

УЛУЧШАТЬ УСЛОВИЯ

В БОЛЬШИНСТВЕ СЛУЧАЕВ не удается точно установить причину гибели рыб зимой и, следовательно, целенаправленно бороться с этим явлением. Практически отсутствуют достоверные показатели, характеризующие зимостойкость посадочного материала. Такие общепринятые показатели как средняя масса рыб, коэффициент упитанности, содержание жира, протенна и др., явно недостаточны для оценки физиологической подготовленности рыб к зимовке.

Особенно пагубно массовые отходы рыб зимой сказываются на работе крупных рыбхозов, которым в случае гибели собственного посадочного материала трудно или почти невозможно помочь завозом годовиков из других мест. К таким крупным хозяйствам, периодически страдающим от сверхнормативных зимних отходов рыбы, относится рыбхоз «Сускани» Куйбышевской области. В период с 1970 по 1983 г. средний выход годовиков из зимовки составил здесь 52 %, что является обычным для многих рыбхозов Поволжья, Урала, Сибири, Центральной и Нечерноземной зоны. В отдельные же годы в хозяйстве погибало до 86—77 % рыбопосадочного материала. Но бывали и случаи высокого выхода рыбы из зимовки — 74—83 %.

Причины как массовой гибели, так и высокой зимостойкости рыб до последнего времени оставались неизвестными.

Строительство зимовального бассейнового комплекса, пущенного в эксплуатацию в 1978 г., не решило проблемы зимовки рыб в «Сускани». В первые три года выход годовиков, зимовавших в бассейнах, оставался практически на том же уровне, что и в зимовальных прудах. Особенно высокие отходы годовиков в зимовальном комплексе отмечались весной 1981 г.

При истопатологическом обследовании погибавших и здоровых годовиков карпа существенных различий между ними выявить не удалось. Единственным, что можно было заметить у больных рыб (они выделялись прежде всего своим поведением — слабой реакцией на внешние раздражители или полным ее отсутствием, потерей координации движений, исключительно слабой жизнестойкостью), это повышенное ослабление жабр и незначительную их авианность, а у отдельных особей — некроз жаберных лепестков. Экто- и эндопаразитарный факторы как причины гибели рыб исключались. При изучении зависимости отхода рыбы от плотности посадки, уровня водообмена в бассейнах достоверной связи выявлено не было. Просматривалась определенная зависимость смертности рыб от их массы: среди погибавших преобладали более мелкие экземпляры. Однако и на долю крупных особей, не имеющих даже малейших признаков истощения, приходилось до 15—20 % отхода.

Были сделаны также гидрохимические анализы. Они показали, что в воде зимовальных бассейнов в конце зимовки содержалось около 0,11 мг/л закисного железа, поступавшего в основном с артезианской водой. Теллуру (7—8°) подземную воду подвели в смесительную камеру насосной станции для того, чтобы поднять температуру воды, поступающей из Сусканского залива Куйбышевского водохранилища, с 0,1—0,2° до 1,5—2°. При прохождении воды через зимовальные бассейны из каждого ее литра осаждалось на стенках и дне около 0,02—0,03 мг/л общего железа. За весь же пе-

риод зимовки в одном бассейне могло накопиться гидроокиси железа 600—900 г. Осаждалось железо и на жабрах рыб, при этом у погибавших количество его, определяемое с помощью гексацианоферроуете калия в кислой среде в нативных мазках, было значительно больше.

Известно, что в природных условиях процесс накопления и осаждения железа в водоемах происходит в основном под действием железобактерий. Они обладают гетеротрофным типом обмена, используют закисное железо для детоксикации выделяемой ими перекиси водорода (Горленко и др., 1977).

Микробиологические исследования, выполненные в Институте микробиологии АН СССР под руководством Г. А. Дубининой, показали, что на жабрах зимующих рыб интенсивно развиваются бактерии, выделяющие перекись водорода, при этом у погибавших особей количество их значительно выше, чем у здоровых.

На основании полученных данных было решено принять меры по борьбе с железобактериями в воде зимовальных бассейнов рыбхоза «Сускани». С этой целью испытывали препараты, известные своими бактерицидными свойствами. Применение этих препаратов должно было снизить отход рыб. Наиболее эффективным средством оказался перманганат калия, периодические обработки которым позволили практически полностью прекратить гибель рыбы в зимовальных бассейнах. Уже на второй-третий день после обработки количество погибавших в бассейнах рыб снижалось с 5—6 тыс. до 10—24 шт. (рис. 1). После прекращения обработок отход вновь нарастал. Предложенный Центральной лабораторией патологической службы способ проведения зимовки рыб, предусматривающий регулярные обработки перманганатом калия, был признан изобретением (авторское свидетельство № 1068082).

На основании экспериментальных материалов, собранных в хозяйстве весной 1981 г., решили в будущем изменить условия содержания рыбы в зимовальных бассейнах. Прежде всего уменьшили подачу артезианской воды, содержащей закисное железо, при этом снизилась и тем-

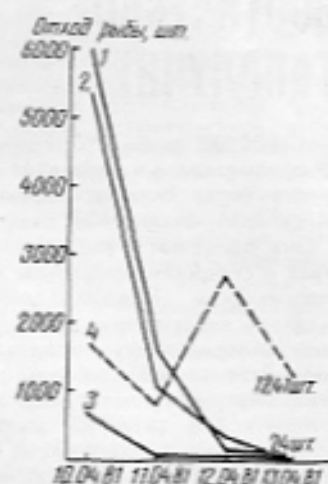


Рис. 1. Суточный отход годовиков карпа в бассейнах зимовального комплекса рыбхоза «Сускани» (в шт.): 1, 2, 3 — водоемы, обработанные перманганатом калия; 4 — бассейн, не обработанный перманганатом калия.

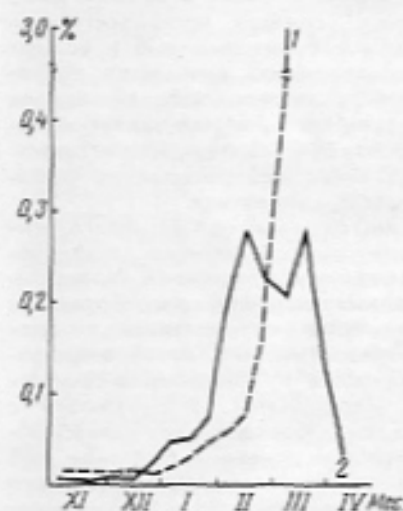


Рис. 2. Суточный отход сеголетков карпа в зимовальных бассейнах рыбхоза «Сускани» (в процентах от общего числа рыб): 1 — 1980—1981 гг.; 2 — 1981—1982 гг.

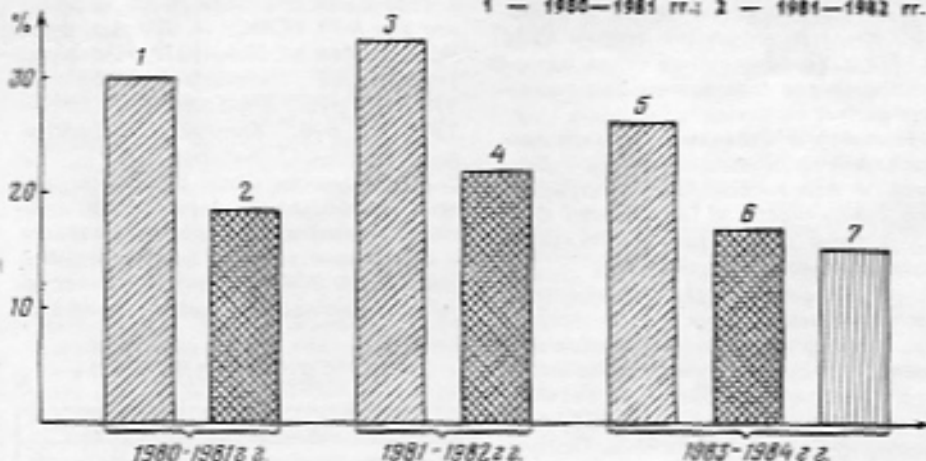


Рис. 3. Содержание жира в теле больных и здоровых годовиков карпа (в процентах по сухому веществу): 1, 3, 5 — больная рыба из рыбхоза «Сускани»; 2, 4, 6 — здоровая рыба из рыбхоза «Сускани»; 7 — рыба из питомника «Данкловский».

ЗИМОВКИ

пература воды (с 1,9—2,2° до 0,5—0,8°). Однако принятые меры оказались недостаточными. Даже при невысоком содержании закисного железа (на границе чувствительности метода, менее 0,05 мг/л)

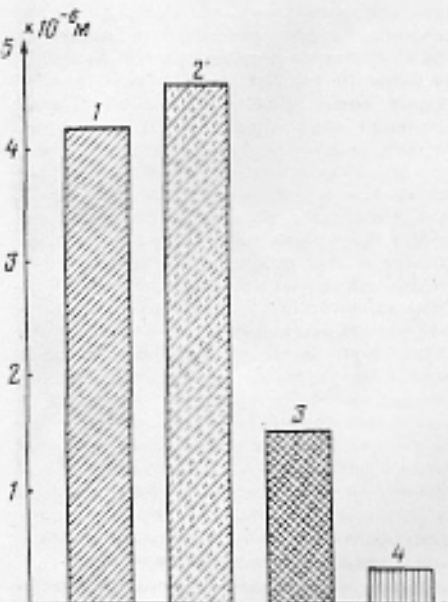


Рис. 4. Содержание малонового диальдегида (средняя проба; в молзах на 1 г сырого вещества) в печени годовиков карпа из обработанных перманганатом калия и необработанных бассейнов: 1 — больная рыба из необработанных бассейнов рыбхоза «Сусан»; 2 — рыба из необработанных бассейнов рыбхоза; 3 — рыба из бассейнов рыбхоза, обработанных перманганатом калия; 4 — рыба из питомника «Данкловский».

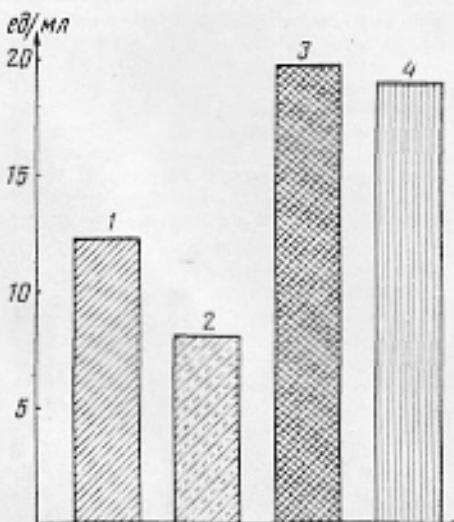


Рис. 5. Активность супероксиддисмутазы эритроцитов годовиков карпа, обработанных и необработанных перманганатом калия (средняя проба; в ед./мл): 1 — больная рыба из необработанных бассейнов; 2 — рыба из необработанных бассейнов; 3 — рыба из бассейнов, обработанных перманганатом калия; 4 — рыба из питомника «Данкловский».

бактерии на жабрах рыб продолжали развиваться (Белковский и др., 1983). Уже с середины декабря 1981 г. отход рыбопосадочного материала стал возрастать и к февралю 1982 г. достиг высокого уровня — 20—30 тыс. в сутки (рис. 2). Возникла угроза печального повторения зимовки прошлого года.

В то же время в экспериментальных бассейнах, обрабатываемых перманганатом калия по методике ЦЛИС, гибли лишь единичные экземпляры рыб. В сложившихся обстоятельствах решили обработать всех рыб, зимующих в комплексе. Серия обработок перманганатом калия, начавшаяся со второй декады февраля, позволила приостановить возрастание отхода рыб. Прекращение этих мероприятий во второй декаде марта привело к некоторому возрастанию отхода, однако после их возобновления число гибнущих рыб стало неуклонно снижаться (рис. 2). Впервые за 4 года эксплуатации бассейнового зимовального комплекса в рыбхозе «Сусан» отход рыбы к концу зимовки не рос, а снижался. В целом за зимовку 1981/82 г. в этом комплексе был получен выход, равный 82 %, что в 1,5—2 раза выше, чем в предыдущие годы. Забегая вперед, отметим, что начиная с этого времени выживаемость рыб в зимовальном комплексе не опускалась ниже 78,1 % даже при зимовке малого посадочного материала массой 15,9 г. И это в значительной степени было достигнуто благодаря применению перманганата калия.

Микробиологические исследования показали, что обработка рыб данным препаратом позволила существенно снизить численность железобактерий на жабрах рыб.

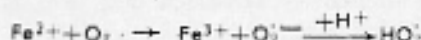
Но существовали некоторые сомнения в том, что развитие железобактерий на жабрах — единственная и главная причина гибели рыб. Прежде всего обращал на себя внимание тот факт, что часть погибающих особей не имела значительных нарушений жаберного аппарата, способных привести к летальному исходу. Кроме того, вызвало удивление исключительно быстрое действие перманганата калия, приостанавливавшего отход рыбы уже через несколько часов после обработки. Все это заставляло искать и другие объяснения и причины как гибели рыбы, так и действия препарата.

В результате изучения биохимических показателей зимующих рыб в период с 1981 по 1984 г. было обнаружено, на первый взгляд, парадоксальное явление. Оказалось, что погибающие рыбы имеют более высокое содержание жира, чем здоровые (рис. 3). Морфологические исследования позволили установить, что повышенное содержание жира в теле погибающих особей положительно коррелирует с гелатосоматическим индексом. Гистологический анализ печени показал, что у гибнущих рыб отмечается глубокое жировое перерождение печени. Таким образом, наличие имелись все признаки серьезного нарушения жирового обмена.

Данные по патологии жирового обмена, выявленное ранее развитие перекисьюобразующих бактерий привели к мысли о том, что эти, казалось бы, две различных процесса могут быть связаны с одним и тем же явлением — свободнорадикальным окислением липидов.

Сущность свободнорадикального окисления липидов состоит в том, что под действием радикалов, тем или иным способом образующихся в организме, про-

исходит окисление ненасыщенных жирных кислот, входящих в состав клеточных мембран. При этом не только нарушается функционирование клеточных и субклеточных мембран, но и происходит накопление токсичных соединений (гидроперекисей липидов, малонового диальдегида, кетонов и др.). Одной из важнейших особенностей свободнорадикального окисления липидов является то, что этот процесс протекает только при наличии в среде закисного железа (Арчаков, Владимир, 1972). Закисное железо, окисляясь, вызывает образование свободных радикалов:



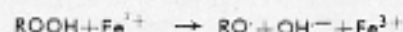
Повышенный радикал взаимодействует с липидом с образованием перекиси водорода и липидного радикала:



Далее радикал липида превращается в перекисный радикал и затем в гидроперекись:

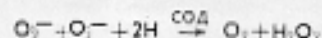


При наличии в среде закисного железа гидроперекись липида взаимодействует с железом с образованием новых радикалов, инициирующих новые цепи окисления липидов:



Этот процесс носит характер цепной реакции и идет со все возрастающей скоростью, приводя к накоплению в организме токсичных продуктов и разрушая клеточные мембраны.

Известно, что свободнорадикальное окисление липидов обнаруживается не только у больных, но и у здоровых рыб (Чернышев, 1982). Одним из механизмов, регулирующих этот процесс, является фермент супероксиддисмутазы (СОД), который обезвреживает супероксидный радикал, играющий важную роль в возникновении перекисного окисления липидов:



Известно также, что СОД представляет собой металлосодержащий фермент. В активном центре его могут находиться металлы переменной валентности и прежде всего ион марганца (Михайлов и др., 1976).

При изучении свободнорадикального окисления липидов рыб было решено изучить активность СОД эритроцитов и концентрацию малонового диальдегида (МДА) в печени. Активность СОД определяли по ингибированию автоокисления адреналина (Misra, Fridovich, 1972; Михайлов и др., 1976). Скорость изменения оптической плотности регистрировалась на электрофотометре Spectrophot-201 при 480 нм с записью на регистрирующем потенциометре КСП-4. Концентрация МДА определялась колориметрически с тиобарбитуровой кислотой. Работу проводили в «Сусане» и ЦЛИС Мхирибхоза РСФСР.

Для анализа в марте 1984 г. отбирали погибающих и внешне здоровых рыб из бассейнов, не обрабатываемых перманганатом калия, в которых наблюдался повышенный отход. Исследовали также рыб из бассейнов, обработанных перманганатом калия, где отхода не было. Кроме того, для сравнения изучали состояние рыб, завезенных в хозяйство осенью из

рыбопитомника «Даниловский» Волгоградской области.

Эта рыба отличалась хорошим состоянием печени, имела нормальное содержание жира (рис. 3) и зимовала практически без отхода, не подвергаясь обработке перманганатом калия.

Опыты показали, что у рыб из бассейнов, не обработанных этим препаратом, намного выше уровень МДА в печени, чем у здоровых обработанных особей и тех, что были завезены из рыбопитомника «Даниловский» (рис. 4). Одновременно у больных рыб регистрировали пониженную активность СОД (рис. 5). Обработка их перманганатом калия приводила к значительному увеличению активности СОД и снижению МДА, при этом отход рыб резко сокращался. Специальный эксперимент позволил установить, что уже через 6 ч после обработки препаратом концентрация МДА в печени рыб заметно снижалась, что свидетельствует о торможении свободнорадикального окисления липидов.

Значительно выделялась в лучшую сторону рыба из питомника «Даниловский», имевшая наименьшую концентрацию МДА и высокую активность СОД.

Проведенные анализы позволили установить, что перекисное окисление липидов действительно имеет место в организме зимующих рыб, при этом интенсивность данного процесса тесно связана с состоянием годовиков карпа. Повышение активности СОД после обработок рыб перманганатом калия, вероятно, обусловлено введением в среду иона марганца, являющегося необходимым элементом для СОД.

Предпосылки возникновения патологии липидного обмена у сеголетков карпа являются еще в летний период выращивания, и обусловлены они, на наш взгляд, прежде всего неполноценным питанием рыб (нехваткой естественной пищи). Избыток углеводов в кормах сеголетков и недостаток белка животного происхождения ведут к избыточному накоплению жира и жировому перерождению печени. В зимнее время продукты перекисного окисления липидов приводят к глубоким нарушениям в организме рыб, ведущим к их гибели. Значительную роль играют при этом развивающиеся на жабрах железобактерии. Улавливая из воды закисное железо и окисляя его, бактерии образуют на жабрах постоянный источник свободных радикалов, инициирующих цепи окисления липидов. Безусловно, проведенная нами работа — только начало. Более глубокое изучение патологических процессов, происходящих у рыб при зимовке не только в бассейнах, но в первую очередь в прудах, позволит целенаправленно бороться с отходами позадочного матернала. Разумеется, успех этой борьбы во многом зависит от того, в каких условиях выращивали сеголетков летом. Но наряду с профилактикой нельзя забывать и о терапии — применении специальных методов, позволяющих нормализовать обменные процессы в организме рыб зимой. Первые положительные результаты в этом направлении, имеющие большое практическое значение, уже получены.

Н. БЕЛКОВСКИЙ,
заместитель заведующего ЦЛМС,
руководитель отдела патологии
зимующих рыб,
кандидат биологических наук
И. ВЛАСОВ,
старший ихтиопатолог ЦЛМС

ПРИМЕР ПЛОДОТВОРНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

ДВАДЦАТЬ ШЕСТЬ ЛЕТ НАЗАД 1 января 1959 г. победила Кубинская революция. Она принесла большие политические, социально-экономические и культурные преобразования на землю Острова Свободы. За короткое время Республика Куба добилась больших успехов в развитии народного хозяйства, в том числе и рыболовства. Большую помощь в становлении этой новой для страны отрасли кубинцам оказывали советские ученые. Сотрудничество советских и кубинских специалистов успешно и плодотворно развивалось.

В отличие от Азии и Европы, где рыболовство известно издавна, в Латинской Америке разведение рыбы во внутренних водоемах не получило большого распространения.

Первое рыболовное хозяйство на Кубе было построено в 1927 г. С целью улучшения качественного состава местной ихтиофауны в эти годы сюда завезли моллюда форелеокуна (*Micropterus salmoides*) и карпа. Однако хозяйство работало недолго и вскоре его закрыли.

После победы революции в 1960 г. в предместье Гаваны построили прудовую станцию «Эль-Дике», на которой были проведены первые исследования по рыболовству, положившие начало развитию отрасли.

С 1964 г. в научно-исследовательских работах по рыбохозяйственному использованию внутренних водоемов и подготовке национальных кадров рыболовов принимают участие советские ученые.

На первых порах необходимо было определить направление развития рыболовства в республике Куба, решить организационные вопросы подготовки кадров.

В течение 1964—1971 гг. советские и кубинские специалисты тщательно обследовали внутренние водоемы (более 40 озер и водохранилищ в различных провинциях страны), изучили их гидрологический и гидрохимический режим, ихтиофауну, кормовую базу. Исследования показали, что из этих водоемов наиболее перспективны для развития рыболовства водохранилища, которые занимают самую большую площадь. В настоящее время она равна 120 тыс. га, а к 2000 г. достигнет 200 тыс. га.

В программу экспедиционных работ входили стационарные наблюдения за температурным режимом, химическим составом воды и кормовой базой прудов на станции «Эль-Дике».

Исследователи установили, что для водоемов Кубы характерна постоянно высокая температура воды. Сезонные колебания ее невелики. Разница между средними температурами в зимний и летний периоды составляет всего 6—8°. Годовая сумма тепла в градусо-днях приближается к 10 000, то есть примерно в 3,5—4 раза больше, чем в водоемах средних широт.

Температурный режим оказывает большое влияние на интенсивность фотосинтеза, общую минерализацию, скорость деструкции органического вещества, физико-химический состав воды. В целом по-

казатели химического состава воды исследованных водоемов лежат в пределах норм, принятых в рыболовстве. Благодаря большой миксоляции и высокой температуре воды происходит круглогодичная вегетация водорослей и высшей водной растительности. Процессы фотосинтеза в этих условиях протекают особенно интенсивно, что определяет высокую первичную продукцию водоемов. Валовая первичная продукция планктона местных водоемов в 3—5 раз выше по сравнению с прудами средних широт. Для водоемов Кубы характерно обильное развитие высшей водной растительности — главным образом мягкой. В чрезмерно заросших водоемах ухудшается гидрохимический режим, они заболачиваются. Ихтиофауна внутренних водоемов довольно бедна. Немногие из местных видов обладают высокими рыбопродуктивными качествами. К ним можно, пожалуй, отнести только биаху (*Cichlasoma tetracontia*). Широкое распространение получил акклиматизированный в двадцатые годы форелеокун.

Состав местной ихтиофауны не позволял полностью использовать богатые кормовые ресурсы водоемов и получать высокий хозяйственный эффект. Результаты проведения советско-кубинских исследований позволили разработать направление развития рыболовства в стране и дать рекомендации по завозу новых видов рыб, способных максимально использовать бо-

бонитировку производителей карпа производят профессор Ю. Привезенцев (справа) и кубинский специалист Хуан Фуентес.

