форели и балтийского лосося, 1981), «Методические указания по использованию показателей крови для оценки качества выращиваемой молоди лососевых рыб на рыбоводных заводах» (озерный лосось и семга, 1984) и «Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы» (карп, растительная рыба, 1984)

Поскольку необходимым условием применения гематологических показателей в диагностических целях является знание «нормы», т. е. тех значений показателей крови, при которых в данных условиях достигается оптимальное состояние равновесия организма с окружающей средой (Соколов, Грибова, 1972), отсутствие таких данных тормозит использование гематологических показателей для оценки физиологического состояния, характеристики патогенеза и диагностики заболеваний.

Исследования изменений гематологических показателей рыб при заболеваниях проводили главным образом с конца 40-х годов. Они выполнены по классификации Н. В. Пучкова (1941). Анализ этой литературы показал, что доминирующими реакциями крови как на инфекции, так и на инвазии являются снижение содержания гемоглобина и числа эритроцитов и лейкоцитов; увеличение в лейкоцитарной формуле доли нейтрофилов, полиморфноядерных лейкоцитов и моноцитов и уменьшение процента лимфоцитов. К тем же выводам приводит анализ недавно появившихся работ, выполненных с использованием этой или сходной классификации (Васильков, 1975; Сапожников, Козаченко, 1975; Любина, 1977; Магеррамова, 1977; Сворцова, 1977; Афанасьев, 1978; Висманис и др. 1981; Пирус, 1981 и др.).

Наиболее полно раскрываются возможности гематологического исследования с учетом динамики возрастных групп лейкоцитов. Так, при эргазиллезе линя (Einszrogn-Ogeska, 1973) в крови отмечено возрастание числа младших возрастных групп нейтрофилов, наряду с увеличением числа нейтрофилов и базофилов, анемия за счет появления в крови большого количества незрелых эритроцитов, патологические нарушения в гранулоцитах.

Нами при изучении патогенеза различных заболеваний выявлены особенности реакции клеток крови, которые в некоторых случаях можно отнести к специфическим (Головина, 1977). Так, ВПП у двухлеток карпа вызывает увеличение числа агранулоцитов и уменьшение количества нейтрофилов и эозинофилов. Снижение показателей красной крови свидетельствует о воспалительном процессе, сопровождаемым анемией. При сапролегниозе икры карпа происходит задержка развития миелоидных форм, появляются дегенеративные изменения эритробластов и промиелоцитов. Очень ярко выражена анемия при бранхиомикозе. Число агранулоцитов увеличивается. Исчезают зрелые формы нейтрофилов в периферической крови.

При дактилогирозе двухлеток доля лимфоцитов в лейкоцитарной формуле по мере течения заболевания уменьшается, а моноцитов — возрастает. Наблюдается эозинофилия. Хилодоннелез у сеголетков карпа вызывает летом лейкоцитоз, лимфопению, абсолютную нейтрофилию и моноцитоз. Выявлена гиперсегментация ядер нейтрофилов. Зимой в крови наблюдается увеличение количества незрелых клеток красного ряда, снижение доли старших групп нейтрофилов и псевдоэозинофилов, лимфоцитоз (Ванятинский, Головина, 1980).

Кровь сеголетков карпа при невысокой интенсивности заражения *Khawia sinensis* характеризуется полным отсутствием базофилов и возрастанием псевдоэозинофилов. В соотношении групп нейтрофильного ряда наблюдается правый сдвиг (Капустина, 1978)

Исследуя кровь карпов при некрозе жабр Е. П. Леоненко (1981) показала, что у них повышается содержание лимфоцитов и нейтрофилов (миелоцитов и метамиелоцитов) в периферической крови, наряду с малыми, появляются большие и средние лимфоциты. Наблюдаются значительные изменения в величине и морфологии клеток, анемия. При газопузырьковой болезни происходит подавление функций эритро- и лейкопоза, результатом которого является снижение числа эритроцитов и лейкоцитов (Головин, Головина, 1977; Kulshrestha, Mandal, 1982).

Изучая картину крови толстолобиков и буффало И. Д. Тромбицкий (1984) показал, что сапролегниоз буффало может быть охарактеризован лейкопенией, эозинопенией, моноцитозом и анемией I степени; миксоболиоз белых толстолобиков, вызванный *Myxobolus pavlovskii* — псевдоэозинофильней; ихтиофтириоз буффало — лейкопенией, лимфо- эозино- и моноцитопенией, нейтрофилией с левым сдвигом нейтрофильного ряда, анемией I—II степени; лернеоз буффало — лимфоцитозом, эозинофилией, левым сдвигом нейтрофильного ряда, увеличением количества пеннистых клеток и анемией I степени; дип-

лостомоз толстолобиков — нейтрофилией, эозинофилией и псевдо-эозинофилией, а диплостомоз буффало — нейтрофилией с правым сдвигом нейтрофильного ряда и возрастанием числа пенистых клеток.

Таким образом, использование более детально разработанной классификации лейкоцитов позволило выявить у больных рыб неспецифичные отклонения (лейкопению, лимфопению и нейтрофилию), обусловленные проявлением общего адаптационного синдрома Селье и служащие фоном, на котором наблюдаются специфические реакции крови рыб на заболевание. Это необходимо учитывать при использовании количественных характеристик белой крови рыб в диагностических целях (Тромбицкий, 1984).

Другой стороной успешного применения гематологических показателей является их использование для характеристики паразито-хозяйинных отношений. Оценка воздействия паразита на хозяина в этой системе легла в основу проводимых нами разработок по критериям диагностики инвазионных заболеваний рыб. Исследуя рыб различной массы и с различным уровнем заражения, можно определить такие пограничные уровни интенсивности, которые у рыб определенной массы не вызывают отклонений в организме. Исследовав около 30 показателей физиологического состояния организма рыб и проведя их анализ методом главной компоненты, выявили, что наиболее информативным для этих целей является дифференциальный подсчет лейкоцитов. В настоящее время определены пограничные уровни за-
ности для ихтиофтириоза и дактилогироза карпа. И. Д. Тромбицким (1984) показана принципиальная возможность использования гематологических исследований для оценки эволюционного возраста системы «паразит—хозяин» в тех случаях, когда он неизвестен.

В. М. Яхненко (1984), подробно изучив морфологические особенности клеток крови на основании схемы генезиса эритроцитов делает выводы о возможных эволюционных взаимосвязях байкальских рыб.

Таким образом, в настоящее время в ихтиопатологии нашел широкое применение морфологический метод оценки лейкоцитов. Позволяя решать, как сказано выше, ряд вопросов, он может явиться тормозом в развитии науки, если принимать этот этап исследования как догму. Уже сегодня ясно, что отсутствие единой точки зрения на классификацию лейкоцитов указывает на необходимость ее пересмотра, который может быть осуществлен лишь при дополнении морфологического метода исследованиями функциональными и цитохимическими.

Для оценки функционального статуса лейкоцитов изучают их двигательную и фагоцитарную активность. С этой целью при исследовании лейкоцитов теплокровных широко используется фазово-контрастная микроскопия, позволяющая оценивать как характер двигательной активности клетки, так и скорость ее перемещения. Этот метод особенно удобен для изучения спонтанной двигательной активности лейкоцитов. Возможности этого метода могут быть существенно расширены с помощью цейтраферной киносъемки для регистрации

и последующего детального изучения подвижности лейкоцитов.

Значительное количество методов (Алмазов и др., 1979) предложено для оценки поглотительной активности лейкоцитов. Большинство из них различается лишь по объекту фагоцитоза. В качестве объектов могут быть как взвеси микробов, так и инертные частицы. Для количественной оценки поглотительной активности лейкоцитов все шире используются меченые определенными изотопами молекулы белка или декстрана, бактерии или полистиреновые частицы, которые дают возможность учитывать пино- и фагоцитоз по приросту радиоактивности на 1 мкг белка клеток. Изотопная метка позволяет одновременно тестировать фагоцитарную и бактерицидную способность лейкоцитов (Алмазов и др., 1979)

Исследование фагоцитарной способности лейкоцитов у большинства видов рыб показало, что моноциты сходны с моноцитами млекопитающих как по гистохимическим и ультраструктурным особенностям, так и по ярко выраженной способности к фагоцитозу (Ellis, 1977). В вакуолях моноцитов иногда наблюдается фагоцитированный материал (Саппон et al., 1980). По-видимому, моноциты являются одним из предшественников макрофагов, однако сводить в синонимы их не следует, поскольку «макрофаг» — понятие в первую очередь функциональное (Лукьяненко, 1971)

Выявлена способность нейтрофилов рыб к фагоцитозу (Пучков, 1957), причем считается, что сегментоядерные нейтрофилы являются весьма активными фагоцитами (Watson et al., 1963; Weinreb, Weinreb, 1969). Описаны их миграция и фагоцитоз у форели и золотых рыбок, искусственно зараженных бактериями (Finn, Nielson, 1971; Watson et al., 1963). В. Р. Микряков и Л. В. Балабанова (1979) показали, что роль нейтрофилов сводится к освобождению организма от остатков разрушенных клеток и тканей, т. е. они принимают активное участие в воспалительном процессе.

Фагоцитарная активность эозинофилов отмечена при введении бактерий в брюшную полость гуппи и карася (Jakowska, Nigrelli, 1953; Watson et al., 1963). Однако, как показано на теплокровных, их фагоцитарный индекс ниже, чем нейтрофилов (Хэм, Кормак, 1983). Эозинофилы теплокровных обладают способностью к амебoidalному движению, они способны аккумулировать гистамин, что значительно уменьшает выраженность изменений в тканях при аллергических реакциях и воспалении (Алмазов и др., 1979). Имеется ряд данных о том, что эозинофилы выделяют путем экзоцитоза на поверхность паразита свои лизосомные ферменты из специфических гранул; неизвестно, однако, причиняет ли это прямой вред паразиту (Хэм, Кормак, 1983).

Все более широкое применение в гематологии находят цитохимические методы исследований. С их помощью в лейкоцитах выявлено большое количество энзимов и других внутриклеточных веществ, что значительно расширило знания об особенностях метаболизма лейкоцитарных элементов как на различных стадиях созревания клеток, так и при различных патологических состояниях. Количественная оцен-

ка результатов цитохимических реакций при выявлении ферментов сопряжена со значительными трудностями. В настоящее время известно, что субмикроскопическая структура нейтрофилов рыб сходна с нейтрофилами теплокровных (Ellis, 1977), азурофильные гранулы которых содержат различные гидролитические ферменты, в том числе пероксидазу (Хемм, Кормак, 1983).

Оксифильность гранул эозинофилов млекопитающих связана с наличием в их составе богатого аргенином основного белка (Алмазов и др., 1979) Специфические гранулы эозинофилов содержат многие ферменты разрушения химических медиаторов, в частности арил-сульфатазы, гистоминаза (Хем, Кормак, 1983).

Специфические гранулы базофилов содержат около половины гистамина, имеющегося в крови и необходимого для регуляции аллергических реакций немедленного типа (Алмазов и др.) Функции базофилов рыб еще не выяснены, но по гистохимическим свойствам они близки к тканевым базофилам и тучным клеткам, в которых удалось обнаружить гистамин (Roberts et al., 1972). Необходимо разобраться с псевдобазофилами и псевдоэозинофилами рыб, гранулы которых проявляют амфотерные свойства по отношению к красителям.

Помимо названных групп, в крови некоторых рыб встречаются лейкоциты, которые Н. Т. Иванова (1970) назвала «клетками с вакуолизированной цитоплазмой» или «пенистыми». Д. Барбер и Дж. Вестерман (Barber, Westermann, 1975), основываясь на данных световой и электронной микроскопии, показали, что эти клетки дифференцируются на стадии промиелоцита и далее проходят все стадии развития, характерные для гранулоцитов, хотя прямых доказательств этому нет. Х. Дэвис и М. Хейнс (Davies, Haynes, 1975) выяснили, что по гистохимическим свойствам пенистые клетки в ШИК-положительных гранулах содержат нейтральные гликопротеиды. Функции этих клеток неизвестны.

Перспективными являются начатые в последние годы исследования с одновременным использованием электронной микроскопии, цитохимии и автордиографии, что позволяет получить наиболее полное представление о связи различных веществ со структурами клетки.

Остановимся несколько подробнее на принципах изучения созревающих и зрелых лейкоцитов. Класс созревающих лейкоцитов занимает промежуточное положение между классами родоначальных клеток и зрелыми лейкоцитами. Пролиферирующие элементы этого класса не способны к самоподдержанию. Наименее дифференцированные из них — миелобласты, монобласты и лимфобласты. В дальнейшем, проделав несколько митозов (от 4 до 5) и пройдя через различные морфологические стадии, они утрачивают способность к делению при сохранении способности к созреванию (Чертков, Фриденштейн, 1977)

Методические подходы к изучению класса пролиферирующих клеток преимущественно основаны на оценке их митотических и пролиферативных потенциалов, расчет продолжительности отдельных фаз

митоза и клеточного цикла, определении генерационного и транзитного времени. С этой целью используют исследования в условиях как *in vivo*, так и *in vitro* с широким применением в экспериментах радиоактивных предшественников нуклеиновых кислот. Условно они могут быть разделены на 2 группы. Одни соединения обеспечивают метку изучаемых клеток, благодаря включению в состав ДНК, другие — минуя ее.

К соединениям первой группы относится тимидин, меченный по H^3 и C^{14} и др. Его особенность состоит в том, что он включается в клетку только в период синтеза ДНК. Кроме того, благодаря большой стабильности ДНК, соединения этой группы длительное время остаются в составе ядерного материала и передаются потомству.

Изучение метаболизма РНК может осветить важнейшие моменты подготовки предшественников гранулоцитов к созреванию. В качестве меченого предшественника РНК используют H^3 -уридин. При этом анализ автографов выявляет суммарное включение предшественника в различные типы РНК, преимущественно в рибосомальную. Было показано, что синтез РНК протекает во все основные активные периоды клеточного цикла (G_1 , S , G_2). Отмечено закономерное снижение индекса метки по мере созревания гранулоцитов. Использование автордиографического метода при исследовании клеток крови рыб начаты в МГУ

Подводя итоги изучения гематологических исследований, следует сказать, что в крови рыб наименее изученной по-прежнему остается самая многочисленная группа лейкоцитов — лимфоциты. Разделение лимфоцитов по морфологическим признакам на большие, средние и малые не позволяет объяснить ту большую роль, которая отведена им в организме. В настоящее время на теплокровных показано, что в их функции входят реакции специфического иммунитета, они являются предшественниками антителообразующих клеток и носителями иммунологической памяти, поддерживают нормальное функционирование тканей и определяют направленность и степень их дифференциации (Фриденштейн, Чертков, 1969; Терентьева и др., 1974). В настоящее время для лимфоцитов рыб отмечены лишь некоторые функции, свойственные лимфоцитам теплокровных. В частности выяснено, что у рыб также имеются 2 популяции лимфоцитов — Т и В-лимфоциты (Avtalion et al., 1976). Работами В. Р. Микрякова и Л. В. Балабановой (1979) и Микрякова (1984) показана роль лимфоцитов в иммунологических реакциях, однако эти исследования малы и отрывочны. Учитывая особенности строения органов гемопоэза и лимфоидной системы рыб, а также те сложные иммунологические функции, которые установлены для лимфоцитов теплокровных животных, исследования их должны быть особенно важны и перспективны.

Оценивая перспективы ихтиогематологических исследований, можно определить два направления. Во-первых, необходимо шире внедрять в практическую работу ихтиопатологов и сотрудников производственных лабораторий накопленный богатый материал по картине крови здоровых рыб для оценки физиологического состояния

выращиваемой рыбы. Во-вторых, необходимо шире развернуть исследования функциональных свойств клеток крови рыб, которые необходимы для дальнейшего использования этих данных в совершенствовании классификации этих клеток.

Работа эта не простая и, как показано выше, требует внедрения в ихтиогематологические исследования сложных современных методов. Вся она, безусловно, не по плечу только научным сотрудникам отрасли: к решению этих задач необходимо более активно подключать академические институты и учебные заведения.

ЛИТЕРАТУРА

- Алмазов В. А., Афанасьев Б. В., Зарицкий А. Ю., Мамаев Н. Н., Рудакова Т. Л., Фрейдлин И. С., Цвейбах А. С., Шишов А. Л. Физиология лейкоцитов человека. Л., Наука, 1979, 230 с.
- Андреианов В. В. Опыт сравнительного изучения крови пресноводных рыб. Учен. МГУ, сер. биол., 1937, вып. 9, с. 5—15.
- Афанасьев В. И. Особенности патогенеза при лернеозе, аргулезе и постдипломозе. — Ветеринария, 1978, № 8, с. 71—72.
- Болотников И. А., Соловьев Ю. В. Гематология птиц. Л., Наука, 1980, 114 с.
- Вянтинский В. Ф., Головина Н. А. Влияние *Chilodonella cirpini* на гематологические показатели сеголетков карпа. — В кн.: IX конференция украинского паразитологического общества. Тез. докл., ч. I, Киев, Наукова думка, 1980, с. 110.
- Васильков Г. В. Патогенез и симптомы филотетроидоза карпов. — Бюл. ВИЭВ, 1975, вып. 20, с. 45—46.
- Висманис К. О., Глаголева Т. П., Кузнецова Н. М. Влияние возбудителя филотетроидоза на физиологическое состояние карпов. — В кн.: Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. Рига, БалтНИИРХ, 1981, № 16, с. 75—81.
- Глаголева Т. П. Гематологический анализ молоди балтийского лосося. — Рига, Звайгзне, 1977, 96 с.
- Головин П. П., Головина Н. А. Некоторые вопросы патогенеза при газопузырьковой болезни. Матер. 2-й регион. конф. по паразитам и болезням рыб и мерам борьбы с ними в Казхстане и республиках Средней Азии, Алма-Ата, 1977, с. 66—69.
- Головина Н. А. К морфологии белой крови двухлетних карпов. — Тр. ВНИИПРХ, 1976, т. 26, с. 116—120.
- Головина Н. А. Морфологический анализ клеток крови карпа в норме и при заболеваниях. Автореф. канд. дис., М., 1977, 24 с.
- Голодец Г. Г. О морфологической картине крови некоторых рыб. Тр. Мосрыбвтуза, 1939, т. 2, с. 173—176.
- Иванова Н. Т. Материалы к морфологии крови рыб. Ростов-на-Дону, Рост. пед. ин-т, 1970, 136 с.
- Иванова Н. Т. Атлас клеток крови рыб. М., Легкая и пищ. пром., 1983, 80 с.
- Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы. М., БалтНИИРХ, 1984, 59 с.
- Инструкция по гематологическому контролю за искусственно выращиваемой молодью лососевых рыб. Рига, БалтНИИРХ, 1981, 45 с.
- Калашникова Г. Н. Влияние активной реакции среды на содержание гемоглобина и число эритроцитов у рыб. — Учен. зап. МГУ, 1939, сер. гидробиол., 1939, вып. 33, с. 118—121.
- Калашникова З. М. О классификациях морфологических элементов крови рыб. — Вопр. ихтиологии, 1976, т. 16, вып. 3(98), с. 510—525.
- Калашникова З. М. Исследование морфологического состава крови рыб. — В кн.: Исследования размножения и развития рыб. М., Наука, 1981, с. 110—124.
- Канидьев А. Н. Методы качественной оценки молоди рыб по составу крови (на примере осенней кеты). Сб. научн.-исслед. работ по прудовому рыбоводству М., 1970, № 5, с. 236—268.
- Капустина Н. И. О паразито-хозяйственных отношениях в системе «*Khawia sinensis* — карп» при невысоких интенсивностях инвазии. — Тр. ВНИИПРХ, 1978, г. 27, с. 75—87.

- Коржуев П. А., Булатова Н. К. Физиологические особенности эритроцитов хрящевых рыб.— ДАН СССР, 1950, т. 70, № 1, с. 149—151.
- Леоненко Е. П. Картина крови карпа как показатель физиологического стресса, вызываемого нарушением экологических условий.— Тез. докл. совещания «Экологическая физиология и биохимия рыб», ч. 1, Астрахань, 1979, с. 176—177
- Лукьяненко В. И. Иммунология рыб. М. Пищ. пром., 1971, 364 с.
- Любина Т. В. Сезонные изменения лейкоцитарной формулы крови карасей при диграмозе.— Сб. научн. тр. Сиб. научно-исслед. вет. ин-та, 1977, с. 76—82.
- Магеррамова Э. С. Гематологические показатели при ихтиофтириозе молоди каспийского лосося.— Тез. докл. научн. конф. посв. 75-летию основания Азерб. научно-исслед. вет. ин-та, Баку, 1977, с. 128—129.
- Методологические указания по использованию показателей крови для оценки качества выращиваемой молоди лососевых рыб на рыбоводных заводах. Петрозаводск, Кар. фил. АН СССР, 1984, 16 с.
- Микряков В. Р. Закономерности функционирования иммунной системы пресноводных рыб.— Автореф. докт. дис., М., 1984, 38 с.
- Микряков В. Р. Балабанова Л. В. Клеточные основы иммунитета у рыб.— В кн.: Физиология и паразитология пресноводных животных. Л., Наука, 1979, с. 105—124.
- Нормальное кроветворение и его регуляция. Под ред. Федерова Н. А. М. Медицина, 1976, 543 с.
- Павлов В. А., Кролик В. Г. Исследования по физиологии крови рыб. Содержание гемоглобина и число эритроцитов в крови некоторых пресноводных рыб.— Тр. Бородинск. биол. ст., 1936, т. 9, вып. 1, с. 5—26.
- Пирус Р. Влияние филометраид при разных стадиях их развития на некоторые гематологические показатели карпа.— Рыбное хозяйство, 1981, вып. 32, с. 71—74.
- Пучков Н. В. Физиология рыб. Промпищиздат, 1954, 371 с.
- Сапожников Г. И., Козаченко Н. Г. Изучение лейкоцитарной формулы у толстолобиков при миксоболиозе.— Бюл. ВИЭВ, 1975, вып. 20, с. 37—39.
- Серпуниц Г. Г. Гематологические показатели карпа при интенсивном прудовом выращивании.— Автореф. канд. дис., М., 1983, 23 с.
- Скворцова Ф. К. Показатели крови карпов, инвазированных личинками *Dilepis unilateralis* (Rud).— Бюл. Всесоюз. ин-та гигиены и санитарии, 1977, вып. 20, с. 67—71.
- Соколов В. В., Грибова И. А. Гематологические показатели здорового человека. М. Медицина, 1972, 104 с.
- Терентьева Э. И., Фанштейн Ф. Э., Козинец Г. И. Некоторые аспекты нормального кроветворения.— Проблемы гематологии, 1974, № 1, с. 84—85.
- Тромбицкий И. Д. Картина крови прудовых рыб в норме и при паразитарных заболеваниях.— Автореф. канд. дис. М., 1984, 21 с.
- Хем А., Кормак Д. Гистология. М., Мир, 1983, т. 2, 254 с.
- Чертков И. А., Фриденштейн А. Я. Клеточные основы кроветворения. М., Медицина, 1977, 272 с.
- Яхненко В. М. Морфологическая характеристика крови рыб озера Байкал: Новосибирск, Наука, 1984, 120 с.
- Avtalion R. R., Weiss E., Moulem T* Regulatory effects of temperature upon immunity in ectothermic vertebrates.— In: Comparative Immunology, Oxford, 1976, p. 227—238.
- Barber D. L., Westermann J. E. M.* Morphological and histochemical studies on a PAS-positive granular leucocyte in blood and connective tissues of *Catostomus commersoni* L.acepede (Teleostei: Pisces).— Amer J. Anat. 1975, vol. 142, N 2, p. 205—220.
- Breazile J. E., Zinn L. L., Yauk J. C., Mass H. J., Wollscheid J.*— A study of haematological profiles of channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque) — J. Fish Biol., 1982, vol. 21, N 3, p. 305—309.
- Cannon M. S., Mollenhaur H. H., Eurell T. E., Lewis D. H., Cannon A. M., Tompkins Ch.* An ultrastructural study of the leucocytes of the channel catfish, *Ictalurus punctatus* — J. Morphol., 1980, vol. 164, N 1, p. 1—23.

- Davies H. G., Haynes M. E.* Light- and electron-microscope observations of certain leucocytes in a teleost fish and a comparison of the envelope — limited monolayers of chromatin structural units in a different species.— *J. Cell. Sci.*, 1975, vol. 17, N 2, p. 263—285.
- Drzewina A.* Contribution a l'étude du tissu lymphoïde des ichthyopsides.— *Arch. Zool. exp. et gen.*, 1905, 4 ser T 3, p. 145—338.
- Drzewina A.* Sur l'organe lymphoïde et la muqueuse de l'oesophage de la torpille.— *Arch. d'anat. micr.*, 1910, p. 1—12.
- Drzewina A.* Contribution a l'étude des leucocytes granuleux du sang des poissons.— *Arch. d'anat. micr.* 1911—1912, t. 13, p. 319—376.
- Einszporn-Orecka T.* Changes in the picture of peripheral blood of tench *Tinca tinca* (L.) under the influence of *Ergasilus sieboldi* Nordm. II. Changes in the leucocytis system.— *Acta parasitol. Polonica*, 1973, vol. 21, p. 485—499.
- Ellis A. E.* The leucocytes of fish. A review.— *J. Fish Biol.*, 1977, vol. 11, N 5, p. 453—491.
- Finn J. P., Nielson N. O.* The inflammatory process of rainbow trout.— *J. Immunol.*, 1971, vol. 116, N 9, p. 1547—1553.
- Jakowska S., Nigrelli R. F.* Localized responses in fish to experimental inflammation caused by pathogenic bacteria.— *Anat. Record*, 1953, vol. 117, p. 526.
- Kulshresta A. K., Mandal P. K.* Pathology of gas bubble disease in two air-breathing catfishes (*Clarias batrachus* Linn. and *Heteropneustes fossilis* Bloch.).— *Aquaculture*, 1982, vol. 27, N 1, p. 13—17
- Lehmann G. S., Sturenberg F.-J.* Haematologisch-serologische Substratuntersuchungen an der Regenbogenforelle (*S. gairdner* R.).— *Gewasser und Abwasser. Eine limnologische Schriftenreihe*, 1976, H 59, S. 3—32.
- Malassez L. C.* Sur la richesse en hemoglobine des globules rouges du sang.— *Paris. Labor. Histol. Trav.*, 1877—78, p. 10—30.
- Roberts R. J., Young M., Milne J. A.* Studies on the skin of plaice (*Pleuronectes platessa*) I. The structure and ultrastructure of normal plaice skin.— *J. Fish Biol.*, 1972, vol. 4, N 1, p. 87—98.
- Watson L. J., Shechmeister J. L., Jackson L. L.* Hematology of goldfish, *Carassius auratus*.— *Cytologia*, 1963, vol. 28, N 2, p. 118—130.
- Weinreb E., Weinreb S.* A study experimentally induced endocytosis in a Teleost. Light Microscopy of Peripheral blood cell responses.— *Zoologica: New York, Zoological Society*, 1969, vol. 54, N 1, p. 25—34.
- Williams R. W., Warner M. C.* Some observations on the stained blood cellular elements of channel catfish, *Ictalurus punctatus*.— *J. Fish Biol.*, 1976, vol. 9, p. 491—497

N. A. Golovina

RESULTS AND PERSPECTIVES OF HAEMATOLOGICAL RESEARCH IN FISHPATHOLOGY

Haematological characteristics are widely used to evaluate the physiological condition of fish. Calculation of leucocytes is the most informative among these. Differentiation of leucocytes is rather embarrassing because it is connected with several methodological difficulties and variety in terms and classification of fish blood cells.

Progress in general haematology of vertebrates helps to work out basic directions in fish haematological research, including perfection of blood cell classification. Such research needs new methods and laboratory facilities to study the functional properties of blood cells. These methods are: the phase contrast, interferential and electron microscopes, histochemistry, autoradiography and others. Analysis of publications showing the level of the research in fish leucocytes has shown the necessity of further studies.

ОПУХОЛИ РЫБ, ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ

С. П. Боговский, В. В. Худолей

**Институт экспериментальной и клинической медицины, Таллин
НИИ онкологии, Ленинград**

Феномен опухолевого роста свойствен всем достаточно сложным организмам, у которых имеются хорошо дифференцированные ткани и органы, в том числе и регуляторные (нервная, гуморальная и иммунная) системы. Рыбы не являются исключением из этого правила.

Первые упоминания об опухолях рыб относятся к XVII в., однако достоверные описания и коллекционные материалы известны с конца XVIII—начала XIX вв. (Mawdesley-Thomas, 1971). В конце XIX—начале XX вв. было описано большинство известных на сегодняшний день типов новообразований у рыб (Harshbarger, 1977)

Истинные опухоли рыб развиваются из различных тканей и имеют как общие черты с аналогичными опухолями млекопитающих, так и некоторые различия. Из эпителиальной ткани у рыб развиваются папилломы, аденомы и различные формы рака. К опухолям соединительнотканного происхождения относят фибромы, липомы, хондромы, миксомы, остеомы, гемангиомы, саркомы. Описаны новообразования нервной (хордомы, нейробластомы) и пигментной (меланофоромы) тканей. Нередко наблюдаются дисэмбриональные опухоли типа тератом. Новообразованиями поражаются практически все органы рыб. Описаны опухоли печени, почек, мышц, эндокринных органов и т. д., а также опухоли плавников, плавательного пузыря, жаберного аппарата — т. е. органов, которых либо не имеется у млекопитающих, либо являются рудиментарными. Ряд новообразований у рыб обладает выраженным инвазивным ростом и способностью к метастазированию, т. е. является несомненно злокачественным (Финкельштейн, 1960; Худолей, 1976; Плисс, Худолей, 1979; Wellings, 1969).

Этиология большинства опухолей у рыб неизвестна, однако среди причинных факторов необходимо выделить следующие основные группы: 1) химические канцерогены и коканцерогены как природного происхождения, так и внесенные в среду обитания рыб в результате деятельности человека; 2) вирусы и паразитарные инвазии; 3) генетические и гормональные влияния; 4) радиация.

В последние десятилетия в ряде районов земного шара были отмечены случаи необычно высокой частоты опухолей среди некоторых популяций рыб. Харшбаргер (Harshbarger, 1977) на основании анализа огромного материала (более 3000 публикаций и 10000 случаев) считает, что в последние годы заболеваемость опухолями рыб и моллюсков все чаще принимает эпизоотический характер. Это явление нельзя не связать с возросшим уровнем загрязнения водоемов промышленными и бытовыми сточными водами.

В предлагаемом сообщении нам хотелось бы, опираясь на изученный нами материал, выделить наиболее актуальные, на наш взгляд, аспекты проблемы изучения новообразований у рыб. Их можно сформулировать следующим образом:

1) Сбор рыб-опухоленосителей в природных популяциях с последующим их гистологическим изучением и выявлением различных стадий опухолевого роста, установление частоты заболеваемости, а, по возможности, и выяснение канцерогенных факторов;

2) Изучение заболеваемости опухолями искусственно разводимых рыб, установление причин такой заболеваемости и разработка способов ее профилактики.

Изучение опухолей рыб природных популяций

Сбор и систематизация первичного материала является основой всякого исследования распространения опухолей у рыб природных популяций. К настоящему времени опубликовано большое количество работ, в которых описываются те или иные новообразования рыб. Для лучшей систематизации этого материала создан «Регистр опухолей низших животных» (RTLА) при Смитсоновском институте в Вашингтоне, США. Регистр публикует ежегодные отчеты о своей деятельности, сообщая о новых поступлениях и систематизируя их. Подобный регистр создан и в Японии. Попытка создания такого регистра для СССР предпринята в Институте экспериментальной и клинической медицины Эстонской ССР

Результатом исследования заболеваемости рыб природных популяций опухолями явилось установление связи этой заболеваемости со степенью загрязнения водоемов. Так, в работах Брауна и др. (Brown et al., 1973, 1976, 1980) показано, что в загрязненной такими веществами, как винилхлорид, β -нафтиламин, триазены, хлорированные углеводороды, бензантрацен, нефтепродукты, толуидин р. Фокс (Чикаго, США) процент рыб с опухолями в среднем составил 4,38% по сравнению с 1,03% в относительно чистом лесном озере бассейна Великих озер (Канада). Надо отметить, что увеличение частоты опухолей в целом достигается за счет еще большего увеличения частоты опухолей некоторых органов и тканей, например, печени (с 9 до 14%), желудка (с 9 до 13%), кожи (с 7 до 18%), в более загрязненном водоеме. Связь частоты опухолей с загрязнением показана также у морского языка *Parophrys vetulus*, Пуджетского залива (Pierce et al. 1978; Malins et al., 1984), миксин Балтийского моря (Falkmer et al., 1976) и других видов рыб.

Такая же зависимость прослеживается и в частоте лимфосарком у щук. Эта опухоль была впервые описана в Ирландии (Mulcahy et al., 1963, 1970), а затем в Северной Америке (Grown et al., 1973, 1976; Sonstegard, 1976a, b) и в некоторых районах шведского побережья Балтийского моря (Ljungberg, 1976). Щуки с лимфосаркомой были обнаружены и в прибрежных водах Эстонии (Боговский, 1981, 1983). Макроскопически рыбы имеют на коже различные по размерам, иногда весьма крупные (до 10 см), овальные, выступающие над поверхностью, плоско-шаровидные, изъязвленные, розовато-серые, иногда красные мягкие опухолевые образования. Они располагаются на туловище, жаберных крышках, нижней челюсти и плавниках. Гистологически опухоли относятся к 3 типам:

— умеренно дифференцированная (лимфобластическая) диффузная злокачественная лимфома (рис. 1, *вклейка*).

— слабо дифференцированная диффузная злокачественная лимфома;

— диффузная злокачественная лимфома гистиоцитарного типа (ретикулосаркома) (рис. 2, *вклейка*)

Подобные опухоли составляют по предварительной оценке от 1 до 5% улова щуки. Следует подчеркнуть, что все щуки с лимфосаркомой были выловлены в Балтийском море и ни одной во внутренних водоемах, что, возможно, объясняется сравнительно большей чистотой внутренних водоемов Эстонии, в том числе и в отношении канцерогенных веществ (Велдре и др., 1979)

Электронно-микроскопические исследования показали наличие в клетках лимфосаркомы щуки вирусных С-частиц. Это указывает на их возможную вирусную этиологию (Winqvist et al., 1973; Sonstegard, 1976b), однако влияние химического загрязнения на частоту этой опухоли в различных водоемах убедительно продемонстрировано работами Брауна и др. (Grown et al., 1973, 1976).

Работы, показывающие связь частоты опухолей у рыб со степенью загрязнения водоемов, доказывают правомочность включения этих исследований в систему постоянного слежения (мониторинга) за канцерогенным загрязнением водных объектов (Ильницкий и др., 1980; Худoley, Плисс, 1979). Дело в том, что мониторинг, проводимый только при помощи химического анализа проб воды, донных отложений и гидробионтов, не может дать ответ об интегральной, т. е. реальной опасности загрязнения для живых организмов, в то время как заболеваемость рыб опухолями является результатом комплексного действия всех возможных канцерогенных и коканцерогенных факторов (Худoley, Боговский, 1982; Stich, Acton, 1976; Sindermann et al., 1980).

Подтверждением роли канцерогенных веществ в этиологии опухолей рыб служат экспериментальные исследования на рыбах в ряде онкологических лабораторий мира (Худoley, 1971, 1972, 1984; Stanton, 1965, 1966; Halver, 1967; Pliss, Khudoley, 1975; Ishikawa et al., 1975; Schultz, Schultz, 1984), показавшие возможность индукции опухолей у рыб различных видов при воздействии целого ряда химиче-

ских канцерогенов, в том числе таких как нитрозамины, аминазо-соединения, полициклические арены, природные канцерогены и ряд других соединений. Всего в опытах на рыбах было показано канцерогенное действие по крайней мере 72 химических соединений и их смесей (Худолей, 1984).

Заслуживает внимания изучение действия известных канцерогенов в сочетании с распространенными загрязнителями водной среды. Так, например, сульфанол, являющийся одним из основных представителей поверхностно-активных веществ, применяемых в производстве синтетических моющих средств, был исследован в модельных опытах на аквариумных рыбах *Danio rerio* в сочетании с хорошо изученным ранее на этом же виде канцерогеном — нитрозодэтиламином (НДЭА). Результаты опытов показали, что не вызывающий сам по себе опухолей сульфанол, введенный в воду аквариумов одновременно или до НДЭА, увеличивал выход холангиоцеллюлярных опухолей печени, т. е. оказал коканцерогенное действие (Боговский, Худолей, 1983; Khudolej, Bogovski, 1984).

В качестве примера опухолей еще не выясненной этиологии приведены меланомы у морского окуня-клювача *Sebastes mentella*, обнаруженные, наряду с меланозом (черными пигментными пятнами), на коже этих рыб экспедицией ПИНРО в Северной Атлантике (рис. 3, *вклейка*). Из 48 особей с пигментными пятнами 12 были с меланомами, у 7 рыб было по 1, у 5 — по 2 узла пигментных опухолей. Опухоли выступали над кожей на высоту до 1 см. Их поверхность, как правило, неровная, лишенная чешуи. Опухоли отмечались интенсивно-черного и серовато-черного цвета. Опухоли черного цвета при гистологическом исследовании оказались состоящими из меланинсодержащих клеток и были определены как высокодифференцированные меланомы. В светлых опухолях преобладают крупные округлые, кубические и полигональные клетки, лишенные меланина. Меланинсодержащие клетки встречаются в толще опухолевой ткани в виде очагов (рис. 4, *вклейка*). Эти опухоли отнесены к низкодифференцированным злокачественным меланомам (Боговский и др., 1985). Этиология меланом у клювача пока неизвестна. Наиболее изученными в настоящее время являются меланомы рыб у рода *Xiphophorus*. В генотипе этих рыб содержится ген *Tu* (онкоген), локализованный в X-хромосоме. Онкоген находится под контролем регуляторных генов, расположенных в других хромосомах. Эта сложная система (ген *Tu*—регуляторные гены) обуславливает предрасположенность к развитию разнообразных опухолей, главным образом меланом (Anders et al., 1984). В то же время наибольшая частота опухолей пигментной ткани у нибей *Nibeia mitsukurii* была зарегистрирована в местах вылова поблизости от источника выброса промышленных стоков у берегов Японии (Kimura et al., 1984). По-видимому, независимо от природы этих опухолей в данном случае развитие опухолей модифицируется загрязнением химической природы.

Неясной остается этиология фибром и фибросарком, являющихся самым распространенными мезенхимными опухолями у костистых

рыб (Wellings, 1969; Mawdsley-Thomas, 1971). Фибросаркомы описаны у светлоперого судака (Walker, 1961). В этой работе автор сообщает также о вирусных частицах в клетках опухоли.

Были изучены 4 опухоли судака из коллекции КаспНИРХа, любезно предоставленные нам Л. А. Зубковой. Гистологическое строение этих новообразований идентично описанному А. И. Агаповой и Н. П. Бутримовой (1984) и опухоли классифицируются как дерматофибросаркома.

Изучение опухолей разводимых рыб

Из всех известных случаев опухолевых заболеваний в популяциях животных самым массовым является гепатома, т. е. печеночно-клеточная опухоль разводимой радужной форели. Широко распространенные с конца 30-х, а особенно с 50-х годов опухоли печени радужной форели в рыбных хозяйствах Италии, США, Японии, Франции, ФРГ, ГДР, Югославии и СССР (Cudkowsz, Scilar, 1955; Ghittino, 1961; Nigrelli, Jakowska, 1955; Wood, Larson, 1961; Wales, 1970; Honna, Shirai, 1959; Besse et al., 1960; Wunder, Otto, 1969; Steffens, 1970; Marzan et al., 1968; Семенова и др., 1976; Боговский 1982, 1983) поражали значительную часть выращиваемого поголовья. Причиной возникновения гепатомы являются афлатоксины — продукты жизнедеятельности плесневых грибов *Aspergillus flavus* и *A. parasiticus*.

В ходе анализа более 100 форелей с опухолями печени мы имели возможность описать различные разновидности этих опухолей. Макроскопически они становятся заметными в виде узелков диаметром 1—2 мм светло-желтого цвета. С увеличением узелков меняется их внешний вид — поверхность становится бугристой и пестрой из-за кровоизлияний и некроза. Во многих опухолях развиваются некротические кисты с жидким содержимым. В таких случаях при больших размерах опухоли в печени почти не остается нормальной ткани. При гистологическом исследовании опухоли можно классифицировать следующим образом: в начальной стадии образуются небольшие гепатомы трабекулярного строения (рис. 5, *вклейка*). Более крупные опухолевые узлы представляют собой дальнейшие стадии опухолевой прогрессии — гепатоцеллюлярные раки (карциномы) трабекулярного и лобулярного строения.

Лобулярные гепатоцеллюлярные раки по характеру и степени фиброзных процессов можно разделить на 2 типа: медуллярные и фиброзные опухоли. Медуллярные опухоли состоят из крупных лобул в центре и трабекул по периферии и характеризуются малым количеством соединительнотканной стромы (рис. 6, *вклейка*). В то же время в этих опухолях резко выражены некротические процессы. Фиброзные опухоли отличаются от медуллярных развитием обильной соединительнотканной стромы. В некоторых из них строма развивается столь сильно, что образуются скirrosные структуры (рис. 7, *вклей-*

ка). Как правило, в таких опухолях некротические процессы проявляются относительно слабо.

Кроме гепатоцеллюлярных раков, в печени форели встречаются, хотя и в меньшем количестве, холангиоцеллюлярные, т. е. происходящие из эпителия желчных протоков, опухоли. Чаще всего фолликулярные структуры холангиоцеллюлярной опухоли встречаются наряду с гепатоцеллюлярными лобулями, образуя смешанные гепатохолангиоцеллюлярные опухоли (рис. 8, *вклейка*)

В нашем материале не было отмечено отдаленных метастазов, как сообщают некоторые зарубежные авторы (Besse et al., 1960; Wales, 1970), однако наблюдалось прорастание гепатоцеллюлярного рака в окружающие ткани, такие как желчный пузырь и мышцы брюшной стенки.

Избежать возникновения опухолей печени у радужной форели можно, только полностью исключив афлатоксины из кормов. Даже самые минимальные дозы афлатоксинов вызывают у радужной форели развитие гепатом, поэтому все корма форели должны подвергаться контролю на содержание в них афлатоксинов. Для обеспечения такого контроля нами была разработана методика обнаружения афлатоксинов в кормах для рыб при помощи хроматографического разделения на тонком слое с последующим полуколичественным определением их в УФ-свете (Боговский, Сергеев, 1982, 1983, 1984) Следует отметить, что в результате информированности рыбодоводов, их настороженности в отношении кормов, загрязненных афлатоксинами, и выбраковке последних, заболеваемость радужной форели опухолями печени в хозяйствах Эстонской ССР в последние 2 года значительно снизилась.

Таким образом, доказанной причиной новообразований у рыб следует признать влияние химических канцерогенов и коканцерогенов. Это позволяет использовать изучение частоты заболеваемости опухолями рыб природных популяций для оценки степени канцерогенной загрязненности природных водоемов. При опухолях предполагаемой вирусной или генетической природы существенную роль играют факторы загрязнения внешней среды, как это продемонстрировано на примере лимфосарком у щуки. Для выявления подобной связи в других случаях массового появления опухолей в популяции необходимо проводить подробные исследования. Ущерб, причиняемый распространением опухолей, особенно велик в условиях рыборазведения. Для успешной борьбы с опухолями рыб необходимы как эпизоотологические и гистологические исследования, так и анализ (в первую очередь кормов) для установления канцерогенных факторов, а также проведения целенаправленных экспериментальных исследований. Установление правильного диагноза и причин возникновения новообразований во многом определяет правильное использование рыбных ресурсов и позволяет разработать меры предупреждения опухолей у рыб.

ЛИТЕРАТУРА

- Гапова А. И., Бутримова Н. П.* К вопросу классификации новообразований у рыб.— В кн.: Биологические основы рыбоводства: паразиты и болезни рыб. М., Наука, 1984, с. 159—170.
- Боговский С. П.* Распространение опухолей среди рыб в зависимости от состояния внешней среды.— В кн.: Экспериментальная и клиническая онкология. Таллин, 1981, вып. 4, с. 65—68.
- Боговский С. П.* Опухоли кроветворной ткани у шук Балтийского моря.— В кн.: Опухоли рыб. (Тез. докл.), Таллин, 1983, с. 7—10.
- Боговский С. П.* Опухоли печени у радужной форели.— В кн.: Опухоли рыб. (Тез. докл.), Таллин, 1983, с. 40—43.
- Боговский С. П., Сергеев Б. Л.* Опухоли печени у радужной форели как следствие канцерогенного загрязнения кормов.— Тез. докл. IV респ. съезда эпидемиологов, микробиологов, инфекционистов и гигиенистов ЭстССР, Таллин, 1982, с. 186.
- Боговский С. П., Сергеев Б. Л.* Некоторые методические вопросы определения афлатоксинов в кормах для радужной форели.— В кн.: Опухоли рыб. (Тез. докл.), Таллин, 1983, с. 48—51.
- Боговский С. П., Сергеев Б. Л.* Методические указания по определению афлатоксинов (В₁, В₂, G₁, G₂) в кормах для рыб. Таллин, 1984, 9 с.
- Боговский С. П., Худoley В. В.* Модифицирующее влияние сульфанола на канцерогенез, индуцированный нитрозотиламином в модельных опытах на аквариумных рыбах.— В кн.: Опухоли рыб. (Тез. докл.), Таллин, 1983, с. 36—40.
- Боговский С. П., Карасев А. Б., Бакай Ю. И.* Гистологическое исследование черных пятен и меланом у морского окуня-клявача.— В кн.: Экспериментальная и клиническая онкология. Таллин, 1986, вып. 7, с. 114—119.
- Велдре И. А., Итра А. Р., Паальме Л. П.* Канцерогенные вещества в водоемах Эстонии. Таллин, 1979, 124 с.
- Ильницький А. П., Худoley В. В., Савлущинская Л. А.* Некоторые перспективы разработки проблем загрязнения водоемов канцерогенными веществами.— Гигиена и санитария, 1980, № 6, с. 19—22.
- Плисс Г. Б., Худoley В. В.* Онкогенез и канцерогенные факторы у низших позвоночных и беспозвоночных животных.— В кн.: Экологическое прогнозирование. М., Наука, 1979, с. 167—185.
- Семенова Н. В., Бауер О. Н., Ковальская М. Г.* Гепатома радужной форели.— Рыбное хозяйство, 1976, № 10, с. 26—27.
- Финкельштейн Е. А.* Опухоли у рыб.— Архив патологии, 1960, № 9, с. 55—61.
- Худoley В. В.* Экспериментальные опухоли у рыб.— Вопр. онкологии, 1977, т. 17, № 1, с. 87—94.
- Худoley В. В.* Спонтанные и индуцируемые новообразования у аквариумных рыб.— Усп. совр. биологии, 1972, т. 74, № 3(6), с. 473—481.
- Худoley В. В.* Сравнительный анализ опухолевого роста.— Журн. общей биологии, 1976, т. 37, № 2, с. 242—254.
- Худoley В. В.* Опухоли рыб и бластомогенные факторы окружающей среды.— В кн.: Опухоли рыб. (Тез. докл.), Таллин, 1983, с. 3—7.
- Худoley В. В.* Разработка и применение экспресс-систем биотестирования химических канцерогенных соединений на низших позвоночных и бактериях.— Автореф. докт. дис., 1984, 417 с.
- Худoley В. В., Боговский С. П.* Опухоли гидробионтов и мониторинг канцерогенных загрязнений биосферы.— Усп. совр. биологии, 1982, т. 93, № 3, с. 466—472.
- Худoley В. В., Плисс Г. Б.* Биологическая индикация канцерогенных загрязнений гидросферы.— В кн.: Канцерогенные вещества в окружающей среде. М., Гидрометеониздат, 1979, с. 62—64.
- Anders F Scharlt M., Barnekow A.* Xiphophorus as an in vivo model for studies on oncogenes.— In: Use of small fish species in carcinogenicity testing, NCI Monograph, 1984, vol. 65, p. 97—109.
- Besse P., Levaditi J, Vilbert R., Nazimoff O.* Sur l'existence de tumeurs hépatiques primitives chez la truite arc-en-ciel (*Salmo irideus*).— Comt. rend. Acad. Sci., 1960, t. 251, p. 482—483.

- Brown E. R., Hazdra J J Keith L., Greenspan I., Kwapinski J B. C. Beamer P* Frequency of fish tumors found in a polluted watershed as compared to nonpolluted Canadian waters.— *Cancer Res.*, 1973, vol. 33, N 2, p. 189—198.
- Brown E. R., Dolowy W Sinclair T., Keith L., Greenberg S., Hazdra J J., Beamer P Callaghan O.* Enhancement of lymphosarcoma transmission in *Esox lucius* and its epidemiologic relation to pollution. In: *Comparative leukemia res.* 1975, *Bibl. haematol.*, No 43 (Ed. J. Clemmsen, D. S. Yohn) Krager, Basel, 1976, p. 245—251.
- Brown E. R., Keith L., Hazdra J Beamer P., Callaghan O., Nair V* Water pollution and its relationship to lymphomas in poikilotherms.— In: *Adv. comp. leukemia res.* (Ed. B. Lapin, D. S. Yohn) Moscow, 1980, p. 290—291.
- Cudkowicz G., Scolari C.* Un tumore primitivo epatico a diffusione epizootica nella trota iridea di allevamento (*Salmo irideus*).— *Tumori*, 1955, vol. 41, p. 524—537.
- Falkmer S., Emdin S. O., Östberg Y., Mattisson A., Johansson-Sjöbeck M.-L., Fänge R.* Tumor pathology of the hagfish, *Myxine glutinosa*, and the river lamprey, *Lampetra fluviatilis*.— *Progr. exp. tumor res.*, 1976, vol. 20, p. 217—250.
- Ghittino P* Etiologia, patogenesi e tentative di trasmissione della "degenerazione lipoidea epatica" nella trota iridea (*Salmo gairdnerii*).— *Veterin Ital.*, 1961, vol. 12, p. 3—16.
- Halver J E.* Trout hepatoma research conference papers.— *US Fish and Wildl. Serv. Res. Rep.*, 1967, vol. 70, 102 p.
- Harshbarger J C.* Role of the registry of tumors in lower animals in the study of environmental carcinogenesis in aquatic animals.— *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1977, vol. 298, p. 280—289.
- Honna Y., Shirai K.* Cystoma found in the liver of rainbow trout (*Salmo gairdnerii irideus*).— *Gibbons Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 1959, vol. 24, p. 966—970.
- Ishikawa T Shimamine T Takayama S.* Histologic and electron microscopy observations on diethylnitrosamine-induced hepatomas in small aquarium fish (*Oryzias latipes*).— *J. Nat. Cancer Inst.*, 1975, vol. 55, p. 909—916.
- Khudoley V V* *Danio rerio* and *Poecilia reticulata* as test objects in nitrosamine carcinogenicity testing.— In: *Use of small fish species in carcinogenicity testing*, NCI Monograph, 1984, vol. 65, p. 65—71.
- Khudoley V V Bogovski S. P* Modifying influence of sulfanol on carcinogenesis induced by N-nitrosodiethylamine in pattern experiments on aquarium fish *Danio rerio* (H).— *J. Exp. Clin. Cancer Res.*, 1984, vol. 3, N 4, p. 353—357.
- Kimura I., Taniguchi N., Kumai H., Tomita I., Kinae N., Yoshizaki K., Ito M., Ishikawa T* Correlation of epizootiological observations with experimental data: chemical induction of chromatophoromas in the croaker, *Nibea mitsukurii*.— In: *Use of small fish species in carcinogenicity testing*, NCI Monograph, 1984, vol. 65, p. 139—154.
- Ljungberg O.* Epizootiological and experimental studies of skin tumours in northern pike (*Esox lucius*) in the Baltic Sea.— *Progr. exp. tumor res.*, 1976, vol. 20, p. 156—165.
- Malins D. C., McCain B. B., Brown D. W., Chan S.-L., Myers M. S., Landahl J T Prohaska P G., Friedman A. J., Rhodes L. D., Burrows W D. Gronlund W D., Hodgins H O.* Chemical pollutants in sediments and diseases of bottom-dwelling fish in Puget Sound, Washington.— *Environ. Sci. Technol.*, 1984, vol. 18, N 9, p. 705—713.
- Marzan B., Rukavina J Winterhalter M.* The occurrence of hepatoma in rainbow trout in fish hatcheries in Bosnia and Hercegovina.— *Vet. Arch.*, Zagreb, 1968, vol. 39, p. 26—31.
- Matsushima T Sugimura T* Experimental carcinogenesis in small aquarium fishes.— *Progr. exp. tumor res.*, 1976, vol. 20, p. 367—379.
- Mawdesley-Thomas L. E.* Neoplasia in fish. A review.— In: *Current topics in comparative pathobiology* (Ed. T C. Cheng), New York, Academic Press, 1971, vol. 1, p. 87—170.
- Mulcahy M. F* Lymphosarcoma in the pike *Esox lucius* L. (Pisces: Esocidae) in Ireland.— *Proc. Roy. Irish Acad. Sect. B*, 1963, vol. 63, p. 103—129.
- Mulcahy M. F Winquist G., Dawe C. J* The neoplastic cell type in lymphoreticular neoplasms of the northern pike, *Esox lucius* L.— *Cancer Res.*, 1970, vol. 30, N 11, p. 2712—2717.
- Nigrelli R. F., Jakowska S.* Spontaneous neoplasms in fishes. IX. Hepatomas in rainbow trout, *Salmo gairdnerii*.— *Proc. Am. Assoc. Cancer Res.*, 1955, vol. 2, p. 38.

- Pierce K. V. McCain B. B., Wellings S. R.* Pathology of hepatomas and other abnormalities in English sole (*Parophrys vetulus*) from the Duwamish river estuary, Seattle, Washington.— *J. Nat. Cancer Inst.*, 1978, vol. 60, N 6, p. 1445—1453.
- Pliss G. B., Khudoley V. V.* Tumor induction by carcinogenic agents in aquarium fish.— *J. Nat. Cancer Inst.*, 1975, vol. 55, p. 129—136.
- Sato S., Matsushima T. Tanaka N. Sugimura T., Takashima F.* Hepatic tumors in the guppy (*Lebistes reticulatus*) induced by aflatoxin B₁, dimethylnitrosamine, and 2-acetylaminofluorene. *J. Nat. Cancer Inst.*, 1973, vol. 50, p. 767—779.
- Schultz R. J. Schultz M. E.* Characteristics of a fish colony of *Poeciliopsis* and its use in carcinogenicity studies with 7, 12-dimethylbenz(a)anthracene and dimethylnitrosamine. — In: Use of small fish species in carcinogenicity testing, NCI Monograph, 1984, vol. 65, p. 5—13.
- Simon K., Taiti L., Lapis K.* Hepatic lesions in *Lebistes reticulatus* induced by N-nitrosodiethylamine. — In: N-nitroso compounds: analysis, formation, occurrence. IARC Sci. Publ. No 31, Lyon, 1980, p. 717—729.
- Simon K., Lapis K.* Carcinogenesis studies in guppy. — In: Use of small fish species in carcinogenicity testing, NCI Monograph, 1984, vol. 65, p. 71—81.
- Sindermann C. J., Bang F. B., Christensen N. O. Dethlefsen V. Harshbarger J. C., Mitchell J. R. Mulcahy M. F.* The role and value of pathobiology in pollution effects monitoring programs. — *Rapp. P.-V. Réun. Cons. int. Explor. Mer*, 1980, vol. 179, p. 135—151.
- Sonstegard R. A.* Studies of the etiology and epizootiology of lymphosarcoma in *Esox lucius* L. and *Esox masqui* (ongy) — *Progr. exp. tumor res.*, 1976, vol. 20, p. 141—155.
- Stanton M. F.* Diethylnitrosamine-induced hepatic degeneration and neoplasia in the aquarium fish, *Brachydanio rerio*. — *J. Nat. Cancer Inst.*, 1965, vol. 34, p. 117—130.
- Stanton M. F.* Hepatic neoplasms of aquarium fish exposed to *Cycas circinalis*.— *Fed. Proc.*, 1966, vol. 26, p. 661.
- Steffens W.* Bedeutung der Trockenfuttermittel für die industriemäßige Forellenproduktion. — *Dt. Fischerei-Ztg.*, 1970, Bd. 17, S. 116—121.
- Stich H. F. Acton A. B.* The possible use of fish tumors in monitoring for carcinogens in the marine environment.— *Progr. exp. tumor res.*, 1976, vol. 20, p. 44—54.
- Wales J. H.* Hepatoma in rainbow trout.— In: A symposium on diseases of fish and shellfish (Ed. Snieszko), Spec. Publ. N 5, Am. Fish Soc., Washington, 1970, p. 351—365.
- Walker R.* Fine structure of a virus tumor in fish.— *Amer. Zool.*, 1961, vol. 1, p. 395—396.
- Wellings S. R.* Neoplasia and primitive vertebrate phylogeny Echinoderms, Prevertebrates and Fishes. A review.— NCI Monograph, 1969, vol. 31, p. 59—128.
- Winqvist G. Liungberg O. Ivarsson B.* Electron microscopy of sarcoma of the northern pike (*Esox lucius* L.).— In: Unifying concepts of leukemia, *Bibl. Haematol.*, No 39, Krager, Basel, 1973, p. 26—30.
- Wood E. M., Larson C. P.* Hepatic carcinoma in rainbow trout. — *Arch. Pathol.*, 1961, vol. 71, p. 471—479.
- Wunder W., Otto H.* Aflatoxine als Ursache des Leberkrebses der Forelle — *Naturwissenschaften*, 1969, Bd. 56, S. 352—355.

S. P. Bogovsky, V. V. Khudoley

FISH TUMORS, THEIR DISTRIBUTION, ECONOMIC IMPORTANCE AND PERSPECTIVES OF RESEARCH

Problems of tumor research in native and cultured fish populations are discussed. Some data on investigation of tumors in several fish species are represented. Role of experiments with cancerogenous and cocancerogenous agents in fish is stressed. The role of environmental pollution in the increase of tumor frequency in fish populations irrespectively of neoplasm nature is underlined. It is proposed to use such frequency in monitoring to estimate the cancerogenic danger of polluted waters and aquatic organisms. Hepatoma problems in rainbow trout culture is also discussed.

ВЛИЯНИЕ ТРИХОТЕЦЕНОВЫХ МИКОТОКСИНОВ НА КАРПА

В. Т. Галаш, А. М. Марченко

ВНИИПРХ, Московская область

ВВЕДЕНИЕ

Развитие интенсивных форм рыбоводства, повышение его эффективности возможны при наличии технологически совершенного кормопроизводства, а также научно обоснованных рационов и норм кормления рыб доброкачественными кормами. К факторам, снижающим доброкачественность кормов, делающим их вредными для здоровья животных, относятся микотоксины. Они вырабатываются токсигенными микроскопическими грибами, которые при определенных условиях поселяются и растут на кормах и их компонентах. Поступление микотоксинов с кормом в организм животного сопровождается различными формами микотоксикозов. Экономический ущерб, наносимый микотоксинами народному хозяйству, определяется резким падением пищевой ценности кормов (иногда до полной их непригодности), гибелью животных, нарушением воспроизводительной способности, снижением продуктивности и изменением резистентности, благоприятствующим развитию болезней (Саркисов, 1954; Билай, 1960; Спесивцева, 1964).

Известно и подробно изучено около 20 микотоксикозов животных и человека, описано свыше 100 микотоксинов (Билай, Пидопличко, 1970; Росивал и др., 1982). В то же время по имеющимся литературным данным только 4 микотоксина отмечены как вредоносные для рыб (Sinnhuber, 1966; Halver, Mitchell, 1976; Halver, 1968; Ghittino, 1976; Nesheim, 1976; Poston e. a., 1982; Woodward e. a., 1983; Боговский, Сергеев, 1982; Боговский, 1983). По нашему мнению, это не может означать, что в кормах для рыб нет других микотоксинов или они не действуют на рыб. По-видимому, исследователями было уделено мало внимания микотоксикозам рыб, а ущерб, получаемый от них, относился за счет других болезней с невыясненной этиологией.

В настоящее время только у грибов рода *Fusarium* определено более 40 микотоксинов трихотеценового ряда. Некоторые из них вызывают тяжелые отравления животных (Bamburg, Strong, 1971; Bamburg, 1976). В двух работах описано токсическое действие трихотеценов на форель (Poston e. a., 1982; Woodward e. a., 1983), одна-

ко глубоких исследований не проведено, в связи с чем выводов для практического применения сделано не было.

Трихотецены попадают в организм животных в основном с растительными компонентами корма, в которых они накапливаются в результате поражения грибами растений как во время вегетации, так и при их хранении (в том числе зерна и продуктов его переработки). Установлено, что грибы рода *Fusarium* широко распространены в природе, особенно в зонах с умеренным климатом. Здесь же регистрируются фузариотоксикозы животных, вызванные, в частности, трихотеценами (Саркисов, 1945; Билай, Пидопличко, 1970). Логично заключить, что трихотеценовые микотоксикозы потенциально опасны для карпа, выращиваемого в больших количествах в этой зоне, так как до 85% массы употребляемого им комбикорма составляют компоненты растительного происхождения. Недостаточная изученность трихотеценовых микотоксикозов карпа, отсутствие критериев их диагностики, а также значений предельно допустимых концентраций (ПДК) трихотеценов в кормах (что не позволяет разработать профилактику отравлений) определило актуальность их изучения.

В связи с вышесказанным мы начали исследования, целью которых являются изучение трихотеценовых микотоксикозов карпа и разработка мер их профилактики. Среди трихотеценовых микотоксинов наибольшее значение имеет Т—2-токсин, так как его выделяют в природе чаще, чем другие трихотецены; кроме того, он отличается высокой токсичностью. По отношению к теплокровным животным и человеку Т—2-токсин обладает дермонекротическим свойством, нарушает функцию кроветворных и иммунокомпетентных органов (Hsu e. a., 1972; Тутельян и др., 1985).

Биологическое действие Т—2-токсина и других трихотеценов на карпа совсем не изучено. В настоящем сообщении приводим некоторые экспериментальные данные по этому вопросу, полученные в острых и подостром опытах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В работе использовали а) 4 штамма №№ 53115, 53315, 53735, 53981 гриба *Fusarium sporotrichiella* Bilai var poae (Pk) Bilai и штамм № 53370 *F. s. var. tricinctum* (Corda) Bilai. Эти штаммы — активные продуценты трихотеценовых микотоксинов — были любезно предоставлены нам сотрудниками Института микробиологии и вирусологии АН УССР, за что мы им искренне благодарны; б) мелко размолотое зерно (очищенное просо), содержащее известное количество трихотеценовых микотоксинов. Накопление микотоксинов в зерне было достигнуто заражением его в лабораторных условиях штаммом № 53115; в) хроматографически чистый (степень чистоты 98%) кристаллический Т—2-токсин; г) сеголетков, годовиков и двухлетков карпа.

Для получения токсиносодержащего зерна использовали метод культивирования грибов на естественных субстратах (Дудка и др.

1982). Компонентный состав трихотеценов в зараженном зерне определяли методом капиллярной газожидкостной хроматографии трифторацетильных производных трихотеценов (Эллер, Соболев, 1983). Количественное определение Т—2-токсина проводили методом тонкослойной хроматографии на силикагеле с использованием флюороденситометрии, Т—2-токсин выделяли из экстракта мелко размолотого токсиносодержащего зерна колоночной хроматографией на силикагеле с последующей перекристаллизацией из смеси гексана с бензолом. Определение концентраций трихотеценов в зараженном зерне, а также выделение кристаллического Т—2-токсина проводили совместно с сотрудниками лаборатории энзимологии Института питания АМН СССР. Мы глубоко признательны им за оказанную нам помощь.

Для оценки интенсивности дыхания рыб использовали кислородный тест. Прирост рыб оценивали по отношению среднесуточному приросту, который рассчитывали по формуле для рыб с относительно малой скоростью роста (Методическое пособие..., 1974). Количество бактерий в органах рыб определяли методом высева на плотные среды (Егорова, 1976). С целью выделения вирусов патологический материал готовили и обрабатывали по методу Хилла (Hill, 1976) с деконтаминацией антибиотиками. Культуры клеток, зараженные патматериалом от рыб с признаками краснухи, инкубировали при температуре +22°, а с признаками некроза жабр — при +28°. Проведено 4 «слепых» пассажа.

Выражаем искреннюю благодарность сотрудникам лаборатории ихтиопатологии ВНИИПРХ за оказанную нам помощь в проведении бактериологических и вирусологических исследований.

Основным методом исследования была биопроба. Для введения токсинов в рыбу использовали способ, близкий к естественному пути попадания — перорально; кроме этого, согласно принятым в токсикологии правилам (Саноцкий, 1970; Мозгов, 1973), действие токсического вещества необходимо изучать и при парэнтеральных путях введения, для чего мы использовали внутрибрюшинные инъекции.

Для перорального введения использовали мелко размолотое зерно, содержащее комплекс трихотеценов, суспензированное в 15% водном растворе поливинилового спирта или водопроводной воде. Кристаллический Т—2-токсин растворяли в 96% этаноле и затем доводили концентрацию этанола до 2% путем добавления 15% водного раствора поливинилового спирта при пероральном введении, или стерильной дистиллированной водой при внутрибрюшинном введении. Пероральные введения осуществляли с помощью зонда в начальный отдел кишечника спустя 4 часа после последнего кормления. Рыбам контрольных групп вводили аналогичные по качеству и количеству формы, но не содержащие токсинов. Перед каждым экспериментом рыб адаптировали в течение 2 недель. Условия и цели постановки биопробы приведены в табл. 1.

Цели биопроб и условия их проведения

Показатели	Номер и цель биопробы						
	1	2	3	4	5	6	7
	определение влияния растворителя, наполнителя и токсических веществ на рыб	определение действия омилекса трихотеценов в остром опыте	определение ДЛ ₅₀ комплекса трихотеценов при введении перорально	определение ДЛ ₅₀ Т-2-токсина при введении перор.	определение ДЛ ₅₀ Т-2-токсина при внутривенном введении	изучение субархической токсичности Т-2-токсина	изучение характера течения острого Т-2-токсикоза при различной температуре воды
Возраст рыб, г	сего-летки 30	годо-вики 120	сего-летки 30	сего-летки 31	сего-летки 30	сего-летки 29,5	двух-летки 250
Средняя масса рыб, г							
Количество групп:							
в опыте	4	5	5	5	5	1	7
в контроле	4	1	1	1	1	1	7
Количество рыб в группе:							
в опыте	15	15	15	15	15	60	12
в контроле	15	15	15	15	15	60	12
Продолжительность эксперимента, сутки	3	14	3	3	3	29	7
Температура воды, °С	19	19—20	20	20	20	19—20	8, 12, 15, 18, 27
Содержание О ₂ , мг/л	—	—	5,0±0,1	5,2±0,1	4,5±0,1	4,0±0,2	3,1±0,2
pH	—	—	7,1±0,1	7,1±0,1	7,0±0,1	7,0±0,1	7,1±0,1

Примечание Все эксперименты проводились в аквариумах.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Определение наиболее активных продуцентов трихотеценов. Получение чистого Т—2-токсина

При определении концентрации трихотеценовых микотоксинов в зерне, зараженном в лабораторных условиях пятью штаммами *F sporotrichiella*, выявлено, что самым активным продуцентом трихотеценовых микотоксинов был штамм № 53115 *F sporotrichiella* var. *roae*. Он продуцировал Т—2-токсина в одной пробе 0,72 г/кг, в другой — 2,04 г/кг зерна. В острых опытах использовали зерно, содержащее Т—2-токсина 0,72 г/кг. В этом зерне по индексам удерживания с помощью газожидкостной хроматографии, наряду с Т—2-ток-

Гибель рыб в зависимости от вводимой формы токсического вещества

Номер группы	Формы токсического вещества	Способ введения	Гибель рыб за 3 суток	
			опыт	контроль
1	Суспензия токсического зерна в 15% водном растворе поливинилового спирта	перорально	15	0
2	Суспензия токсического зерна в водопроводной воде	перорально	13	0
3	2% этанольный раствор Т—2-токсина с 15% водным раствором поливинилового спирта	перорально	15	0
4	2% водно-этанольный раствор Т 2-токсина	внутрибрюшинно	15	0

Примечание Во всех случаях доза Т—2-токсина составляла 0,5 мг/кг массы рыбы. Рыбам контрольных групп вводили те же самые компоненты, но не содержащие токсинов.

сином (75,5% от суммы содержания трихотеценов), были идентифицированы НТ—2- (19,6%), НТ—1- (4,9%) токсины и неосоланиол (следы).

Из 2 кг зерна, содержащего Т—2-токсина 2,04 г/кг, выделено 1,63 г кристаллического Т—2-токсина со степенью чистоты 98%. Этот токсин использовали при экспериментальном воспроизведении Т—2-токсикозов.

Влияние наполнителя и растворителя на течение токсикоза

Результаты, полученные в биопробе № 1, отражены в табл. 2. При наблюдении за рыбами сразу после введения токсических форм перорально отмечено, что 2 карпа с введением суспензии токсического зерна на водопроводной воде легко ее отрыгнули, тогда как при применении в качестве наполнителя поливинилового спирта этого не произошло из-за его большей вязкости. В результате в первой и третьей группах погибли все рыбы, а во второй на 2 меньше. Течение токсикоза во всех опытных группах было аналогичным, а патологоанатомические признаки погибших рыб сходными. Исключение составляло лишь время начала гибели подопытных рыб. При введении токсинов перорально гибель рыб начиналась спустя 14 часов, а при внутрибрюшинном — 24 часа. У рыб контрольных групп как при жизни, так и при вскрытии каких-либо отклонений от нормы не наблюдали.

На основании полученных данных в дальнейшей работе использовали в качестве наполнителя 15% водный раствор поливинилового спирта, который с успехом применяла Л. Д. Буховец (1984), а в качестве растворителя— 96% этанол.

Действие комплекса трихотеценов на карпа в остром опыте

В биопробе № 2 мы определили токсичность комплекса трихотеценов для карпа путем разового введения различных доз перорально. Динамика гибели рыб приведена в табл. 3.

Динамика гибели карпов в зависимости от доз трихотеценов

Номер групп	Количество вводимого зерна (г) и содержащихся в нем токсинов (мг) на 1 кг массы рыбы					Гибель рыб, экз./%		
	зерно	T-2	HT-2	NT-1	неосо-ланиол	через 14—24	через 48 ч	через 72 ч
1	1,43	1,04	0,27	0,07	следы	15/100	—	—
2	1,14	0,84	0,22	0,05	—»—	6/40	15/100	—
3	0,86	0,64	0,17	0,04	—»—	6/40	15/100	—
4	0,56	0,40	0,10	0,03	—»—	3/20	12/80	15/100
5	0,29	0,20	0,05	0,01	—»—	0	4/26,7	4/26,7
Контроль:	—	—	—	—	—	0	0	0

Было установлено, что комплекс трихотеценов, содержащий дозы T—2-токсина 1,04 мг/кг (за 24 часа) и 0,40 мг/кг массы рыбы (за 72 часа), сначала вызывает у карпа угнетение, отказ от корма, усиленную перистальтику кишечника, затем приводит к адинамии и 100% гибели рыб. При этом поражается жаберный аппарат карпа с типичными признаками некроза жабр, а также происходят сильные изменения в пищеварительном тракте и паренхиматозных органах.

Динамика гибели карпов в зависимости от доз трихотеценов опубликована ранее (Галаш и др., 1985). Однако в таблицу вкрались досадные неточности (см. табл. 3).

Среднелетальные дозы (ДЛ₅₀) комплекса трихотеценов и T—2-токсина для сеголетков карпа

Для оценки степени токсичности комплекса трихотеценов и отдельно T—2-токсина провели серию острых опытов (биопробы №№ 3, 4, 5). Степень токсичности T—2-токсина выражали среднелетальной дозой (ДЛ₅₀), которую рассчитывали математическим методом Г. Н. Першина (1971). Степень токсичности комплекса трихотеценов рассчитывали по T—2-токсину этим же методом. Для ориентировочной оценки величины стандартной ошибки для ДЛ₅₀ использовали графический метод пробитанализа (Лакин, 1973) и рекомендуемую И. В. Саноцким (1970) формулу Миллера—Тейнтера. Выбор диапазона испытываемых доз проводили ориентировочным методом. Испытуемые дозы распределяли по неравномерным рядам Фульда (Саноцкий, 1970).

Результаты биопроб №№ 3, 4, 5 сведены в табл. 4. Среднелетальная доза хроматографически чистого T—2-токсина при пероральном введении в 1,3 раза больше, чем доза T—2-токсина в комплексе с другими трихотеценами, а среднелетальная доза T—2-токсина при внутрибрюшинном введении в 2,2 раза меньше, чем при его введении перорально. Клинические признаки и патологоанатомические изменения при введении комплекса трихотеценов перорально, хроматографически чистого T—2-токсина перорально и внутрибрюшинно

Среднелетальные дозы (ДЛ₅₀) комплекса трихотеченов и хроматографически чистого Т—2-токсина

Номер биопробы	Вводимые трихотечены	Путь введения	ДЛ ₅₀ , мг/кг массы рыбы
3	комплекс (Т—2, НТ—2, НТ—1, неосоланиол)	перорально	0,35±0,03*
4	Т—2	перорально	0,46±0,04
5	Т—2	внутрибрюшинно	0,21±0,01

Рассчитана по Т—2-токсину.

сходны. У рыб наблюдали поражение жабр, паренхиматозных органов и кишечника.

Подострый экспериментальный Т—2-токсикоз

Биопроба № 6 заключалась в проведении подострого эксперимента, в котором была применена схема «субхронической токсичности» Лима (1961, цит. по Саноцкому, 1970), предусматривающая применение таких доз токсического вещества, которые обладают выраженным токсическим действием на организм. Опытной группе рыб ежедневно через рот вводили Т—2-токсин. Начальная доза соответствовала 1/10 ДЛ₅₀. Эту дозу через каждые 4 дня увеличивали в 1,5 раза. Также через каждые 4 дня проводили индивидуальное взвешивание рыб и выборку для определения сухого вещества тела рыб. Выборку рыб для физиологических и патологоанатомических исследований осуществляли методом случайных чисел по Смирнову и Дунину-Барковскому (Лакин, 1973), для чего все рыбы были индивидуально мечены. Количественно кумулятивное действие Т—2-токсина оценивали по коэффициенту кумуляции, рассчитанному по Лиму (1961, цит. по Саноцкому, 1970).

Из наблюдений за рыбами в ходе опыта было отмечено, что уровень пищевой возбудимости у карпов опытной группы стал меняться в сторону уменьшения, начиная с введения первых минимальных доз Т—2-токсина. В ходе эксперимента (на 13-й день), когда введенная суммарная доза Т—2-токсина составляла 1 мг/кг массы рыбы, карпы совсем перестали принимать корм, что продолжалось до конца опыта. У подопытных рыб наблюдалось прогрессирующее исхудание, в то время как в контрольной группе происходило увеличение массы тела рыб (рис. 1).

Достоверность изменения массы рыб определяли по среднесуточному приросту рыб в опыте и контроле. Показатели оценивали по *t*-критерию Стьюдента; они получились статистически достоверными ($P < 0,05$). Изменение массы рыб могло происходить в результате уменьшения или увеличения обводненности организма. Чтобы это исключить, мы проследили изменение массы рыб по сухому веществу: сухая масса подопытных рыб также имела тенденцию к уменьшению, а в контроле — к увеличению.

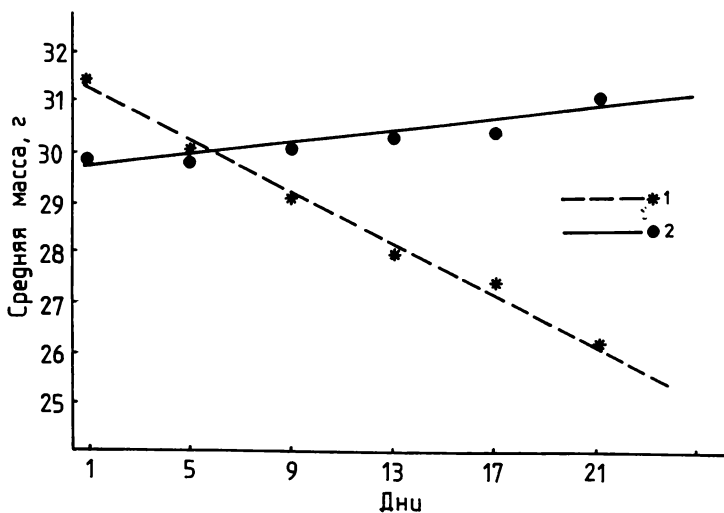


Рис. 1. Динамика массы рыб при экспериментальном подостром Т—2-токсикозе: 1 опыт, 2 контроль

С помощью кислородного теста было установлено, что интенсивность дыхания подопытных рыб по сравнению с контрольными всегда ниже, начиная с введения самых минимальных доз Т—2-токсина (рис. 2). Достоверность различия показателей интенсивности дыхания подопытных и контрольных рыб оценивалась по критерию (Z) Вилконсона для сопряженных пар (Лакин, 1973). Эти различия получились статистически достоверными ($P < 0,05$). Динамика гибели рыб при дробном введении Т—2-токсина отражена в табл. 5. Суммарная среднелетальная доза ($ДЛ_{50n}$) при многократном введении Т—2-токсина составила 2,51 мг/кг массы рыбы, а коэффициент кумуляции — 5,5.

Поведение карпов, клинические и патологоанатомические признаки у них при экспериментальных трихотеценовых микотоксикозах

В острых экспериментах спустя 1,5—2 часа после введения суспензии токсического зерна или Т—2-токсина у рыб отмечали резкое угнетение, отсутствие реакции на внешние раздражения, увеличение числа дыхательных движений за единицу времени, потемнение кожного покрова, отказ от корма, выделение из ануса вначале непереваренного корма, а потом белой слизи в виде длинных тяжей. Перед гибелью рыбы часто подплывали к поверхности воды и заглатывали воздух. Вскоре у рыб нарушалась координация движений, а затем они переставали двигаться и лежали на боку на дне аквариума. Гибель начиналась через 14 часов после введения токсинов и сопровождалась явлениями слабых конвульсий.

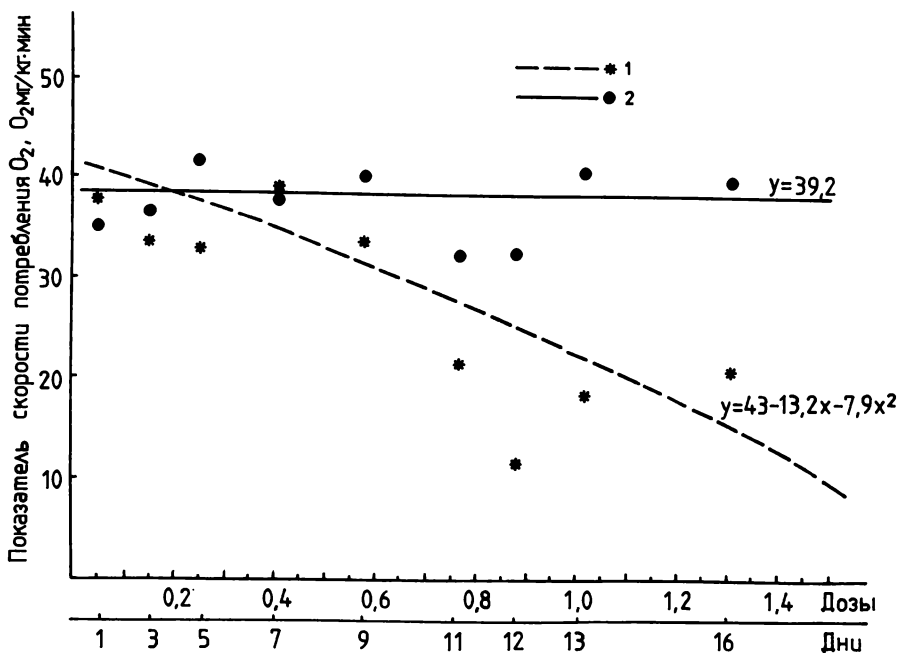


Рис. 2. Влияние Т—2-токсина на интенсивность дыхания сеголетков карпа в подостром опыте: 1 — опыт, 2 — контроль

В подостром эксперименте у рыб с первого дня введения Т—2-токсина наблюдали прогрессирующее угнетение, выделение из ануса белых слизистых тяжей, которые на 25 сутки у отдельных рыб становились кровянистыми, снижение аппетита, обильное образование слизи на поверхности тела, а к 13 дню опыта рыбы переставали совсем принимать корм. В течение 9 суток, начиная с 8-го дня опыта, погибло 10% рыб с признаками, характерными для краснухи — пучеглазие, кровонзлияния в переднюю камеру глаз и чешуйчатые кармашки, вздутие брюшка, ерошение чешуи, покраснение и выпячивание ануса, обильный экссудат в полости тела, кроме того, жабры были бледные, отечные. К 29 дню опыта погибли остальные рыбы, однако признаков краснухи у них не было.

Таблица 5

Гибель карпов при подостром экспериментальном Т—2-токсикозе

Показатель:	Время наблюдения, сутки					
	1	8	15	20	25	29
Суммарная доза Т—2-токсина, мг/кг массы рыбы	0,046	0,46	1,31	2,38	4,31	5,37
Смертность, %	0	5,3	10,5	42,1	89,5	100

Погибшие рыбы имели следующие патологоанатомические изменения: потемнение кожного покрова, кровоизлияния в переднюю камеру глаз, отечность и мозаичную окраску жабр с участками белого, бледно-розового, темно-красного и темно-фиолетового цвета. Кроме того, в подостром эксперименте отмечали кровоизлияния в ротовую полость и сильное исхудание рыб, а у некоторых жабры имели участки с разрушенными лепестками.

При вскрытии погибших рыб обнаруживали расширение кровеносных сосудов органов брюшной полости (в подостром опыте дряблость всех органов). Печень бледная, с выступающими участками белого цвета сальной консистенции. В подостром опыте, кроме того, отмечали, что края печени, прилегающие к начальному отделу кишечника, были окрашены в зеленый цвет. Околочечные ткани отечные, почки бледно-розовые, с расширенными кровеносными сосудами. Селезенка светло-красная, с округлыми краями (в подостром опыте у рыб селезенка темно-вишневая, с участками черного цвета). Начальный отдел кишечника содержал светло-желтую прозрачную слизь. Слизистая оболочка с точечными кровоизлияниями. В среднем отделе кишечника отмечали редкие точечные кровоизлияния на слизистой оболочке и мутную желтую слизь. Конечный отдел кишечника темно-красного цвета, обусловленного наличием обильных кровоизлияний на слизистой оболочке. Этот отдел кишечника наполнен густой непрозрачной белой слизью. В подостром опыте у рыб, погибших в конце эксперимента, наряду с вышеперечисленными признаками, отмечали обильные полосчатые кровоизлияния во всей скелетной мускулатуре.

У рыб контрольных групп гибели и патологических изменений не наблюдали.

Особенности течения острого трихотеценового микотоксикоза карпа при различной температуре воды

Для выяснения особенностей течения острого трихотеценового микотоксикоза карпа при различной температуре воды была поставлена биопроба № 7. Данные по гибели рыб в этой биопробе представлены на рис. 3.

При проведении опыта было установлено, что скорость гибели рыб имеет линейную зависимость от температуры воды. Введение одной и той же дозы комплекса трихотеценов при высоких температурах приводит к более быстрой гибели рыб, чем при низких. Кроме того, отмечено, что при температуре воды 21° и выше у рыб проявляются клинические признаки, характерные для некроза жабр, а начиная с 18° и ниже, токсикоз протекает в основном по типу краснухи, при этом жабры также поражены, но признаки менее выражены. Чем ниже была температура воды, тем больше проявлялось рыб с синдромом краснухи.

Для определения специфических признаков острого трихотеценового токсикоза и установления роли бактерий, вирусов, грибов при

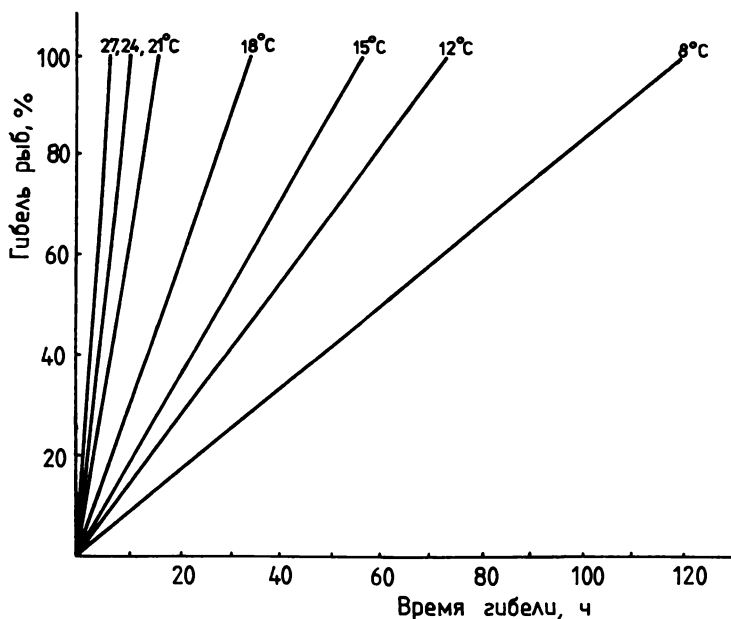


Рис. 3. Гибель карпов при экспериментальном остром трихотеценовом микотоксикозе при различной температуре воды (рыбам перорально был введен комплекс грихотеценов, содержащий Т—2 — 1,0; НТ—2 — 0,26; НТ—1 — 0,06 мг/кг массы рыбы; несо- ланиола — следы)

нем был воспроизведен острый токсикоз при температуре 21 и 8° и осуществлены соответствующие исследования. При этом вирусы и грибы не обнаружены, но при определении бактериальной обсемененности органов рыб установлено, что жабры, печень и почки подопытных рыб, содержащихся при температуре воды 21 и 8° обсеменены бактериями в 2—8 раз больше, чем такие же органы контрольных рыб. В то же время обсемененность органов подопытных рыб при 8° примерно в 3—10 раз выше, чем у подопытных рыб, содержащихся при 21°. При этом 50—(73)—95% бактерий, выделенных из органов подопытных рыб при 21°, были определены как бактерии рода *Aeromonas*, а в посевах от рыб, служащих им контролем, аэромонады составили 47—(60)—70%. При температуре воды 8° бактерии, выделенные от подопытных и контрольных рыб, на 98—100% были представлены аэромонадами.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные позволяют заключить, что трихотеценовые микотоксины высокотоксичны для карпа. Установленные значения среднелетальных доз довольно низкие по сравнению с дозами, определенными для теплокровных животных и форели. Так, ДЛ₅₀ Т—2-

токсина при пероральном введении крысам составляет 3,8 кг/кг, для форели — 6,1 кг/кг массы тела, а при внутрибрюшинном введении мышам она составляет 3,04 кг/кг массы тела (Vamburg, Strong, 1971). Для карпа же, по нашим данным, среднелетальная доза Т—2-токсина при пероральном введении — 0,46 мг/кг, а при внутрибрюшинном — 0,21 мг/кг массы рыб. В литературе имеются сведения о содержании трихотеценов в кормах для животноводства и птицеводства в концентрациях до 20–30 мг/кг корма (Wyatt e. a., 1975; Greenway, Puls, 1976). Если в кормах для карпа будут присутствовать трихотецены в подобных концентрациях и даже ниже, то этого будет достаточно, чтобы вызвать 100% гибель рыб уже при однократной даче такого корма.

Анализ интегральных показателей физиологического состояния рыб выявил, что сублетальные дозы Т—2-токсина вызывают глубокие изменения в организме карпа, проявляющиеся в снижении интенсивности потребления кислорода, уменьшении пищевой активности, прекращении прироста живой массы рыбы и даже исхудание. Коэффициент кумуляции Т—2-токсина равен 5,5. В связи с этим следовало бы Т—2-токсин отнести к веществам со слабовыраженными кумулятивными свойствами. Однако, учитывая изменение интегральных показателей, а также прогрессирующие патологические изменения, мы склонны считать, что смертельный эффект (показатель, по которому мы оценивали кумулятивное действие Т—2-токсина) неполно отражает действительную кумуляцию Т—2-токсина. И. П. Уланова и соавторы (1970) предлагают вычислять коэффициент кумуляции ядов с учетом изменения интегральных и специфических показателей на пороговых уровнях, что позволит более точно определить их кумулятивные свойства. Возможно, способность Т—2-токсина к кумуляции, определенная при воздействии на пороговых уровнях, окажется выраженнее. Окончательный ответ о кумулятивных свойствах Т—2-токсина будет получен при проведении хронического эксперимента.

Рыбы относятся к пойкилотермным животным, поэтому изменение температуры окружающей воды влечет за собой изменение интенсивности обменных процессов в ее организме. Влияние токсических веществ на организм рыб в значительной мере зависит от интенсивности обмена, а значит, и от температуры воды (Лукьяненко, 1967). Так, в острых экспериментах, проведенных нами при различной температуре воды, выявлены две особенности в течении трихотеценового токсикоза: во-первых, при прочих равных условиях быстрота развития токсикоза зависит от температуры воды, окружающей рыб; во-вторых, острый токсикоз протекает по типу некроза жабр или, часто, при температуре 18° и ниже в смешанной форме с признаками краснухи и некроза жабр.

Патологические изменения в жабрах, на основании постоянной встречаемости у зараженных трихотеценами рыб и исключения факторов (кроме токсикоза), способных их вызвать, можно отнести к специфическим признакам трихотеценового токсикоза. Эти изменения, а также обильное выделение слизи на поверхности тела, по-видимому,

связаны с известным дермотропным действием трихотеценов (Vam-burg, Strong, 1971). Синдром краснухи, как показали результаты бактериологических исследований, вызван бактериями из рода *Aeromonas*. Представители этого рода вызывают аэромоноз, сопровождающийся признаками упомянутого заболевания (Юхименко, 1984 и др.). На наш взгляд, развитию аэромонадной инфекции в организме рыб при трихотеценовом токсикозе способствует образование выходных ворот для бактерий в результате повреждения токсином кожных покровов, жабр, слизистой оболочки кишечника, а также подавление Т—2-токсином клеточного и гуморального иммунитета, что показано для теплокровных животных (Тутельян и др., 1985). При высокой температуре воды (21—27°) у карпа синдром краснухи не возникал, так как бактерии не успевали размножиться из-за быстрой гибели рыб в результате токсикоза. При низких температурах токсикоз развивался медленно, и за этот период аэромонады размножались в организме карпа до количеств, способных индуцировать признаки краснухи. Частота появления рыб с этими признаками зависела от температуры воды: чем они ниже, тем больше рыб погибало с синдромом краснухи. Можно предположить, что в данном случае имел место эффект двойного пресса на реактивность организма рыбы: с одной стороны — это низкие температуры, как, например, в случаях, описанных Haley и др. (1964, цит. по Ведемейеру и др. 1981); с другой — токсикоз.

Полученные результаты позволяют высказать предположение о необходимости исключать трихотеценовый микотоксикоз при постановке диагноза на заболевания, сопровождающиеся поражением жабр или синдромом краснухи. Без этого невозможно разработать эффективные меры борьбы с ними. Таким образом, установлена потенциальная опасность трихотеценовых микотоксинов для карпа и показана перспективность дальнейшего изучения микотоксикозов рыб.

ЛИТЕРАТУРА

- Билай В. И. Микотоксикозы че: Киев, изд. АН УССР, 1960, 166 с.
- Билай В. И., Пидопличко Н. М. Токсинообразующие микроскопические грибы. Киев. Наукова думка, 1970, 289 с.
- Боговский С. П., Сергеев Б. Л. Опухоли печени у радужной форели как следствие канцерогенного загрязнения кормов.— Тез. докл. 4-го Респ. съезда эпидемиологов, микробиологов, инфекционистов и гигиенистов ЭССР Таллин, 1982, с. 186.
- Боговский С. П. Опухоли печени у радужной форели.— В кн.: Опухоли рыб. (Тез. докл.), Таллин, 1983, с. 40—43.
- Буховец Л. Д. Степень токсичности госсипола и методы его введения в организм карпа.— Научн. тр. ВНИИПРХ, 1984, вып. 40, с. 136—139.
- Ведемейер Г. А., Мейер Ф. П., Смит Л. Стресс и болезни рыб. М., Легкая и пищ. пром., 1981, 127 с.
- Галаш В. Т., Марченко А. М., Элдер К. И., Соболев В. С. Влияние трихотеценовых микотоксинов на карпа.— В кн.: 8-е Всесоюзн. совещ. по паразитам и болезням рыб. (Тез. докл.), Л., Наука, 1985, с. 27—29.
- Дудка И. А. и др. Методы экспериментальной микологии (справочник) Киев. Наукова думка, 1982, 550 с.

- Егорова Н. С.* Практикум по микробиологии. М., изд. МГУ, 1976, 307 с.
- Лакин Г. Ф.* Биометрия. М., Высшая школа, 1973, с. 343.
- Лукьяненко В. И.* Токсикология рыб. М., Пищ. пром., 1967, 216 с.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях.* М., Наука, 1974, 210 с.
- Мозгов И. Е.* Фармакология. М., Урожай, 1973, 343 с.
- Першин Г. Н.* Методы экспериментальной химиотерапии. М., Медицина, 1971, 420 с.
- Росивал Л., Энгст Р., Соколай А.* Посторонние вещества и пищевые добавки в продуктах. М., Легкая и пищ. пром., 1982, 280 с.
- Саюцкий И. В.* Методы определения токсичности и опасности химических веществ. М., Медицина, 1970, 344 с.
- Саркисов А. Х.* К вопросу об этиологии так называемой «септической ангины». — Тез. докл. Респ. совещ. по алиментарнотоксической алейкии, М., 1945, с. 7—8.
- Саркисов А. Х.* Микотоксикозы (грибные отравления) М., Сельхозиздат, 1954, 214 с.
- Спесивцева Н. А.* Микозы и микотоксикозы. М. Колос. 1964, 520 с.
- Тутельян В. А., Левицкая А. Б., Ляшенко В. А., Сходова С. А.* Сравнительное изучение влияния Т-2 и НТ-2 микотоксинов на клеточный и гуморальный иммунитет. — Гигиена и санитария, 1985, № 4, с. 66—68.
- Уланова И. П., Сидоров К. К., Халепо А. И., Эйтингон А. И.* Исследование кумуляции на разных уровнях воздействия и прогнозирование хронической интоксикации. — В кн.: Научные основы современных методов гигиенического нормирования химических веществ в окружающей среде. М., Медицина, 1971, с. 124—129.
- Эллер К. И., Соболев В. С.* Идентификация и количественное определение трихотеценовых микотоксинов методом капиллярной газожидкостной хроматографии. — Журн. химии, 1983, т. 38, вып. 5, с. 903—907
- Юхименко Л. Н.* Некоторые итоги изучения бактериальных болезней рыб. — В кн.: Биологические основы рыбоводства: паразиты и болезни рыб. М., Наука, 1984, с. 47—56.
- Bamburg J R., Strong F M.* 12—13—Epoxy-trichothecens.— In: Microbial toxins. (Eds. S. Kadis, A. Ciegler, S. Ail).— N 4: Academic press, 1971, vol. 7, p. 207—292.
- Bamburg J R.—* In: Micotoxins and other fungal related food problems./ A. Ciegler, R. F. Vesonder, R. J. Cole). Washington, D. C., 1976, p. 144—162.
- Ghittino P.* Nutritional factors in trout hepatoma.— Prog. exp. Tumor Res., 1976, vol. 20, p. 317—338.
- Greenway J A., Puls R.* Fusariotoxycosis from barley in British Columbia. I. Natural occurrence and diagnosis.— Can. j. comp. Med., 1976, N 40, p. 12—15.
- Halver J E., Mitchell I. A.* Trout hepatoma research conference papers. US Fish Wildl. Serv., Research Report, 1967, N 70. 199 p.
- Halver J E.* Aflatoxycosis and trout hepatoma.— Bull. Off. Int. Epizoot., 1968, vol. 69, p. 1249—1278.
- Hill B. J.* Procedures for the isolation and identification of IPN, VHS, IHN and SVC viruses from diseased fish.— Fisheries research technical report. Lowestoft, 1976, vol. 27, p. 14.
- Hsu I.-Ch., Smalley E. B., Strong F M., Ribelin W E.* Identification T-2 toxin in moldy corn associated with a lethal toxicosis in dairy cattle.— Appl. Microbiol., 1972, vol. 24, p. 684—690.
- Nesheim S.* The ochratoxins and other related compounds.— In: Microtoxins and other fungal related food problems. Washington, 1976, p. 276—295.
- Poston H. A., Coffin J. L., Conbs G. F.* Biological effects of dietary T-2 toxin on rainbow trout, *Salmo gairdneri*.— Toxicol., 1982, N 2, p. 79—88.
- Sinnhuber R. O.* An carby hepatoma epizootic in rainbow trout, *Salmo gairdneri*.— Calif. fish and Game., 1966, vol. 52, p. 85—91.
- Woodward B., Young L., Lun A.* Vomitoxin in diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*).— Aquaculture, 1983, vol. 35, N 2, p. 92—101.
- Wyatt e. a.* Egg production, shell thickness and other physiological parameters of laying hens affected by T-2 toxin.— Appl. Microbial., 1975, vol. 29, p. 641—645.

УДК 591.2.597

Современное состояние и перспективы развития ихтиопатологии. Бауер О. Н.— В кн.: Вопросы паразитологии и патологии рыб. Л., Зоол. ин-т АН СССР, 1987, с. 4—13. (Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т. 171).

Дан краткий исторический обзор развития ихтиопатологии, начиная с книги Хофера (1904). Первые десятилетия преимущественно развивалось изучение паразитов и паразитарных заболеваний. Исследованы также некоторые безлетворные бактерии и грибы. Лишь с 1960 г. (Wolf et al., 1960) началось бурное развитие ихтиовирусологии. К настоящему времени известно около 50 видов вирусов, либо выделенных на клеточных культурах, либо выявленных только электрономикроскопически. За последние годы бурно развиваются иммунология и иммунопрофилактика; по этим разделам в СССР выявилось отставание. Исследования паразитов и паразитарных болезней должны осуществляться на популяционном уровне. *Библ. 19 назв.*

УДК 591.2.597

Болезни рыб и борьба с ними в условиях современного рыбоводства. Мусселиус В. А., Стрелков Ю. А.— В кн.: Вопросы паразитологии и патологии рыб. Л., Зоол. ин-т АН СССР, 1987, с. 14—21 (Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т. 171).

Рассматриваются достижения отечественной ихтиопатологии по разработке методов диагностики и мер борьбы с наиболее опасными заболеваниями рыб. Дается краткое описание направлений в развитии рыбоводства и обсуждаются возможные пути и методы проведения оздоровительной работы в новых условиях. Обсуждаются основные задачи исследований ихтиопатологов в XII пятилетке. *Библ. 21 назв.*

УДК 576.8.06.597

Стресс у рыб. Головин П. П.— В кн.: Вопросы паразитологии и патологии рыб. Л., Зоол. ин-т АН СССР, 1987, с. 22—32 (Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т. 171).

Показана роль и значение технологических и других стресс-факторов в промышленном рыбоводстве, дана оценка их влияния на рыб и связь с возникновением ряда инфекционных и паразитарных болезней. Приведены основные критерии диагностики стресса у рыб по гормональным и физиолого-биохимическим показателям. Указаны основные пути профилактики стресса и его последствий в рыбоводстве. *Библ. 65 назв.*

УДК 591.2.597:639.3:575.42

Выведение краснухостойчивых пород карпа. Кирпичников В. С.— В кн.: Вопросы паразитологии и патологии рыб. Л. Зоол. ин-т АН СССР, 1987, с. 33—46 (Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т. 171).

На опытном участке прудов в Краснодарском крае в 1981—85 гг. продолжались работы по селекции карпа на повышенную устойчивость к краснухе, начатые в 1965 г. Были получены и выращены 5-е и 6-е поколения селекции местных (М) и украинско-ропшинских (УР) помесных карпов, а также 7-е и 8-е поколения ропшинских (Р) карпов. Для снижения инбридинга каждую новую генерацию получали от группы производителей (не менее чем от 5 самок и 8 самцов). Интенсивный отбор на устойчивость был проведен в 1982 г. среди трехлеток генерации 1980 г.; последующие генерации почти не заболели краснухой. Одновременно проводили отбор по скорости роста, наиболее интенсивный среди карпов отводки М (в 5-м и 6-м поколениях). У помесей УР и М обнаружен гетерозис по скорости роста и жизнеспособности, особенно существенный на первом году жизни.

Селекция в течение 5 поколений привела к достоверному повышению устойчивости карпов к краснухе, в особенности карпов отводки УР. Хорошие результаты получены и при оценке помесей УР и М, проведенной в Приморско-Ахтарском рыбхозе в производственных прудах. Для оценки устойчивости и продуктивных качеств карпов всех

селекционных отводок необходимо провести дополнительные опыты, обеспечив 3- или 4-кратную повторность при выращивании селекционного и контрольного материала и соблюдая все необходимые условия породиспытания. *Ил. 2, библ. 26 назв, табл. 6.*

УДК 591.2.597

Вирусные болезни рыб: состояние и перспективы. Щелкунов И. С.— В кн.: Вопросы паразитологии и патологии рыб. Л. Зоол. ин-т АН СССР, 1987, с. 47—67 (Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т. 171)

В работе отражены результаты и достижения вирусологии рыб первой половины 80-х годов. Дан анализ последних исследований известных вирусов и приведены данные о новых вирусах, обнаруженных у рыб. Рассмотрены вопросы культивирования клеток рыб, идентификации вирусов, диагностики, профилактики и контроля вирусных инфекций. Кратко охарактеризован ряд новейших методов исследования. Сформулированы основные направления и перспективы развития вирусологии рыб. *Библ. 86 назв.*

УДК 576.89.616.99

Современные задачи изучения бактериальных болезней рыб. Юхименко Л. Н.— В кн.: Вопросы паразитологии и патологии рыб. Л., Зоол. ин-т АН СССР, 1987, с. 68—81 (Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т. 171)

Дан обзор новых бактериальных заболеваний рыб, выявленных в последние годы, и новых методов исследования иммунологических, биохимических, генетических. Приведены новые данные о ранее известных бактериальных болезнях и их возбудителях, об их таксономическом положении и изучении механизмов вирулентности, ферментативной активности и серологических методах диагностики. *Библ. 58 назв.*

УДК 582.288:597—12

Микозы рыб и причины их возникновения. Марченко А. М.— В кн.: Вопросы паразитологии и патологии рыб. Л., Зоол. ин-т АН СССР, 1987, с. 82—91 (Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т. 171)

Дается анализ причин возникновения микозов рыб по результатам собственных исследований, а также работ отечественных и зарубежных ученых. Показана необходимость дальнейших углубленных исследований этой проблемы с целью разработки эффективных мер борьбы. *Ил. 3, библ. 26 назв.*

УДК 591.69.597

Обзор современного состояния исследований по морской паразитологии в Тихом океане. Курочкин Ю. В.— В кн.: Вопросы паразитологии и патологии рыб. Л. Зоол. ин-т АН СССР, 1987, с. 92—102 (Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т. 171).

В 1980—84 гг. в Тихом океане наибольший объем исследований по морской паразитологии выполнен советскими специалистами. Паразитологи ТИНРО и АтлантНИРО, БПИ и ИБМ ДВНЦ АН СССР, ИНБЮМ и ИГ АН УССР, МГУ и других институтов собирали и обрабатывали различные паразитологические материалы; опубликовано свыше 130 работ, подготовлены и защищены 9 кандидатских и 1 докторская диссертации. Отмечается заметное усиление прикладных и некоторый застой в области фундаментальных исследований. Рекомендуется уделять внимание продолжению морских паразитофаунистических исследований, а также учету и использованию данных, касающихся экономического ущерба, вызываемого морскими паразитами. *Библ. 63 назв.*

Итоги и перспективы гематологических исследований в ихтиопатологии. Головина Н. А. В кн.: Вопросы паразитологии и патологии рыб. Л., Зоол. ин-т АН СССР, 1987, с. 115—125 (Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т. 171).

Показана роль гематологических показателей в оценке физиологического состояния рыб при инфекционных, инвазионных и незаразных болезнях. Выявлены основные направления исследований в ихтиогематологии, позволяющие совершенствовать классификацию лейкоцитов и внедрять ее достижения в практику. *Библ. 61 назв.*

Опухоли рыб, их распространение, хозяйственное значение и перспективы изучения. Богровский С. П., Худолей В. В.— В кн.: Вопросы паразитологии и патологии рыб. Л., Зоол. ин-т АН СССР, 1987, с. 126—134 (Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т. 171).

В работе приводятся данные об изучении некоторых опухолей рыб природных популяций. Обсуждается роль экспериментальных исследований канцерогенных и коканцерогенных агентов на рыбах. Подчеркивается роль факторов загрязнения внешней среды независимо от предполагаемой природы новообразований и предлагается использование показателя заболеваемости опухолями в мониторинге для оценки канцерогенной опасности загрязнения водных объектов. Приводятся результаты изучения опухолей печени у форелей в условиях рыборазведения. Сообщается о методах предупреждения заболеваемости гепатомой. *Ил. 8, библ. 62 назв.*

Влияние трихотеченовых микотоксинов на карпа. Галаш В. Т., Марченко А. М.— В кн.: Вопросы паразитологии и патологии рыб. Л., Зоол. ин-т АН СССР, 1987, с. 135—148 (Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т. 171)

Впервые приводятся и обсуждаются клинические, патологоанатомические признаки, данные по изменению интегральных показателей физиологического состояния карпа при подостром и остром экспериментальном Т-2-токсикозе, также особенности течения последнего при различных температурах воды. Сравнивается токсичность чистого Т-2-токсина и в комплексе с другими трихотеченами. Даны среднелетальные дозы (ДЛ₅₀) комплекса трихотеченов при пероральном, а Т-2-токсина — и при внутрибрюшинном путях введения. Отмечается влияние трихотеченов на резистентность карпа и совпадение специфических признаков токсикоза с признаками некроза жабр. *Табл. 5, ил. 3, библ. 37 назв.*

селекционных отводок необходимо провести дополнительные опыты, обеспечив 3- или 4-кратную повторность при выращивании селекционного и контрольного материала и соблюдая все необходимые условия породопытания. *Ил. 2, библ. 26 назв, табл. 6.*

УДК 591.2.597

Вирусные болезни рыб: состояние и перспективы. Шелкунов И. С.— В кн.: Вопросы паразитологии и патологии рыб. Л. Зоол. ин-т АН СССР, 1987, с. 47—67 (Тр. Зоол. ин-та АН СССР, т. 171).

В работе отражены результаты и достижения вирусологии рыб первой половины 80-х годов. Дан анализ последних исследований известных вирусов и приведены

<i>Юхименко Л. Н.</i> Современные задачи изучения бактериальных болезней рыб	68
<i>Марченко А. М.</i> Микозы рыб и причины их возникновения	82
<i>Курочкин Ю. В.</i> Современное состояние исследований по морской паразитологии в Тихом океане	92
<i>Гаевская А. В.</i> Состояние и перспективы иктиопаразитологических исследований в Атлантическом океане и его морях	103
<i>Головина Н. А.</i> Итоги и перспективы гематологических исследований в иктиопатологии	115
<i>Боговский С. П., Худoley В. В.</i> Опухоли рыб, их распространение, хозяйственное значение и перспективы изучения	126
<i>Галаш В. Т., Марченко А. М.</i> Влияние трихотеценовых микотоксинов на карпа	135
Рефераты	149

CONTENTS

Forword	3
<i>Bauer O. N.</i> Present state and perspectives of fish pathology	4
<i>Musselius V. A., Strelkov Yu. A.</i> Fish diseases and their control in conditions of modern fish culture	14
<i>Golovin P. P.</i> Stress in fish	22
<i>Kirpichnikov V. S., Iliasov Yu. J., Shart L. A., Ganchenko I. V.</i> Selection of carp strains resistant to dropsy	33
<i>Shchelkunov I. S.</i> Virus diseases of fish: state and perspectives	47
<i>Yukhimenko L. M.</i> Present problems of bacterial fish diseases investigation	68
<i>Marchenko A. M.</i> Fish mycoses and causes of their rise	82
<i>Kurochkin Yu. V.</i> Present state of sea parasitological investigation in the Pacific	92
<i>Gajevskaya A. V.</i> State and perspectives of fish parasitological studies in the Atlantic ocean and its seas	103
<i>Golovina N. A.</i> Results and perspectives of haematological research in fish pathology	115
<i>Bogovskiy S. P., Khudoley V. V.</i> Fish tumors, their distribution, economic importance and perspectives of research	126
<i>Galash V. T., Marchenko A. M.</i> Influence of trikhotecen mycotoxins on carp	135
Abstracts	149

ИЛЛЮСТРАЦИИ

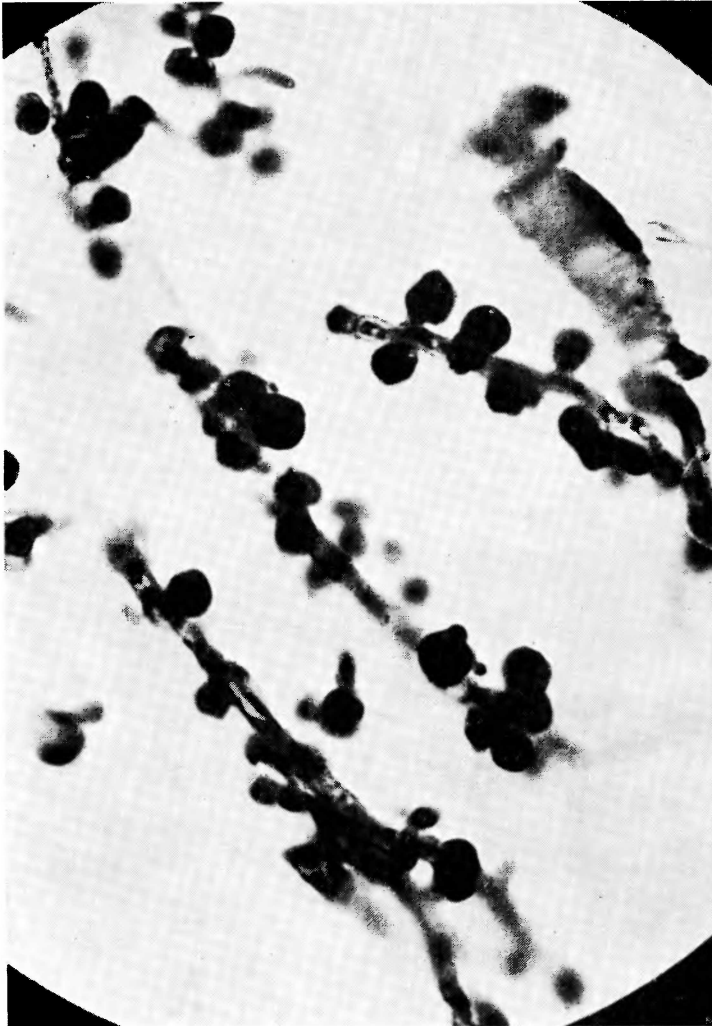


Рис. 2. Лейкоциты, обволакивающие апикальные участки гиф в плавательном пузыре радужной форели при МПП. Гистологический срез, окраска гематоксилин-эозин, х400.

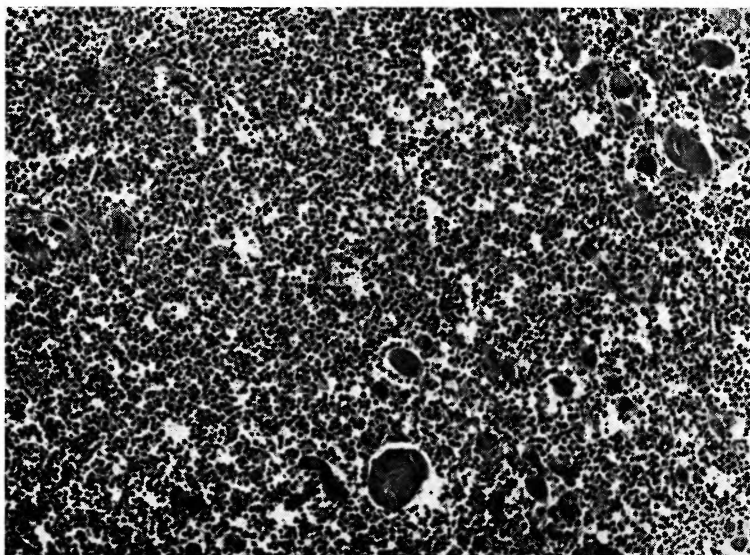


Рис. 1. Умеренно дифференцированная (лимфобластическая) диффузная злокачественная лимфома шуки. Вращание в мышечную ткань. Гематоксилин-эозин. Ув. 83х.

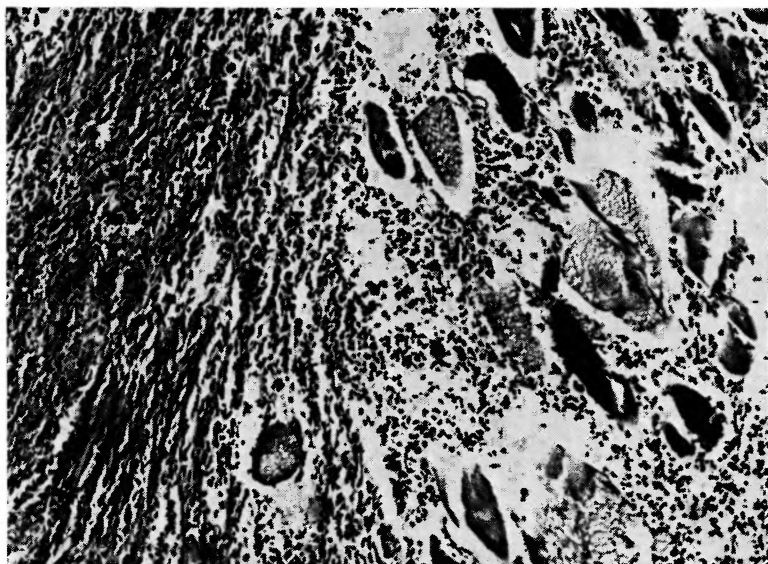


Рис. 2. Диффузная злокачественная лимфома гистиоцитарного типа (ретикулосаркома) шуки. Вращание в мышечную ткань. Гематоксилин-эозин. Ув. 83х.



Рис. 3. Меланоз кожи морского окуня-клевача. Гематоксилин-эозин. Ув. 83х.

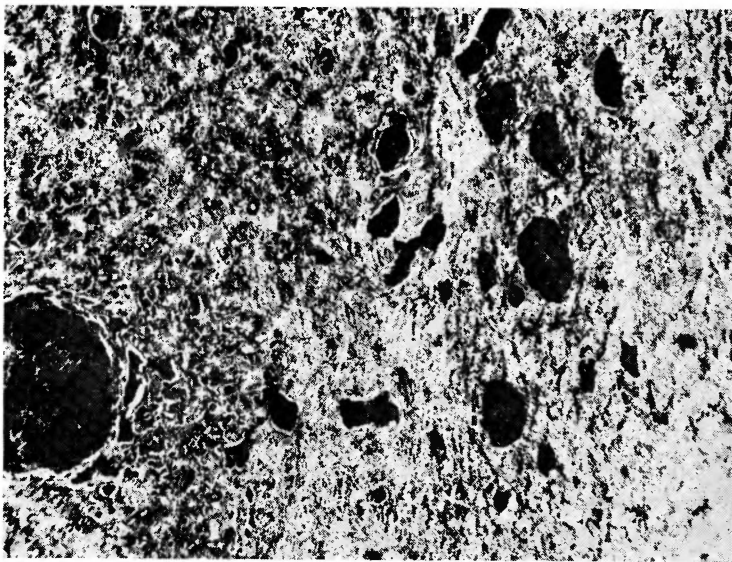


Рис. 4. Низкодифференцированная злокачественная меланома морского окуня-клевача. Гематоксилин-эозин. Ув. 83х.

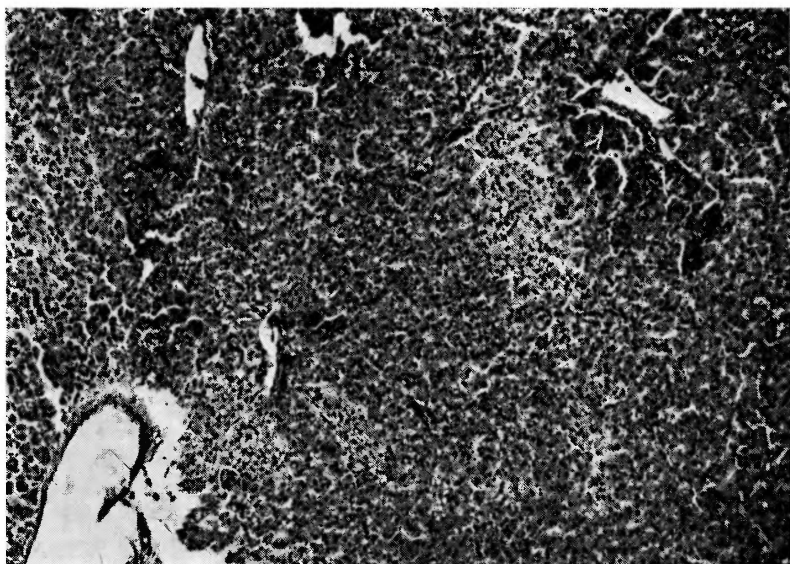


Рис. 5. Микроскопическая гепатома в печени радужной форели. Гематоксилин-эозин. Ув. 83х.

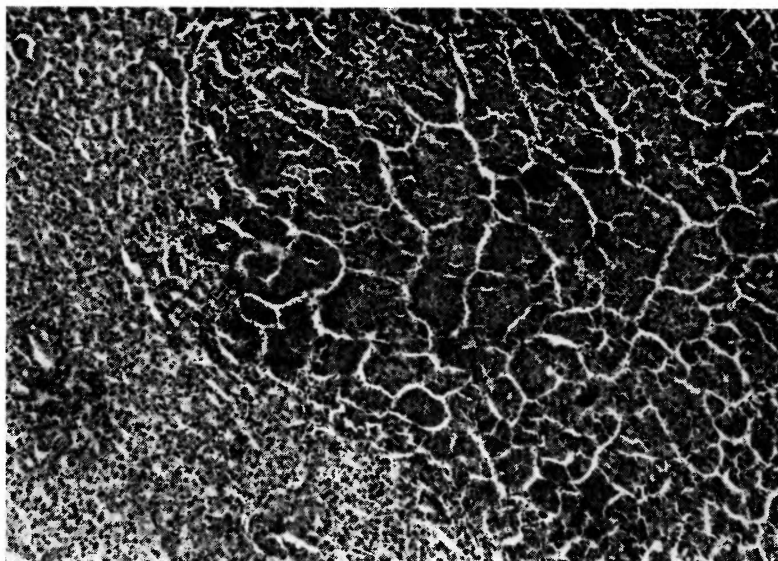


Рис. 6. Лобулярный гепатоцеллюлярный рак печени радужной форели. Гематоксилин-эозин. Ув. 83х.

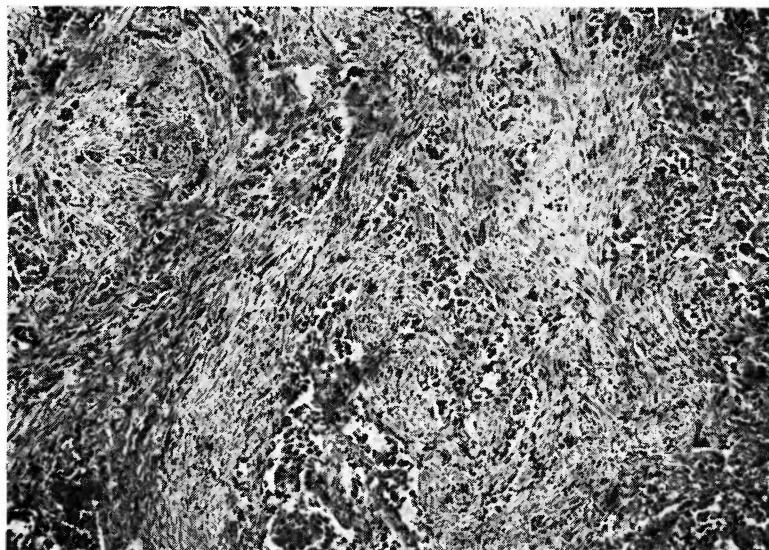


Рис. 7 Гепатоцеллюлярный рак печени радужной форели с сильно развитой стромой. Склиротический тип роста. Гематоксилин-эозин. Ув. 83х.

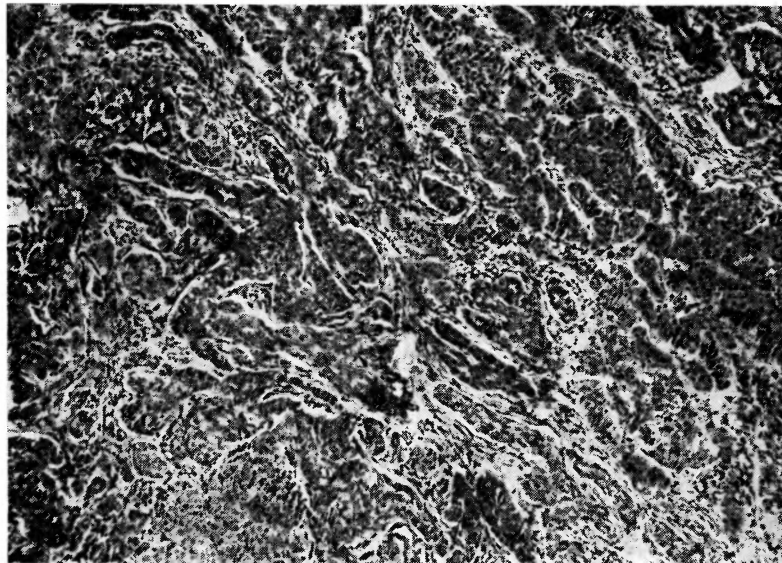


Рис. 8. Смешанный гепато-холангиоцеллюлярный рак печени радужной форели. Гематоксилин-эозин. Ув. 83х.

**ВОПРОСЫ ПАРАЗИТОЛОГИИ
И ПАТОЛОГИИ РЫБ**

Труды Зоологического института

Том 171

Утверждено к печати
редакционно-издательским советом
Зоологического института АН СССР
План 1987 г.

Редактор Т. А. Асанович
Технический редактор Г. С. Генералов
Художник С. Е. Станкевич

Сдано в набор 05.10.87. Подписано к печати 31.12.87. М-17384. Формат 60×90¹/₁₆.
Гарнитура литературная. Печать офсетная. Бумага типогр. Печ. л. 9,5 + 0,5 вкл.
Уч.-изд. л. 10. Тираж 800 экз. Заказ 2244. Цена 1 р. 60 к.

Зоологический институт АН СССР, 199034, Ленинград, Университетская наб., 1
ПО-3 Ленуприздата, 191104, Ленинград, Литейный пр., 55.