

Оценка численности, выполненная по результатам осенней траловой съемки 2007 г., позволяет сделать неутешительный вывод о катастрофическом состоянии популяции полупроходного судака Азовского моря и необходимости ограничений промысла (табл. 4).

Таблица 4

Численность судака по результатам осенней учетной траловой съемки 2007 г., млн шт.

Районы моря	Сеголетки	Немерные	Мерные
Таганрогский залив	0,07	0,25	0,11
Восточный	0,02	1,06	0,69
Северный			0,01
Юго-западный		0,01	0,01
Центральный			0,02
Итого	0,09	1,32	0,84

Оценка физиологического и морфофункционального состояния судака *Stizostedion lucioperca* в современный период

С.Г. Сергеева, О.А. Рудницкая, Л.В. Колесникова, Н.И. Цема

Позитивные изменения, произошедшие с экосистемой Азовского моря в последнее десятилетие, определили улучшение физиологического состояния популяции судака. Высокая трофическая обеспеченность обусловила хороший темп роста, созревание и подготовленность к зимовке и нерестовым миграциям. Во все периоды жизненного цикла самки и самцы судака характеризуются достаточно высоким уровнем оснащенности резервными веществами. Отмечаемое нами в последние годы повышенное содержание жира в мышцах и липопротеидов в сыворотке крови подтверждает значительное улучшение кормовых условий в водоеме. К примеру, в период интенсивной антропогенной нагрузки на бассейн Азовского моря содержание жира в мышцах судака в среднем составляло 2,4 и 1,8 % для самок и самцов, соответственно (в начале 90-х годов). А в 2007 г. средние значения для самок и самцов в IV стадии зрелости достигли соответственно 5,1 и 5,5 %. Основной фактор, определяющий неудовлетворительное состояние популяции судака в настоящее время, - резкое снижение численности популяции и изменение возрастной

структуры рыб за счет преобладания младшевозрастных групп.

Анализ состояния популяции азовского судака проводился на основе выборок, исследованных в разные сезоны года в морских рейсах (октябрь-ноябрь 2006), в Темрюкском и Ачуевском промысловых районах (апрель 2007). Исследовались биохимические параметры разных органов и тканей (содержание белка, холестерина, липидов, иммуноглобулинов, циркулирующих иммунных комплексов). Гистологическими методами изучались степень зрелости гонад, структура и функциональное состояние печени, селезенки, гонад, крови (Методы рыбохозяйственных исследований..., 2005). В качестве биомаркеров негативного повреждающего воздействия компонентов антропогенного загрязнения на ихтиообъекты использовали методы оценки активности ферментов I, II и III фаз детоксикации ксенобиотиков (Otto, Moon, 1996), систем детоксикации загрязняющих веществ, биоиндикации окислительного стресса (Физиолого-биохимические и генетические исследования..., 2005). В каждый период анализировали выборку из 20-30 особей.

В предзимовальный период 2006 г. у обследованных особей судака размерной группы 48-52 см патологий в гонадах не выявлено. Содержание сывороточного белка изменялось в пределах от 6,7 до 12,5 г%, содержание липидов составило у самок 2,75, у самцов – 1,7 г%. Более низкие, чем в предшествующие годы, средние значения содержания белка и липидов в сыворотке крови свидетельствуют о сниженной интенсивности питания судака в этот период. Высокий уровень холестерина (от 1000 до 1980 мг%), используемого организмом при созревании на синтез половых продуктов, обусловил высокие потенциальные репродуктивные возможности судака. Иммуноглобулиновая фракция сывороточных белков, выполняющая защитные функции в организме, составила у самок 5,5 усл. ед., у самцов – 4,0 усл. ед, что свидетельствует о достаточно высокой активности защитных механизмов в организме рыб. Концентрация циркулирующих иммунных комплексов в крови, зависящая от факторов среды, в частности от температуры и режима питания, составила для самок 54 усл. ед, для самцов - 47,4 усл. ед. Значения этих показателей повышены по сравнению со среднемноголетними данными, что показывает воздействие негативного влияния среды на организмы рыб. Сохранились отмечаемые в прошлые годы значительные патологические изменения в структуре печени и селезенке, приводящие к снижению ее функциональной активности.

В селезенке у 10 % самок и у 20 % самцов выявлено повышенное кровенаполнение, утолщение стенок сосудов, сильная пигментация (4 балла). У 60 % рыб селезенка рыхлая, границы между красной и белой пульпой стерты (оценка нарушений 3 балла). В печени повышенное кровенаполнение, гемостаз, точечная гиперемия, деструкция паренхимы. Для таких рыб характерно повышенное содержание жира в ткани печени (до 59 %). Частота встречаемости особей с морфологическими нарушениями печени, оцененными в 4 балла, составила 10 %. Процент рыб с адаптационными изменениями (2 балла) составил 45 % у самцов и 35 % - у самок. Печень без патологических изменений встречалась у 10 % рыб.

Анализ крови показал снижение процента лимфоцитов (71-83 % против 88 % по среднемуголетним данным). У самок произошло трехкратное увеличение доли моноцитов. Особенно повысилось число незрелых форм нейтрофилов. Индекс сдвига лимфоцитов увеличился по сравнению с многолетними данными и составил 0,32 против 0,17 (при норме 0,1-0,2), что свидетельствует о наличии воспалительных процессов в организме рыб.

В апреле 2007 года в период нерестового хода отбор проб осуществляли из уловов береговых ставников в Темрюкском и Ачуевском промысловых районах. В связи с тем, что в настоящее время в уловах береговых ставников преобладают младшевозрастные особи судака, проанализирована размерная группа 42-48 см (возраст 4-5 лет). В этот период гонады рыб находились в IV завершенной стадии зрелости. Аномалий созревания половых желез не выявлено. Концентрация белка в сыворотке крови судака в Темрюкском районе составила 10,3 и 11,2 г% у самок и самцов, соответственно, у рыб в Ачуевском районе – 10,8 и 10,7 г%, соответственно, что свидетельствует о высокой степени зрелости гонад. Отмечено значительное снижение уровня холестерина (до 60 %) и липидов (до 40 %) в сыворотке крови по сравнению с предзимовальным периодом. В преднерестовый период содержание холестерина достигало у самок 0,6 г%, у самцов – 0,44 г%, липидов - у самок 1,7, у самцов – 1,9 г%. Жирность печени также значительно снизилась (до 22-26 % у самок и 31 % у самцов). Такие изменения связаны, во-первых, со значительными тратами запасных веществ в организме рыб на созревание половых продуктов, во-вторых, с аномальной термикой зимы (высокие средние температуры, отсутствие ледостава и, вследствие этого, повышенные траты белково-липидных компонентов крови и печени). Сказалось влияние теплой зимы и на содержании структурных веществ. Отмечено

снижение количества белка в мышцах и печени у судака, как у самок, так и у самцов (до 95 мг/г в мышцах и до 122 мг/г в печени у самок в Темрюкском районе, до 122 и 103 мг/г - в Ачуевском районе). Созревание половых продуктов проходило нормально, содержание белка в гонадах самок находилось на высоком уровне. По сравнению с предзимовальным периодом произошло увеличение этого показателя почти на 50 % и у некоторых рыб достигло 200 мг/г (при среднем значении 163 мг/г у рыб из Темрюкского района и 189 мг/г - у рыб из Ачуевского района). При этом отмечена низкая оводненность икры (69 %), что свидетельствует о её высокой жирности (21,6 % у самок из Ачуевского района и 26,6 % - из Темрюкского района).

Концентрация иммуноглобулинов в сыворотке крови у рыб Темрюкского района составила 6,6 у.е. для самок и 6,8 у.е. - для самцов, у рыб в Ачуевском районе - 6,8 и 5,7 у.е., соответственно. Содержание циркулирующих иммунных комплексов достаточно высокое, у отдельных особей достигало 80 у.е.

Аномально высокие зимние температуры привели к изменениям показателей крови судака, о чем свидетельствует нестабильное состояние крови. Лейкоцитарная формула у судака в пределах нормы, но показатели снижены по сравнению с многолетними значениями. Особенно это заметно у самцов: у них завышено количество моноцитов и палочкоядерных нейтрофилов при снижении числа лимфоцитов. Интенсивность эритропоэза очень низкая. Ортохромные клетки составили 100 %, среди которых отмечены микроциты и пойкилоциты. У всех рыб без исключения эритроциты гетерохромны, в основном гипохромны. У отдельных экземпляров наблюдалось отслоение цитоплазмы, шистоцитоз, карiorексис и нарушение осмотической резистентности. У 30 % самок и 25 % самцов в крови отмечены паразиты - трипаносомы. Возможно, все указанные изменения в эритроцитах вызваны их присутствием в крови. Однако эозинофилы, повышенное количество которых свидетельствует об аллергической реакции организма, в частности и на паразитов, в лейкоцитарной формуле отсутствуют. Состояние печени и селезенки свидетельствует о достаточно сильном воздействии двух факторов - температуры и токсического агента, что вызвало отчетливое стрессорное состояние почти половины обследованных особей. У 50 % производителей судака морфологические изменения в печени оцениваются в 2 балла и свидетельствуют о наличии адаптационных процессов, гепатоциты их содержат мелкие вакуоли, сосуды без изменений. Печень в состоянии предпатологии (3 балла) наблюдалась у 35 % рыб, в ней отмечено

утолщение стенок сосудов и локальная дистрофия гепатоцитов. Патология, оцененная в 4 балла, обнаружена у 15 % рыб. Гепатоциты содержали крупные вакуоли, вокруг сосудов инфильтраты. У трети рыб отмечены ложные дольки в печени. Селезенка у 40 % производителей судака находилась в стадии патологии, лимфоидные фолликулы не содержат клеток крови (4 балла). У 60 % рыб стенки сосудов селезенки были расширены и насыщены пигментом - это признаки предпатологии (3 балла).

Проведенное совместно с лабораторией химического контроля ФГУП «АзНИИРХ» сопоставление полученных результатов для особей с патологией в параметрах крови и печени и для особей со средней степенью патологии, предпатологии и без патологии показало, что физиолого-биохимические характеристики не зависят от концентраций углеводов всех классов в тканях рыб. Однако содержание полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) довольно четко коррелирует с такими характеристиками. Взаимосвязь между содержанием стойких хлорорганических пестицидов (ХОП) в органах и тканях судака, выловленного в Азовском море в 2006 г., и физиолого-биохимическими изменениями в печени, ПАУ в мышцах, печени и гонадах в 1,6-2,0 раза выше, чем у особей с отсутствием выраженной патологии. Превышения максимально допустимых уровней (МДУ) исследуемых токсикантов отмечены только для ХОП в печеночной ткани (187-269 мкг/кг) у рыб с выраженной патологией печени (4 балла). Превышения МДУ по концентрации нефтяных углеводородов не выявлено, однако отмечается увеличение их содержания с ростом степени патологии. Содержание тяжелых металлов также не превышает МДУ, зависимости между их содержанием и физиологическим состоянием рыб не выявлено.

Исследования активности систем детоксикации ксенобиотиков у судака показали, что негативное воздействие среды обитания на биологические характеристики судака в настоящее время достаточно слабое. В 2006 г. были отмечены минимальные показатели за весь период аналогичных наблюдений с 1990 г., содержание цитохромов P₄₅₀ составило в среднем 0,88±0,07, цитохрома b5 - 0,72±0,16 нМоль/мг белка микросом печени. Однако, абсолютное содержание инактивированной формы CYP - цитохрома P-420 и его количественное соотношение с CYP оставалось еще преобладающим - 2,07±0,16 нМоль/мг белка микросом печени, что указывало на негативное воздействие тяжелых металлов в составе спектра загрязняющих веществ на метаболические параметры судака. Также низкими были и величины аккумуляции токоферола и

ретинола в печени особей нерестового фонда. Перед зимовкой 2005-2006 гг. содержание токоферола у особей обоего пола составило в среднем $6,55 \pm 0,66$, а перед нерестом – $6,18 \pm 0,73$ мкг/г сырой массы ткани, а запасы ретинола - соответственно $5,77 \pm 0,14$ и $5,26 \pm 0,09$ мкг/г. В 2007 г. выявлено, что в районе Ачуевской косы (с. Ачуево) у судака во всех тканях уровни репродуктивных биомаркеров оставались стабильными и соответствовали уровням, выявленным в других районах в период с 2001 по 2006 гг. Активность глутатионтрансферазы (ГТФ) находилась на низком уровне ($18,24 \pm 1,77$ мкмоль глут/мг белка \times мин.), характерном для хищных рыб. Это говорит об отсутствии влияния загрязнения и о благоприятной экологической ситуации в этом районе. Незначительное снижение (в 1,2-1,5 раза по сравнению с осенне-зимним периодом 2005 г.) ряда репродуктивных биомаркеров, таких как содержание витаминов Е и А в печени ($5,51 \pm 0,21$ и $2,32 \pm 0,32$ мкг/г сырой ткани, соответственно) и токоферола в гонадах ($24,38 \pm 1,25$ мкг/г сырой ткани), выявлено у судака, отловленного в морском рейсе в октябре-ноябре 2006 г. Аналогичные изменения по сравнению с 2005 г. обнаружены в тканях судака, выловленного в прибрежной зоне вблизи г. Темрюк в 2007 г., однако уровень ретинола в печени этого вида снижен существенно (в 4,3 раза к уровню 2005 г. и в 2,8 раза к уровню 2006 г.). Это низкие величины, указывающие на высокие траты этих липидных антиоксидантов в свободнорадикальных реакциях, сопровождающих процессы детоксикации ксенобиотиков. В районе г. Темрюк на особей судака оказывают воздействие негативные факторы среды, что впоследствии может сказаться на его продуктивности.

Аккумуляция токоферола в икре судака снижена и не достигает оптимальных соотношений. Так, перед зимовкой содержание токоферола в гонадах самок III-IV стадии зрелости составило $34,50 \pm 1,34$ мкг/г массы сырой ткани, а перед нерестом – $48,96 \pm 3,41$ мкг/г. Диапазон значений аккумулярованного в половых клетках (икринках) количества токоферола свидетельствует о возможной нестабильности в эмбриональный и личиночный периоды развития у судака и о вероятности высоких отходов в его раннем онтогенезе.

Современное состояние экотоксикологических условий в Азовском море еще не достигло значений, благоприятных для репродуктивной биологии в экологической нише хищных рыб, основным представителем которых в море является судак. Однако физиологические параметры судака в современных условиях обитания в Азовском бассейне характеризуются высокой оснащенностью биологически активными компонентами.