

там принадлежит ключевая роль в АО защите данного органа исследованных видов рыб. В селезенке рыб, по сравнению с другими органами, показатели АОС и ПОЛ на среднем уровне. При этом активность СОД в этом органе у обоих видов относительно высокая. У рыб селезенку считают основным местом эритро- и тромбопоэза, также отмечают лимфо-, грануло- и плазмопоэтическую активность (Микряков и др., 1979). Лейкоциты, образующиеся в селезенке, и, в первую очередь, нейтрофилы обладают фагоцитарной активностью в отношении микробов и старых клеток крови (Микряков и др., 2001). Эта функция лейкоцитов связана с их способностью генерировать АФК. Защита собственных клеток селезенки от их повреждающего действия, видимо, и обеспечивается, в основном, СОД. Профили ПОЛ и АОС отличаются в половых продуктах исследованных видов рыб. В гонадах леща, по сравнению с другими органами этого вида и гонадами плотвы, где содержание МДА близко к минимальному, повышенное содержание продукта ПОЛ связано, вероятно, со значительным количеством липидов, содержащихся в половых продуктах рыб (Лапин, Шатуновский, 1981). Среди особей леща преобладали самцы, молоки которых содержат большое количество липидов, а среди особей плотвы – самки, икра которых богата каротиноидами, обеспечивающими дополнительную защиту от АФК. Высокий уровень GSH, свидетельствует о том, что нейтрализация H₂O₂, образующейся в результате деятельности СОД, происходит как через глутатионовый цикл, так и за счет каталазы (Di Giulio et al, 1995). По сравнению с другими органами, в мышцах рыб отмечаются самые низкие уровни МДА и СОД, хотя активность каталазы – на среднем уровне. Такой уровень продуктов ПОЛ связан, возможно, с невысоким, по сравнению с другими исследованными органами, содержанием липидов. В то же время низкое содержание МДА может объясняться и относительно высокой активностью каталазы.

Таким образом, в зависимости от функционального назначения, стратегия участия АОС в защите от ОС в различных тканях пресноводных рыб существенно отличается.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 08-05-00805.

FEATURES OF THE MECHANISMS OF THE ANTIOXIDANT SYSTEM OF SOME FRESHWATER FISH SPECIES FROM THE RYBINSK RESERVOIR

A.A. Morozov, G.M. Chuiko

Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS, Borok, Russia
morozov@ibiw.yaroslavl.ru

The results of analyses of some indicators of AOS and the content of LPO product – MDA – in liver, gill, gonads, spleen, muscles of bream *Abramis brama* L. and roach *Rutilus rutilus* L. are presented. It was shown that there is organ specificity in the organization of the AOS. The maximum level of MDA is registered in the gonads and the gills of bream and roach, respectively, whereas the minimum level of MDA in muscle of both species. The highest level of enzyme activity is established in liver and gonads of both species, lowest level is demonstrated in muscles of both species.

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ, КАЛЕНДАРНЫЙ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ МОЛОДИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ *SALMO SALAR* L.

И.Г. Мурза, О.Л. Христофоров

Санкт-Петербургский университет, Санкт-Петербург, Россия
bigfish@OC4414.spb.edu

Периодизацию онтогенеза рыб разрабатывали Т.С. Расс (1946), В.В. Васнецов (1953), С.Г. Крыжановский (1956), Н.Н. Дислер (1957), П.А. Дрягин (1961), но до настоящего времени руководства и нормативные документы по заводскому воспроизводству лососевых содержат неточности и противоречия в интерпретации этапов. Их необходимо устранять, так как ещё Р. Декарт писал: «Уточняйте понятия и вы избавите мир от половины заблуждений». Например, в «Инструкции по разведению атлантического лосося. Л. 1979.» сообщается, что при попадании яиц в воду «... в яд-

рах половых клеток осуществляются митотические деления» (С. 8). В действительности, ядра к этому времени нет (оно превращается в зародышевый пузырь) и возобновляется мейоз, блокированный ранее на метафазе II. Представляется анахронизмом также подразделение в «Инструкции ... , 1979» эмбрионального периода на развитие в яйцевой оболочке («зародыши в икринках») и после выхода из нее («свободные зародыши» или «постэмбрионы») (С. 5–6, 8–20). Эти термины давно не используются в лососеводстве и современные справочники, например Большой Энциклопедический словарь, чётко определяют термин «зародыш» (=эмбрион), как животное в период от начала дробления яйца до выхода из яйцевых или зародышевых оболочек. С момента вылупления из икринки и до превращения в малька, согласно ряду руководств по изучению развития рыб, осуществляется личиночный период. В «Инструкции ... , 1979» ему соответствует лишь этап смешанного питания (С.6), а мальковому периоду – основное выращивание молоди, которое начинается с переходом лосося на экзогенное питание и длится в течение всего речного (заводского) этапа жизни – до начала смолтификации. Совершенно иначе трактуется мальковый период в «Инструкции по биотехнике разведения семги ... , 1966»: с появлением чешуйного покрова связывают его завершение. Эта концепция представляется нам более правильной. Не совпадает интерпретация малькового периода в «Инструкции ... , 1979» и с таковой во «Временных биотехнических нормативах по разведению атлантического лосося на рыбоводных заводах Севзапрыбвода» (Приложение № 24 к приказу Госкомрыболовства России № 264 от 21.09.1999 г.), подлежащих в ближайшее время пересмотру. В них лосося называют «мальками» на коротком отрезке развития между «личинками» и «сеголетками». По-разному выделяют, обозначают этапы онтогенеза лососей и за рубежом. Согласно В. Е. Рикеру (Ricker, 1973), морфологически сформировавшаяся молодь, то есть малёк, у англичан – «fry», а у американцев – «fingerling». По И. Р. Аллану и Дж. А. Риттеру (Allan, Ritter, 1977), «alevin» соответствует развитию лосося от вылупления до завершения зависимости от желточного питания, «fry» – со времени независимости от желточного мешка до рассеивания из нерестовых бугров (в природе). В других публикациях термины «alevin» и «fry» рассматриваются как английский и американский синонимы этапа от вылупления до исчезновения внешнего выпячивания, либо полного рассасывания желточного мешка. Привязка смолтификации лосося в «Инструкции ... , 1979» к серебрению и изменению экстерьера при весе всего 5–7 г. (С.22, 72) не просто ошибочна, но чревата негативными последствиями с точки зрения эффективности рыбоводных мероприятий. Ссылаясь на неё, нередко рекомендуют выпускать в реки мелких серебрящихся сеголеток и двухлеток лосося в качестве «смолтов», в то время как в действительности такие рыбы – псевдосмолты. Наши исследования на реках Северо-Запада РФ показывают, что они, обычно, не мигрируют нагул в год выпуска и не обеспечивают в дальнейшем удовлетворительного возврата производителей. Измерения смолтов, мигрирующих в устья российских рек бассейна Балтики, как и обратные расчисления их размеров по чешуе производителей, дают значения, соответствующие стандарту, принятому в Скандинавских странах (длина по Смитту от 14,5–15,0 см). Вес таких рыб – от 30 г. Не раскрывается в «Инструкции ... , 1979» принцип разграничения молоди по возрасту. Из Таблицы 4 (С. 29), содержащей нормативные плотности посадки на зимовку «сеголеток» и «двухлеток», упоминаний о выживаемости «годовиков» и «двухгодовиков» за зимовку, расчетов в процентах от количества перезимовавших «годовиков» (С. 30), можно лишь предполагать, что переход из одной категории в другую подразумевается с началом зимовки, но сроки её также не оговариваются. Всё это осложняет обозначение возраста молоди в документации заводов (р/з) и сопоставление показателей выпускаемой ими продукции с бионормативами для конкретных этапов рыбоводного цикла. В 1990-е гг. рабочей группой ИКЕС по балтийским лососям и кумже, в деятельности которой мы принимали участие, решено считать точкой отсчета календарного (=хронологического, астрономического) возраста лосося сроки его вылупления в реках и на р/з конкретных природно-климатических зон, а не придерживаться везде единой даты при подразделении рыбоводного материала на возрастные категории. В рамках данной концепции нами проанализированы многолетние данные по температурному режиму, времени прохождения основных этапов развития и темпу роста молоди на 4 лососевых р/з Ленинградской области. С учётом степени сходства динамики этих показателей, подразделили р/з на 2 группы: «северо-восточные» (холодные) – Свирский и Невский в системе стока Великих Озер Европы и «юго-западные» (более теплые) – Нарвский и Лужский на реках южного побережья Финского залива. Установлено, что на каждом р/з даты начала массового вылупления личинок и его завершения, перехода на экзогенное питание и т.д. различаются по годам (в зави-

симости от температуры воды), а в один и тот же год не совпадают у разных особей каждой генерации (в зависимости от времени закладки партий икры, её размеров). Для унификации результатов определены средние многолетние диапазоны сроков осуществления отдельных этапов и, на их основе, условные календарные границы возрастных категорий лосося. Их применяем как к генерациям, так и к отдельным особям. В условиях «северо-восточных» р/з личинки вылупляются с середины апреля до середины мая, а основное выращивание в 1-й год жизни длится с середины июня до конца октября. Исходя из этих сроков, предлагаем называть молодь на них «сеголетками» в период с 16 июня в год вылупления по 14 апреля следующего года, «двухлетками» – с 16 мая на следующий год после вылупления по 14 апреля 2 года спустя, «годовиками» и «двухгодовиками» – с 15 апреля по 15 мая через 1 и 2 года после вылупления. На «юго-западных» р/з вылупление происходит на протяжении апреля, а основное выращивание в 1-й год жизни – с начала июня до конца октября. Соответственно, молодь на них классифицируем как «сеголеток» в период с 1 июня в год вылупления по 30 марта следующего года, «двухлеток» – с 1 мая на следующий год после вылупления по 30 марта 2 года спустя, «годовиков» и «двухгодовиков» – с 1 по 30 апреля через 1 и 2 года после вылупления. Календарный возраст отражает время, прожитое после вылупления, но не этап онтогенеза. Рост и развитие лосося проявляют индивидуальные, популяционные особенности и существенно зависят от температурного, светового, трофического и иных экологических факторов. В северных реках лосось остаётся пестряткой 3–5 (до 7) лет, в южной части ареала – 1–2 года, а при акселерации в аквакультуре – всего несколько месяцев. Для сравнительной характеристики рыб из различных условий важнее **физиологический (= функциональный, биологических) возраст**, отражающий индивидуальное развитие. Он оценивается по комплексу морфофункциональных показателей на организменном, системном, тканевом, клеточном и/или молекулярном уровнях путём сопоставления их со среднестатистической нормой для конкретных этапов онтогенеза. Учитываются особенности поведения, метаболизма, роста, адаптационные возможности, устойчивость к стрессу, заболеваниям и т.д. Одна из особенностей определения физиологического возраста при системном подходе обусловлена явлением гетерохронии, из-за которой показатели этого возраста применительно к разным функциональным системам организма могут не совпадать.

STAGES OF DEVELOPMENT, CALENDAR AND PHYSIOLOGICAL AGE OF YOUNG ATLANTIC SALMON *SALMO SALAR* L.

I.G. Murza, O.L. Christoforov

Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia
bigfish@OC4414.spb.edu

The paper deals with subdividing of ontogenesis of young salmon into stages as well as with determination of chronological (calendar) borders for each age category of the fish under the hatchery conditions of Leningrad region of Russia and criteria to recognize their physiological age.

ЛИПИДНЫЙ СОСТАВ КОРМА И ТКАНЕЙ САМОК РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (*PARASALMO MYKISS* WALB.) РАЗНОГО ВОЗРАСТА

М.А. Назарова, О.Б. Васильева, П.О. Рипатти, Н.Н. Немова

Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского научного центра РАН,
г. Петрозаводск, Россия
vasil@krc.karelia.ru

Для успешного разведения радужной форели на севере европейской части России, в частности в республике Карелия, необходимо учитывать многие факторы, такие как экологические условия региона, жизненный цикл выращиваемого вида и другие, особенно состав комбикормов. Благодаря веществам, входящим в состав корма, в том числе липидной компоненте, органы и ткани рыб снабжаются всеми необходимыми органическими элементами для энергетического и пластического обменов. Накопление и перераспределение липидов в организме рыб зависит не только от состава