

Физиологические и популяционно-генетические исследования каспийских рыб

Канд. биол. наук П.П. Гераскин, д-р биол. наук Г.Ф. Металлов, канд. биол. наук Ю.Н. Переварюха, В.П. Аксенов, А.В. Дубовская – ФГУП «КаспНИРХ»

Начало развития физиологических исследований на Каспии приходится на 30-е годы прошлого столетия. Необходимость этих работ диктовалась проблемами, возникшими при развитии рыбоводства, и прежде всего, искусственного разведения осетровых рыб. Физиолого-биохимическое и гистофизиологическое направления в изучении осетровых рыб сформировались практически одновременно. На основе этих исследований были обобщены и разработаны способы управления процессом размножения рыб.

Новый всплеск интереса к физиолого-биохимическим исследованиям на Каспии произошел в 60-е годы, когда остро встал вопрос о необходимости восстановления и даже увеличения численности осетровых рыб. А регулярные широкомасштабные исследования были развернуты лишь после того, как в составе ЦНИОРХа была организована лаборатория физиологии. Основные направления физиолого-биохимических и генетических исследований были заложены уже в первые годы ее функционирования. Это изучение надвидовой, внутривидовой и внутривидовой структуры осетровых; выявление физиолого-биохимических основ экологических особенностей различных видов рыб; изучение проблем «качества» производителей и потомства, особенностей функционирования обмена веществ у различных видов и популяций осетровых.

Основные итоги исследований по этим направлениям отражены в монографиях «Сезонные расы волго-каспийских осетровых рыб», «Возрастно-весовой стандарт заводской молодежи каспийских осетровых», «Влияние экстремальных условий приплойной зоны реки на осетровых рыб», «Гетерогенность и полиморфизм гемоглобина рыб» [Лукьяненко и др., 1988; 1990; 1991].

В последнее время, в связи с ухудшением экологической обстановки в море и во впадающих в него реках, возникло еще одно направление – выявление последствий хронической интоксикации осетровых и других видов рыб в Каспийском море. В настоящее время это направление в физиологических исследованиях является наиболее актуальным, в связи с загрязнением Каспийского моря и развешиванием там добычи углеводородного сырья.

Влияние загрязненности каспийских вод на обитающие здесь виды рыб зависит от многих факторов, и прежде всего, от биологических и экологических особенностей самих рыб, а также уровня благополучия естественного фона внешней среды (температура, соленость, содержание в воде кислорода). Первыми отметили на загрязнение моря долгоживущие рыбы, такие, как осетровые, у которых первоначальная реакция проявилась еще в начале 80-х годов.

В большей мере она проявилась у самок севрюги, мигрирующих на нерест, – изменением функционального состояния. Примерно у четвертой части всех рыб фиксировались признаки физиологического истощения и нарушения вителлогенеза. Икра таких рыб (при искусственном воспроизводстве) не оплодотворялась либо выживаемость потомства была очень низкой. При гистологическом исследовании [Алтуфьев и др., 1984] уже на начальном этапе нерестовой миграции примерно у 20 % самок выявлялись дегенеративные изменения ооцитов.

Реакция организма осетровых на загрязнение среды обитания усилилась во второй половине 80-х годов, что выразилось в существенных изменениях в энергетическом обмене, обмене веществ и системе водно-солевого обмена. Наблюдалось также истощение защитных сил организма: снижение активности антиоксидантов, иммунодефицитное состояние, уменьшение в крови количества лейкоцитов при существенном изменении их видового состава [Гераскин, 1989; Металлов и др., 1990; Гераскин, 1995; Наточин и др., 1995; Гераскин, 2006]. При этом были обнаружены также нарушения в морфофункциональном состоянии внутренних органов – печени, селезенке, почках, гонадах и мышечной ткани [Алтуфьев и др., 1989; Евгеньева, 2000; Романов и др., 1990].

Зафиксированы значительные изменения и в состоянии интеренальной железы, уровне ее функционирования [Баранникова и др., 1990]. Интегральным выражением этих изменений стал феномен «расслоения» мышечной ткани и ослабления оболочек икры, которые явились результатом возникшего у осетровых токсикоза [Лукьяненко, 1990], и в частности, гепатотоксической гипоксии на фоне ярко выраженного окислительного стресса [Гераскин, 1989]. Возникшие в результате ингибирования активности цитохромоксидазы гипоксические явления в печени и сниженная вследствие этого эффективность функционирования энергосистемы осетровых компенсировались гипертрофированным до уровня патологии, эволюционно закрепленным получением дополнительной энергии из мышечных белков во время нерестовой миграции (при полном голодании). Этот путь является универсальным и используется организмом рыб при любых разновидностях гипоксии [Шульман и др., 1993].

Пик функциональных и гистоморфологических изменений в органах и тканях осетровых пришелся на 1987 – 1988 гг. Это была острая реакция рыб на токсическое воздействие окружающей среды. Намечившееся в 1989 г. снижение тяжести патологических процессов в организме осетровых продолжалось до 1990 г. Однако этот процесс не получил своего дальнейшего развития, а обнаруженный у осетровых токсикоз перешел в хроническую форму. В этот период времени физиологическое состояние рыб является результирующей достаточно сложного процесса адаптационно-компенсационных реакций на действие комплекса неблагоприятных факторов среды, функциональной кумуляции и остаточных явлений предыдущих воздействий. При этом в реакции осетровых прослеживаются видовые различия. Более «бурно» реагирует севрюга, слабее – осетр и белуга. Выраженность повреждающего действия неблагоприятных факторов среды носит вероятностный характер и наблюдается в большей мере на уровне популяции, что выражается существенной функциональной неоднородностью рыб.

Можно выделить три группы рыб, различающихся по своему физиологическому статусу:

- 1-я группа – относительно благополучные рыбы;
- 2-я – находящиеся в пограничном (предпатологическом) состоянии;
- 3-я группа – рыбы со значительными отклонениями и нарушениями в исследуемых физиологических системах.

Соотношение этих групп в общей массе исследуемых рыб может колебаться в зависимости от складывающихся в этот период условий как в пределах одного года, т.е. в различные сезоны, так и при сравнении в целом по годам. Последствия ухудшения физиологического состояния осетровых выражаются в снижении темпа роста, выживаемости потомства и воспроизводительного потенциала осетровых рыб, ограничивая тем самым биопродуктивность этого семейства.

Подобные явления обнаружены и у костистых рыб. При острой интоксикации у анчоусовидной кильки также выявляются симптомы окислительного стресса: высокая интенсивность реакции перекисления липидов, которая развивается на фоне существенного иммунодефицита, при возрастании интенсивности анаэробного обмена и снижении пластических и энергетических веществ в мышечной ткани. В печени отмечаются жировая дистрофия гепатоцитов, пикноз ядер, некроз и кровоизлияния различной величины и продолжительности во времени [Гераскин и др., 2002]. Имеют место также расширение кровеносных сосудов, отечность эндотелия и фиброзное набухание стенок капилляров.

В мышечной ткани отмечаются те же явления, что и у осетровых: фрагментация мышечных волокон, увеличение просвета между ними, неоднородность их толщины, отек.

При существенных изменениях в гистоморфологической структуре печени и нарушениях в обмене веществ наблюдается гибель килек. При снижении токсикологической нагрузки на места обитания костистых рыб влияние загрязнения проявляется очень низким уровнем накопления в теле рыб липидов к началу нерестового сезона. С одной стороны, это обусловлено низкой обеспеченностью рыб кормовыми объектами из-за снижения их численности и видового разнообразия, произошедших по разным причинам, в том числе в результате загрязнением моря; с другой – высокой тратой на энергетические нужды для компенсации нарушений и изменений в функциональных системах рыб. Уровень содержания в теле рыб липидов, как выявлено многочисленными работами, проведенными на черноморских и балтийских видах, является важнейшим индикатором их подготовленности к репродуктивной функции [Шатуновский, Шульман, 1974]. В случае, если он низкий, самки, как правило, пропускают нерест.

В связи с этим, обращает на себя внимание снижение в отдельные годы накопления липидов у анчоусовидной кильки (рис. 1). При его снижении в конце нагульного периода в среднем до 1,5 % (при оптимуме 5,3 %) [Рычагова, 1989] доля са-

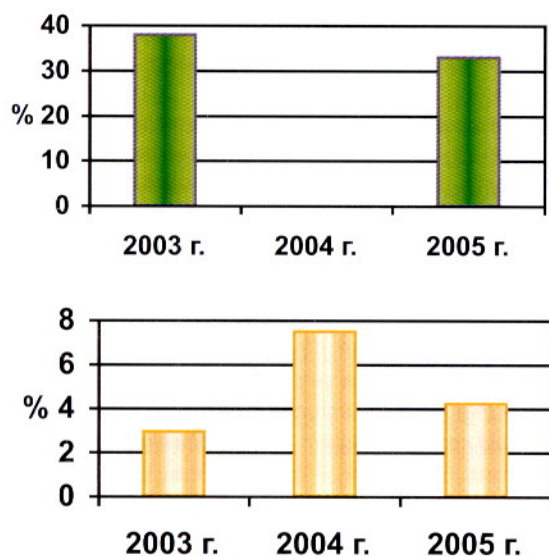


Рис. 1. Анчоусовидная килька: сверху – доля самок IV СЗГ; внизу – содержание липидов

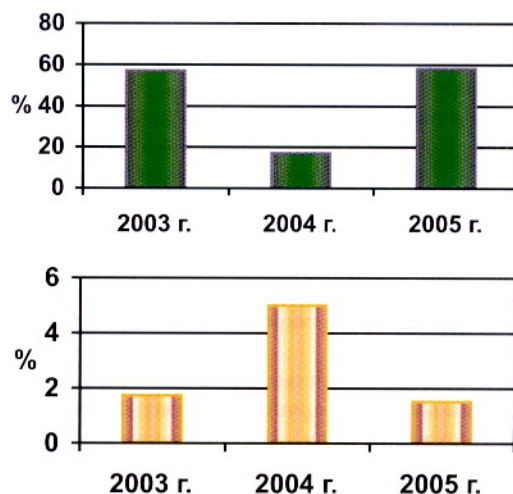


Рис. 2. Обыкновенная килька: сверху – доля самок IV СЗГ; внизу – содержание липидов

мок, не перешедших в стадию трофоплазматического роста ооцитов, достигает почти 60 %, в то время как в годы с близким к оптимуму показателем 5,0 % – лишь около 15 %.

То же самое наблюдается у обыкновенной кильки (рис. 2). При содержании в мышцах липидов около 8 % (при оптимуме 11 %) [Казанчев, 1981] самок, не перешедших в стадию трофоплазматического роста ооцитов, в конце нагульного периода не наблюдалось, в то время как при содержании липидов 2,9 и 4,2 % их доля возрастала примерно до 40 и 30 % соответственно.

Недостаточность накопления в теле резервных веществ приводит также к резорбции на завершающих фазах созревания (IV–V СЗГ) оболочек у части яйцеклеток анчоусовидной кильки и отклонениям в развитии – у обыкновенной.

Такой же процесс наблюдается и у представителя карповых рыб – воблы. Так же, как и у сельдевых, у воблы на всех этапах годового цикла отмечается снижение примерно в 2–3 раза (по



На снимке: Взятие пробы крови рыбы для физиолого-биохимического анализа

сравнению с серединой 80-х годов) содержания в мышцах липидов, в том числе и на заключительных этапах созревания. При этом у некоторой части рыб зарегистрировано нарушение генеративного обмена, выражающееся в уменьшении в крови β -липопротеидов, в состав которых входит и вителлогенин [Ипатов, Лукьяненко, 1979], вследствие чего в яичниках этих рыб появляются резорбирующие ооциты. Резльтирующей этих процессов, в том числе и низкого накопления липидов в мышцах, является пропуск нереста некоторой частью самок воibly. Подтверждением этому служат выловленные в море самки 3–4-годовалого возраста, у которых в апреле ооциты соответствовали лишь II стадии развития.

Таким образом, у костистых видов рыб наблюдается снижение репродуктивного потенциала, что вызвано не только прямым влиянием загрязнения моря, но и снижением кормовой обеспеченности рыб, индикатором которого является накопление в мышцах липидов.

Популяционно-генетические исследования на основе иммуногенетической дифференциации осетровых рыб [Лукьяненко и др., 1988], проводимые в лаборатории с 1960-х годов, получили свое развитие в мониторинге состояния внутривидовых субпопуляционных соотношений у белуги и севрюги и межвидовых соотношений – у русского и персидского осетров. Последние исследования этих соотношений показывают резкое снижение доли южнокаспийских субпопуляций севрюги и белуги не только в Среднем Каспии, но и на Туркменском шельфе. В целом по исследуемым районам Каспийского моря (исключая территориальные воды Азербайджана и Исламской Республики Иран) в настоящее время встречаются особи этих видов в основном уральского и волжского происхождения, в то время как еще в 1998 г. их доля в уловах составляла, соответственно, 19 и 26 % (рис. 3).

Соотношение в целом по исследуемым районам Каспия русского и персидского осетров практически не изменилось с 1998 г. и составляет с небольшими колебаниями по годам 70 и 30 % соответственно.

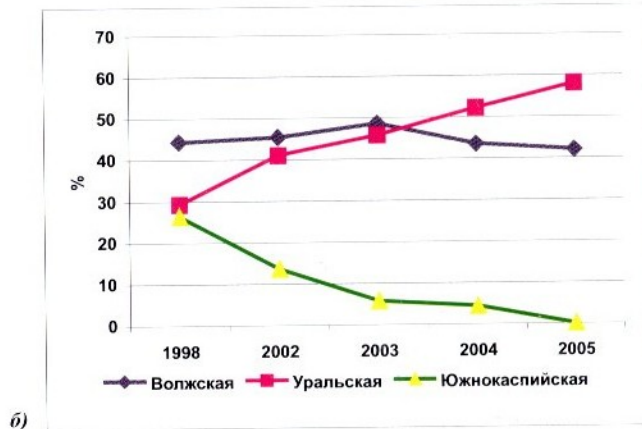
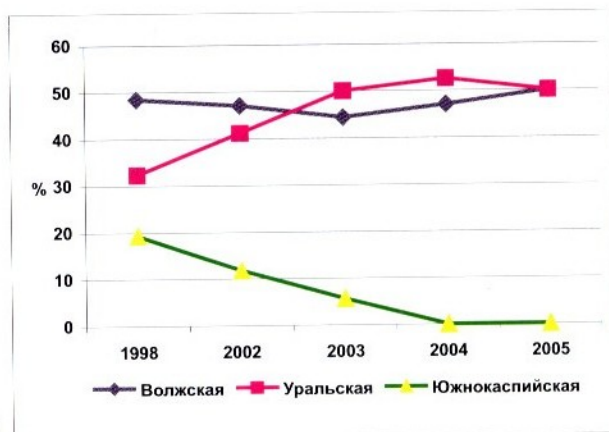
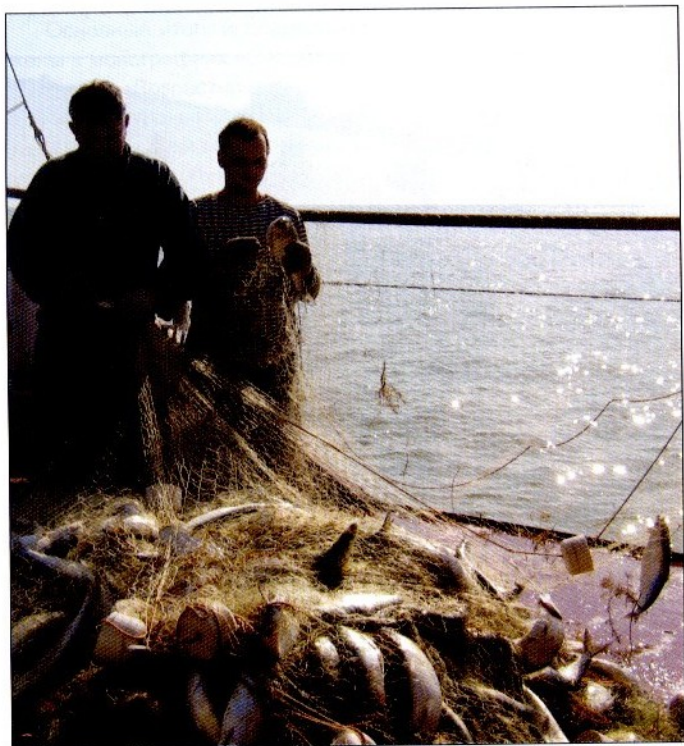


Рис. 3. Соотношение в траловых уловах особей севрюги (а) и белуги (б) волжского, уральского и южнокаспийского происхождения

Geraskin P.P., Metallov G.F., Perevaryukha Yu.N., Axonov V.P., Dubovskaya A.V.

Physiological and population genetic study of Caspian fishes

Lately, a new direction appeared in physiological studies of Caspian fishes – investigating chronic intoxication of Caspian fishes in connection with the Caspian Sea pollution.

The level of influence of the pollution on fishes depends on biological characteristics of fishes as well as on environmental factors such as temperature, salinity, dissolved oxygen.

The most amenable to intoxication were stellate sturgeon females migrating to spawning grounds: fish exhibited signs of physiological exhaustion and abnormality in vitellogenesis. The fish eggs were unfertilized or survival rate was very low. About 20% of oocytes had degenerative changes.

Such physiological state results in decrease of growth rate, reproductive potential, fry survival.

Osteichthies also have their reproductive potential decreased due to the sea pollution and decline in feeding supply that leads to decrease in lipids content in fish tissues (low lipid content results in skip of spawning).