

УДК 597.08:597.5

Р.М. Бархалов^{1, 2}, А.Р. Мустафаев^{1, 3}, М.М. Шихшабеков¹

Экологические особенности воспроизводства сазана в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне

¹Дагестанский государственный университет; Barkhalov@yandex.ru

²Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства

³ГНУ «Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт»; mustafaev_arkif@mail.ru

Приводятся результаты исследования по экологии размножения сазана в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне за последние 5 лет с характеристикой закономерности и гаметогенеза, половых циклов и нереста.

Ключевые слова: сазан, стадия зрелости, нерест, овогенез, сперматогенез.

Введение

Терско-Каспийский рыбохозяйственный подрайон – важнейший миграционный путь проходных и полупроходных видов рыб; буферная зона, смягчающая переход производителей и скатывающейся молоди рыб из одной среды обитания в другую при скакте из моря в реки и внутренние водоемы, а производителей после нереста в осолоненную зону Среднего Каспия; место нереста рыб и их нагула; самый удобный участок Каспийского моря для зимнего залегания рыб; место промышленного рыболовства.

Воздействуя на природу хозяйственной деятельностью (реконструкция, строительство гидросооружений, мелиорация, внедрение новых технологий, методов разведения и промысла и др.), необходимо учитывать биологию обитающих в водоеме представителей флоры и фауны для возможности прогнозирования последствий такой деятельности на репродуктивные процессы популяций. Поэтому сегодня необходимы широкие сравнительные эколого-морфофизиологические исследования для оценки последствий размножения, особенностей развития и функционирования репродуктивной системы сазана.

Материалы и методы исследования

Проведен сбор биологического материала в 2009–2013 гг. по всему дагестанскому побережью Каспия от реки Кумы до реки Сулак и во внутренних водоемах по следующей схеме:

- полный биологический анализ сазана в течение года;
- места нереста, сроки размножения, условия размножения и прохождения различных звеньев репродуктивного процесса;
- макроскопическое строение гонад и их микроструктура;
- показатели зрелости, упитанности и плодовитости.

Для биологического анализа былавзятая рыба из научно-исследовательских и промысловых уловов. При этом определялись такие показатели, как длина тела, общая масса рыб и масса без внутренностей, масса гонад, пол и стадии зрелости.

Для определения возраста сазана была взята чешуя над боковой линией. Из нее в лабораторных условиях готовили препарат по специальной методике [1].

На свежем ихтиологическом материале были определены показатели плодовитости [1–2]. Для этого была взвешена масса яичника, взят 1 г навески, подсчитывалось количество икринок в навесе и устанавливалась абсолютная плодовитость. Разделив аб-

солютную плодовитость на массу тела самки, установили и относительную плодовитость.

Показатели зрелости – гомадосоматический индекс (ГСИ) и коэффициент упитанности – были вычислены по существующим формулам:

$$K_z = \frac{P}{Q} \times 100; \quad (1)$$

$$K_y = \frac{Q}{l^3} \times 100. \quad (2)$$

где K_z – ГСИ; K_y – коэффициент упитанности; P – вес половых желез; Q – вес тела без внутренностей (порка); l^3 – длина тела рыб в кубе.

Для характеристики годичных циклических изменений в гонадах рыб ежемесячно брались их пробы на микроскопические и гистологические исследования. Для взятия пробы гонад рыб вскрывали скальпелем или хирургическими ножницами с брюшной стороны, половые железы полностью извлекали, изучали внешние признаки и взвешивали. После этого от одной половинки гонад были взяты три кусочка (по краям и из середины) объемом не более 1 см³ каждый и зафиксированы в 10 % нейтральном формалине. Из зафиксированного материала в лабораторных условиях приготавливались гистологические срезы по методическим указаниям для определения стадии зрелости гонад и половых продуктов [2].

Результаты исследования

Передислокация стока р. Терек в Средний Каспий через «Прорезь» отрицательно повлияла на численность ценных видов рыб из-за потери основных нерестовых, зимовальных и нагульных площадей. В настоящее время отсутствует постоянная связь р. Терек с Северным Каспием вследствие заиления и размыва Кубякинского банка, который служил миграционным трактом для производителей и их молоди. На фоне маловодных лет в связи с интенсивным водозабором из реки в оросительные системы транзитный сток Терека в море резко сокращается, что ухудшает условия миграции и воспроизводства промысловых видов рыб. В связи с этим численность и улов промысловых рыб, в т. ч. и сазана, за последние годы значительно снизились и составляют 14–15 % от общего улова. В улове Кизлярского залива среди крупных пресноводных рыб сазан занимает первое место. Его улов почти вдвое превышает улов леща, а на Крайновском побережье – наоборот. Во внутренних водоемах в статистических уловах сазан занимает четвертое место после леща, карася и щуки.

Сазан в научно-исследовательских и промысловых уловах 2009–2013 гг. встречался в возрасте 2–12 лет, средний возраст колебался от 5,3 лет в 2009 г. до 6,85 лет в 2010 г., средняя длина – в пределах 48,0–55,6 см, средняя масса – 2230–3507 г., а коэффициент упитанности колебался от 1,99 до 2,09 % (табл. 1).

Таблица 1. Возрастной состав сазана в 2009–2013 гг.

Годы	Возраст, %											Ср. возраст, Т, лет	Ср. длина, L, см	Ср. масса, P, г	Кэфф. упитан., %
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
2009	0,7	7,9	30,7	28,7	10,2	6,5	5,8	4,4	3,4	1,0	0,7	5,3	48,0	2230	2,02
2010	–	0,7	2,2	12,4	32,4	22,8	17,1	6,7	2,8	1,9	1,0	6,85	55,6	3507	2,04

2011	–	1,4	3,9	9,9	34,0	30,5	9,6	6,2	2,9	1,1	0,5	6,6	53,8	3107	2,00
2012	–	0,7	3,8	13,0	39,7	22,5	10,0	5,5	2,1	1,7	1,0	6,6	53,9	3280	2,09
2013	–	0,7	1,7	15,3	45,8	20,0	10,3	4,1	1,4	0,7	–	6,3	51,8	2772	1,99

В Кизлярском заливе нами отмечены два типа нерестилищ: а) береговые – на свежезаливаемой луговой растительности; б) в зоне открытой воды («морские» нерестилища), на глубине до 4м – на рдестах и другой растительности. В заливе большое значение для размножения рыб имеют береговые нерестилища, которые занимают до 20 % всей акватории залива. Это мелководные участки в прибрежье, где быстрее прогревается вода, больше корма для личинок и ранней молоди, места кладки икры лучше защищены от ветрового волнения, имеются убежища для молоди. Здесь преимущественно размножаются такие виды рыб, как сазан, лещ, щука, вобла. В зоне «морских» нерестилищ рыбы этих видов откладывают икру во время сгонных ветров, когда береговые нерестилища обсыхают. В этом случае личинки и молодь рыб оказываются в менее защищенных от ветров местах и более подвержены воздействию хищников и абиотических факторов [3]. Таким образом, сазан и другие фитофилы приспособились к размножению в специфических условиях гидрологических особенностей Кизлярского залива.

На Крайновском побережье основными нерестилищами являются опресненные участки моря – залив Конный Култук, взморье Аграханского залива, устьевые участки рыбоходных каналов № 3, 4, а также заливаемые паводковыми водами массивы, расположенные вдоль рыбоходного канала № 4. Основные нерестилища в этом водоеме расположены в квадрате 478 и на прилегающих к нему участках. Сюда скатывается также молодь, воспроизведенная во внутренних водоемах (Аракумские НВВ). Общая площадь нерестилищ (без внутренних водоемов) составляет на Крайновском побережье около 60 км²[3].

В Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне преднерестовая миграция сазана начинается в конце апреля при температуре воды 13–14⁰С. В этот период производители сазана (в основном самцы) бывают с текучими половыми продуктами. В последние годы размножение сазана наблюдается при температуре воды не ниже 16–17⁰С. Такая температура обычно бывает в конце апреля или в начале мая в зависимости от продолжительности зимы. Период размножения сазана на Крайновском побережье довольно растянут во времени (около двух месяцев) и зависит не только от температуры воды, но и от времени и наличия нерестилищ. При раннем и длительном затоплении нерестилищ сазан успевает нереститься дважды (в конце апреля и мае), а если в нерестилищах уровень воды резко падает, то и нерест останавливается. Таким образом, на Крайновском побережье в гонадах сазана к нерестовому периоду развиваются и формируются несколько порций икры, возможность их полной реализации достигается только при наличии оптимальных условий для нереста (свежезалитые участки с мягкой луговой растительностью, стабильный уровень воды и её соответствующая температура).

Воспроизводительная способность во многом определяется скоростью достижения рыбами половой зрелости, а также их плодовитостью. Абсолютная плодовитость сазана в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне довольно высокая. Она составляет от 32,9 до 519,7 тыс. икринок (табл. 2). Выше и относительная плодовитость – 145–230 тыс. икринок. Высокую плодовитость сазана в Терско-Каспийском подрайоне можно объяснить порционностью икрометания и крупноразмерностью самок.

При анализе большого объема литературного материала по данному показателю выявлена следующая закономерность: чем севернее расположен водоем, тем выше абсолютная плодовитость, но ниже относительная плодовитость, и наоборот. Относительная плодовитость имеет иную связь с длиной, массой и возрастом самок. С увели-

чением массы, возраста и длины самок относительная плодовитость на некоторое время увеличивается, а затем начинает снижаться. В данном случае величина относительной плодовитости колеблется в зависимости от изменения диаметра икринок у рыб с различной массой, разной длины и возраста.

Таблица 2. Абсолютная плодовитость сазана

Длина тела, см	Плодовитость, тыс. икринок			Количество экз.
	средняя	минимальная	максимальная	
34–36	58,3	32,9	124,2	11
36,1–38	64,1	38,2	131,4	6
38,1–40	127,0	110,0	160,8	18
40,1–42	156,0	57,8	257,0	15
42,1–44	101,0	127,3	288,2	27
44,1–46	187,8	165,8	247,6	17
46,1–48	263,0	92,8	446,2	6
48,1–50	279,0	221,2	297,1	15
50,1–52	341,5	312,0	371,4	9
52,1–54	390,8	303,0	465,5	13
54,1–56	387,0	364,0	418,0	4
56,1 и выше	456,0	410,0	519,7	3

Гистологическое изучение яичников сазана в преднерестовый период (март-апрель) показало, что гонады находятся в IV стадии зрелости, а половые клетки – на разных фазах трофоплазматического роста. На гистологическом срезе яичника видны ооциты. В фазе наполненного желтком (фаза E) они более крупные (1,45–1,53 мм), их основная масса 65–70 %. Кроме того, есть и ооциты на различных фазах вакуолизации (D_1 , D_2 и D_3) меньших размеров (диаметр икринок 0,8–1,1 мм) и в меньшем количестве (20–25 %). Однако ооциты с одним рядом вакуолей (фаза D_1), не достигнув дефинитивного размера, могут быть не выметаны. Кроме этих трехразмерных ооцитов, в различных фазах трофоплазматического роста заметно также незначительное количество ооцитов протоплазматического роста, ооциты в фазе однослойного фолликула (фаза C), т. е. младшие генерации, характерные для II стадии зрелости. Гонадосоматический индекс имеет максимальную величину – в среднем 25,4 % (18,9–35,1 %).

После нереста гистологическая картина яичника резко меняется. Видны пустые фолликулы, остающиеся после овуляции икринок первой порции, ооциты в различных фазах трофоплазматического роста (D_1 , D_2 , D_3 и E), составляющие последующие порции икры, и ооциты младших генераций. Яичники находятся в посленерестовом состоянии – VI–IV стадии зрелости. Показатель зрелости значительно уменьшен за счет выделения первой порции икры и составляет в среднем 3,7 % (с колебаниями от 2,2 до 7,1 %). После вымета первой порции икры в яичниках сазана протекает процесс созревания ооцитов второй порции и происходит переход их в зрелое состояние (фаза F) или дефинитивный размер.

Интервал между первым и вторым нерестом небольшой (15–20 дней), показатель зрелости незначительный, но увеличивается. Яичники после вымета второй порции икры сильно уменьшаются в размерах, гонадосоматический индекс составляет в среднем 2,6 % (с колебаниями – 2,1–4,6 %). На гистологическом срезе яичника видны следы реторбирующихся фолликулов первой порции, фолликулы после овуляции второй порции икры и немногочисленные ооциты трофоплазматического роста (D_1 и D_2).

Таким образом, в яичнике сазана в течение всего периода икрометания одновре-

менно протекают два противоположных процесса – резорбция после нерестовых остатков (фолликулярные оболочки и зрелые остаточные икринки, охваченные резорбцией) и трофоплазматический рост ооцитов последующих порций (рис. 1а). Резорбция остаточных зрелых ооцитов происходит в следующей последовательности: в начале изъедается яйцевая оболочка, ядро смешивается с цитоплазмой, затем постепенно резорбируется и желток, начиная от периферии ооцита к центру (рис. 1б). Радиальная оболочка сохраняется на более длительное время в зависимости от температурных условий (чем выше температура воды, тем быстрее протекает процесс резорбции). При благоприятных условиях резорбционные процессы в яичниках обнаруживаются до конца августа, что говорит о многократном нересте.

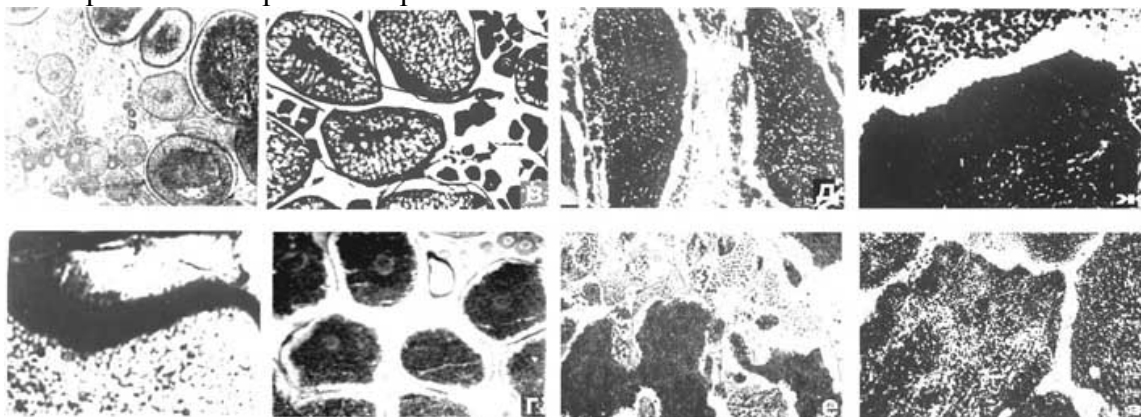


Рис. 1. Гистологическое строение гонад сазана:

а) яичник сазана после вымета первой порции икры. Видны ооциты старшей (трофоплазматического роста) и младшей генерации (протоплазматического роста). Заметны резорбирующиеся фолликулы (об. 8х, ок. 4х);

б) яичник сазана. Виден зрелый ооцит, оставшийся неовулированным по каким-то причинам (об. 90х, ок. 7х);

в) яичник сазана в начале осени. Видны ооциты в фазе трофоплазматического роста (об. 8х, ок. 7х);

г) яичник сазана в предзимний период (IV стадия). Видны ооциты в фазе наполненного желтком (об. 8х, ок. 7х);

д) семенник сазана в начале апреля. Видны округленные ампулы, полностью заполненные сперматозоидами (об. 8х, ок. 7х);

е) семенник сазана в начале июня. Видны половые клетки всех генераций от сперматогоний до сперматозоидов (об. 8х, ок. 7х);

ж) семенник сазана в августе. Видны семенные ампулы, заполненные сперматидами и сперматозоидами (об. 8х, ок. 7х);

з) семенник сазана в конце ноября. Семенные ампулы, заполненные сперматидами, но видны клетки младших генераций (об. 8х, ок. 7х).

На срезах яичника сентябрьского сбора следы резорбции остаются, но их трудно заметить. Основная масса половых продуктов представлена ооцитами на различных фазах трофоплазматического роста. В октябре асинхронность роста ооцитов более или менее сглаживается, т. е. ясно заметны ооциты, формирующие первую порцию икры (они занимают большую часть среза яичника), вторую порцию – их меньше, но есть ооциты в начальной фазе трофоплазматического (D_1 и D_2) и протоплазматического роста (рис. 1в). По гистологической картине яичника можно уже определить, какое количе-

ство икры можно ожидать в следующем нерестовом сезоне. Гонадосоматический индекс в ноябре достигает в среднем 11,3 % (5,9–16,8 %), т. е. около 70 % апрельского минимума. Яичники находятся в IV стадии зрелости, и самки зимуют в этом состоянии (рис. 1г).

Гистологические исследования, проведенные в марте–апреле, показали, что в течение зимнего периода процесс развития ооцитов (накопления желтка и жира в них) продолжается, что свидетельствует об увеличении показателя зрелости. Этот показатель к весне (апрелю) достигает максимальной величины – 20,6 % (10,3–35,5 %). Это накопление связано с перераспределением жира в организме самки.

У сазана IV стадия зрелости яичников самая продолжительная и длится она около 8 месяцев (сентябрь–апрель). В конце апреля при повышении температуры воды до нерестовой яичники сазана переходят в V стадию зрелости (текущее состояние). Надо отметить, что если у многих других видов рыб текущих производителей можно обнаружить значительно раньше (до начала нереста), то у сазана самки с текущими половыми продуктами обнаруживаются только в нерестилищах и перед непосредственным нерестом.

По завершении нереста яичники сазана переходят в посленерестовую VI–III, а не VI–II стадию, которая характерна для всех видов рыб с единовременным нерестом и для некоторых видов (лечь, красноперка) с порционным нерестом.

Таким образом, в яичниках сазана трофоплазматический рост ооцитов фактически в течение года не прекращается, а только замедляется в зимний период или усиливается в нерестовый и посленерестовый периоды.

Характер прохождения половых циклов у самцов сазана имеет ряд особенностей в отличие от самцов других видов рыб. В период нереста у самцов сазана сперматогенез не прекращается. После выделений зрелых сперматозоидов они быстро восстанавливаются в семенных ампулах за счет новой волны сперматогенеза. Поэтому сперматозоиды в семенниках можно обнаружить в любое время года. Серия гистологических срезов, приготовленных из семенников по месяцам, показывает (рис. 1д,е,ж,з), что в семенных ампулах в течение всего этого периода наблюдаются половые клетки на всех фазах развития – от сперматогонии до сперматидов, а по наступлении нерестовых температур- и сперматозоидов. Разница в том, что сперматогенез более усиленно протекает в нерестовый и посленерестовый периоды, а замедляется в предзимний и зимний периоды. Семенники в конце осени увеличены в размерах, гонадосоматический индекс составляет около 80 % от апрельского минимума и колеблется в пределах 3,5–10,4 % (в среднем 5,7 %). В начале весны (март–апрель) показатель зрелости незначительно увеличивается, составляя в среднем 6,8 % (3,8–14,4 %).

С наступлением нерестовых температур гонады переходят в V стадию зрелости. Примечательно, что переход гонад в V стадию у самок и самцов наблюдается не одновременно, т. е. у самцов он наблюдается на несколько дней раньше и заканчивается позже, чем у самок.

Выводы и рекомендации

Результаты наших исследований показали, что ухудшение экологических условий в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне приводит к изменению сроков начала нереста, повышению диапазона продолжительности периода икрометания, сокращению мест нерестилищ (более 80 % площадей водоемов покрылись камышом) и падению общих репродуктивных возможностей сазана.

Изучение роста и развития половых клеток и гонад в течение годового полового цикла позволило выявить у сазана по сравнению с другими порционно-нерестующимися видами рыб ряд специфических особенностей. Установлено, что как у самок, так и у самцов сазана гаметогенез интенсивнее протекает в осенний период (сентябрь–ноябрь), и зимуют они в IV стадии зрелости.

По мере роста и развития половых клеток наблюдается увеличение гонадосоматического индекса, причем максимальное увеличение этого показателя приходится на период завершения вителлогенеза.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно считать, что у Терско-Каспийского сазана как количество, так и качество продуцируемых половых продуктов определяется условиями его существования в водоеме. При неустойчивых условиях естественного воспроизводства эти свойства имеют адаптивное значение, направленное на обеспечение максимальной выживаемости потомства в конкретных условиях обитания. Задачей ближайшего периода в деле сохранения запасов ценных промысловых рыб, к которым относится сазан, в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне, по мнению ряда авторов [4], является расширение районов промысла и масштабирование искусственного разведения с использованием передовых научных достижений.

Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что сазана, несмотря на изменения некоторых биологических показателей в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне, можно отнести к видам с высокой численностью популяции.

Литература

1. Судаков Г.А. и др. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. – Астрахань: КаспНИРХ, 2011. – С. 49–70.

2. Бархалов Р.М. Методическое указание по сбору и обработке ихтиологического материала. – Махачкала: ДГПУ, 2014. – 108 с.

3. Бархалов Р.М. Экология размножения основных промысловых видов рыб из семейства Сургинidae (воблы, кутума, леща, сазана и линя) и их современное состояние в Терско-Каспийском районе // Проблемы развития АПК региона. – Махачкала. – 2010. – № 2. – С. 65–75.

4. Расулов М.М., Мусаев П.Г. Этапы становления и современное состояние осетроводства // Вестник ДГУ. – 2006. – Вып. 4. – С. 57–61.

Поступила в редакцию 19 июля 2014 г.

UDC 597.08:597.5

Environmental specifics of Sazan reproduction in Tersko-Kaspiysk fishery subdistrict

R.M. Barkhalov^{1,2}, A.R. Mustafayev^{1,3}, M.M. Shikhshabekov¹

¹ Дагестанский государственный университет; *Barkhalov@yandex.ru*.

² Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства

³ ГНУ Прикаспийский зональный научно-исследовательский ветеринарный институт; *mustafayev_arkif@mail.ru*

The results of the ecological research of sazans reproduction in Tersko-Kaspiysk fishery subdistrict over the last 5 years have been given with the characteristics of regularity and gametogenesis, cycles and spawning.

Keywords: *sazan, maturity stage, spawning, ovogenesis, spermatogenesis.*

Received 19 July, 2014