

УДК 597.556.13:591.1(262.5)(292.471)

Морфофизиологические характеристики черноморского саргана (*Belone belone euxini* Günther, 1866) в посленерестовом периоде у берегов Юго-восточного Крыма

Силкин Ю. А., Василец В. Е., Силкина Е. Н., Петрова Т. Н., Черняева В. Н.

Карадагская научная станция им. Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН
Феодосия, Республика Крым, Россия
ysilkin@mail.ru

Исследовали морфофизиологические особенности органов саргана (*Belone belone euxini* Günther, 1866) в посленерестовом периоде. Выявлены разные величины индексов органов у саргана, обитающего в Двужорной и Карадагской бухтах. Исследуемые рыбы были одинаковой половой зрелости и отловлены в бухтах с одинаковой температурой. Особи, обитающие в Двужорной бухте с богатой кормовой базой, где они постоянно питаются даже в период нереста, имели на 12 % больше индекс упитанности по сравнению с особями, отловленными в Карадагской бухте. У саргана, обитающего в Карадагской бухте, индекс жабр был увеличен на 25 %, а индекс печени – на 19 %. Увеличение массы жабр и печени у рыб, обитающих у побережья Карадага, скорее всего, связано с особенностями загрязнённости и химического состава вод Карадагской бухты. Для этой бухты характерна быстрая смена гидрологических параметров, влияние хозяйственных сточных вод поселков Коктебеля и Курортного. У самцов саргана масса гонад была в 2,5 раза меньше, а печени – на 12 % меньше, чем у самок, что отражает особенности созревания половых продуктов у самок и самцов в этот период годового цикла рыб. Выявленные различия в индексах исследованных органов саргана могут свидетельствовать в пользу относительной оседлости локальных популяций этого вида рыб, с учетом растянутого нереста и фитофильности для прикрепления икры. Высокая чувствительность индексов жабр и печени саргана к загрязнителям среды позволяют использовать их в качестве чувствительных тест-индикаторов.

Ключевые слова: черноморский сарган, *Belone belone euxini*, индексы органов, посленерестовый период, бухта Двужорная, бухта Карадагская, Черное море.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время Черное море характеризуется наиболее низкой продуктивностью среди всех промысловых морей России. Рыбопромысловые ресурсы Черного моря, в целом, обладают значительным, но весьма уязвимым потенциалом. Из общего количества видов рыб Черного моря около 20 % служат объектами промысла. В результате чрезмерной в последние 50 лет эксплуатации ресурсов отдельных видов промысловых рыб на фоне неблагоприятных для их воспроизводства абиотических и биотических факторов наблюдается снижение уловов. Некогда высокие уловы черноморской кефали, камбалы, сельди сменились кратно более низкими показателями (Расс, 1987). Особенно настораживает падение уловов хамсы, которая является промысловым видом и объектом питания для более крупных видов рыб, в том числе и саргана. На близкую связь хамсы и саргана указывают исследования содержимого их желудков, в которых хамса составляет 99,5% всего пищевого комка (Световидов, 1964). Таким образом, экологические особенности мест обитания, и прежде всего кормовая база, оказывают решающее влияние на морфофизиологические показатели рыб (Смирнов и др. 1972; Адуева и др. 2012; Кузьминова и др. 2016). По данным рыболовецких журналов 2000–2015 годов по Двужорной бухте и по исследованиям состояния ихтиофауны в Карадагской бухте (Мальцев и др. 2017) кормовая база для саргана имеет существенные преимущества в Двужорной бухте. Современных публикаций по морфофизиологии саргана нами не найдено. В немногочисленных исследованиях, относящихся к 40–60-м годам прошлого столетия (Пробатов, Москвин, 1940;

Смирнов, 1959), освящаются сезонные особенности биологии вида. Биология и экология этого вида своеобразна и недостаточно изучена. Тем не менее, хорошо известно, что у саргана порционное икротетание очень сильно растянуто во времени и осуществляется с апреля до середины октября. Икра откладывается на водоросли на глубине 12–18 метров, и эта особенность может служить причиной длительной привязанности стай саргана к локальному обитанию в прибрежных бухтах. Более того, только около половины всей икры яичников самок выметывается в текущем году, а икротетание другой половины икры осуществляется весной будущего года. Эти особенности икротетания саргана позволяют полагать, что сарган длительное время может находиться в районе нереста (Световидов, 1964). Однако до настоящего времени нет достоверных данных об оседлости локальных популяций саргана и возможных маршрутах его миграционных перемещений. В Черном море сарган не является промысловым видом, однако из-за высоких вкусовых качеств он является довольно востребованным приловом.

Таким образом, на основании вышеизложенного, целью нашей работы являлось сравнение морфофизиологических показателей черноморского саргана, обитающего в Двужорной и Карадагской бухтах Юго-восточного побережья Черного моря в посленерестовом периоде.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужил сарган черноморский (*Belone belone euxini* Günther, 1866). Рыб отлавливали ставным неводом в Двужорной бухте и устройствами любительского лова у берегов Карадагской бухты в октябре месяце при температуре воды в море +17,7 °С.

Сарган – стайная пелагическая рыба, мигрирующий, морской, теплолюбивый вид. Внешний вид рыбы своеобразный: тело длинное в виде ленты, покрытое мелкой чешуей, челюсти тонкие, вытянутые в виде «клюва» (рис. 1).

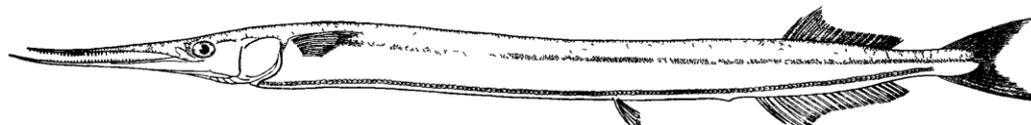


Рис. 1. Сарган черноморский (*Belone belone* Günther) (Световидов, 1964)

Как правило, сарган держится на глубине дном, а в темные спокойные ночи поднимается к самой поверхности воды. Сарган активный пловец, использует волнообразный тип плавания, но способен совершать резкие броски с высокой скоростью. В экстремальных ситуациях способен выпрыгивать из воды на 1,5–2 метра. Как было указано выше, период икротетания у саргана – длительный – с конца апреля до середины сентября (Световидов, 1964; Овен, 1976). По характеру икротетания этот вид относится к группе фитофильных рыб: икра откладывается на водоросли и любые плавающие предметы, к которым она прикрепляется посредством нитевидных выростов. Для саргана характерен непрерывный тип созревания ооцитов и многопорционный нерест. В конце октября – начале ноября у повторно нерестующих самок яичники находятся в переходной стадии зрелости (II–III стадии), и в таком состоянии они зимуют. В районах Юго-восточного побережья Крымского полуострова сарган встречается круглый год, не покидая мест привычного обитания, ввиду особенностей нереста и необходимости откладки икры на прибрежной водорослевой растительности (Васильева, 2007).

Бухты отлова рыб отличаются рельефом дна и биотопом. Двужорная бухта расположена недалеко (примерно 10 км) от Феодосии между мысами Киик-Атлама и Ильи (рис. 2). Простирается она дугой в ширину до 7,5 км и до 10 км с запада на восток.

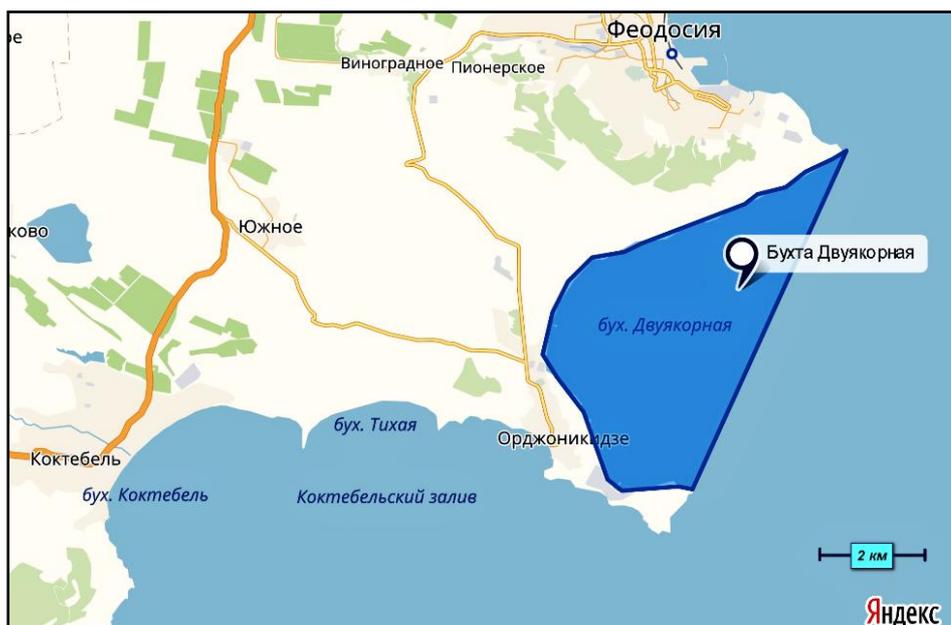


Рис. 2. Расположение Двужкорной бухты на побережье Юго-восточного Крыма

На суше бухта продолжается безводной остепенной Двужкорной долиной, замыкающей на востоке Южнобережье (Ена и др., 2009). Эта бухта считается одной из самых чистых Юго-восточного побережья Черного моря. Своё название она получила из-за особенностей движения воздушных потоков с суши и моря. Встречаясь в бухте, они создавали сильное воздушное напряжение, из-за чего парусные корабли не могли удержаться на воде, не опустив якоря с обеих сторон судна. С долин весной интенсивно стекающие талые воды несут в бухту питательные вещества, которые являются пищей для гидробионтов. Для Двужкорной бухты характерно каменисто-глинистое дно с выходами сигов на его поверхность, обильные иловые отложения с довольно активной аэрофильной микрофлорой создают условия для жизни большинства гидробионтов (Чекалов, 2018). Из беспозвоночных бухта богата мидиями, крабами, рапанами. Скалистые берега с запада и востока довольно хорошо защищают ее от открытого моря. Со стороны пологих берегов глубина бухты небольшая (до 3 м), но в середине бухты имеются места с довольно большой глубиной (до 14–27 м), что позволяет отнести ее к самым глубоким бухтам Крыма. Внутри бухты имеются скалистые образования, обильно поросшие водорослями, являющиеся укрытиями для большинства рыб. Закрытость бухты от северо-восточных и юго-западных ветров, а также отсутствие туристического беспокойства создают благоприятные условия для размножения и жизни рыб (Шаганов, Варламов, 2016). Эта бухта всегда отличалась большей уловистостью и широким видовым разнообразием рыб в сравнении с другими местами лова Юго-восточного побережья Крыма. Из промысловых видов рыб наиболее постоянными в уловах являются ставрида, барабуля, хамса, камбала (несколько центнеров за один улов). Сарган ловится, в основном, весной и осенью, но присутствие в бухте сохраняется на протяжении всего года.

Карадагская бухта является частью большой и протяженной бухты Чалка Юго-восточного побережья Крымского полуострова (рис. 3). Это небольшая, довольно открытая бухта, иногда приравнивается к открытому морю. Глубина ее в 100 метрах от берега составляет от 3 до 10 метров, что позволяет быстрому прогреванию толщи воды. Дно бухты в основном крупногалечное, крупные валуны покрыты зарослями макроводорослей, все это создает благоприятные условия для нереста многих видов рыб. Бухта богата, в основном, прибрежными донными видами рыб, стаи быстро плавающих видов также посещают эту бухту весной для нереста и осенью для нагула. Благоприятному гидробиологическому

состоянию бухты способствовало создание природного заповедника на этой территории в 1979 году. Общее количество ихтиокомплекса акватории Карадагской бухты насчитывает 51 вид, в Красную книгу Республики Крым включено 2 вида (Красная книга..., 2015), в Красный список Международного союза охраны природы (МСОП) – 3 вида, в Красную книгу Черного моря (Black Sea Red Data Book) – 18 видов; в охранные списки Бернской конвенции включены 3 вида (Мальцев и др., 2017). Однако в последние годы видовое разнообразие и количество рыбы в бухте существенно сократилась. Многочисленными исследованиями было показано, что воды побережья Карадага испытывают влияние бытовых стоков близлежащих поселков Коктебель, Курортное и реки Отузки, а также поступлением опресненных вод из Азовского моря и вод подземного происхождения (Трощенко, Ковригина, 2016; Костенко, 1995). Бухта также испытывает влияние активных штормов и течений. Прибрежная зона Карадагской бухты считается водами низкой трофности (Трощенко, Ковригина, 2016).

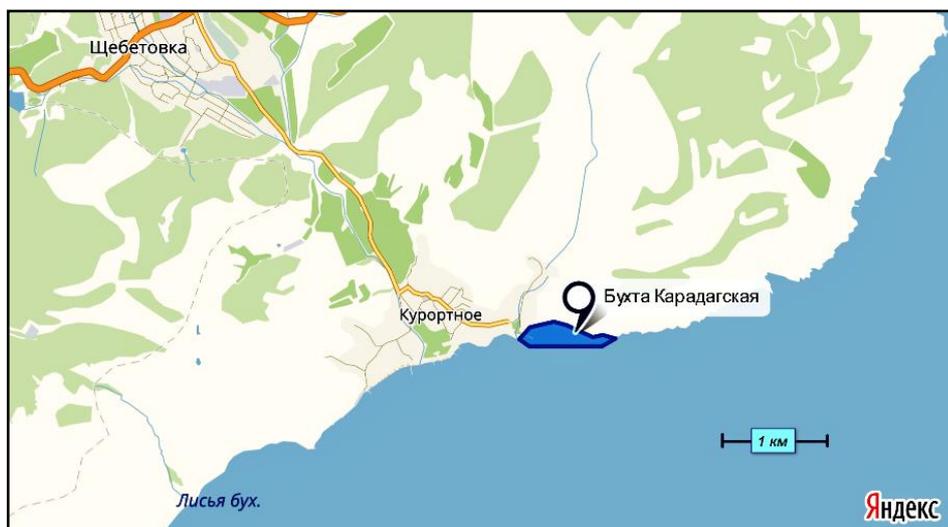


Рис. 3. Расположение Карадагской бухты на побережье Юго-восточного Крыма

Отловленных рыб подвергали биологическому анализу, по результатам которого рассчитывали индексы, по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Шварц и др., 1968). Определение веса органов производилось на весах ВЛКТ-500М с погрешностью 0,1 г. Сердце взвешивали на торсионных весах ВТ-100 (погрешность – 0,01 г) Индексы органов рассчитывали по формуле:

$$X = \frac{W_o \times 100}{W}, \quad (1)$$

где X – индекс органа; W_o – масса органа, г; W – масса рыбы без внутренностей, г.

Индекс упитанности рассчитывали по Кларку (Правдин, 1966) согласно формуле:

$$Q = \frac{W \times 100}{L^3}, \quad (2)$$

где Q – индекс упитанности; w – вес рыбы без внутренностей, г; L – общая длина тела, см.

Масса исследуемых органов была выражена в процентах от веса тушки. Все результаты обработаны статистически и представлены в виде $\bar{x} \pm S^x$ (Рокицкий, 1961). Исследовано 26 особей саргана из Карадагской бухты и 20 особей – из Двужорной.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Размерно-весовые характеристики саргана отличались у представителей разных полов: у самцов масса колебалась от 27,1 до 66,1 г., длина – от 27,5 до 39,5 см; у самок – масса тела была от 30,1 до 71,3 г., длина – от 30,0 до 46,5 см, то есть самки по длине и массе превосходили самцов. Подобная закономерность у саргана была установлена ранее (Аведикова, 1957).

Данные по индексам органов и индексу упитанности представлены в таблицах 1–3. Из данных таблиц видно, что наибольшие колебания массы органов саргана в посленерестовом периоде отмечены в жабрах, печени и гонадах. Анализируя величины индексов этих органов, можно сказать, что они находятся в определенной зависимости от пола особей, стадий зрелости гонад и места обитания.

Таблица 1

Величины индексов органов саргана в двух пунктах исследования

Бухта	Индексы органов, %				
	Индекс жабр	Индекс сердца	Индекс печени	Индекс упитанности	Индекс гонад
Карадагская	1,22±0,04	0,12±0,004	1,24±0,05	0,08±0,002	1,25±0,06
Двужорная	0,97±0,02	0,12±0,005	1,04±0,10	0,09±0,004	1,23±0,04

В Двужорной бухте были отловлены, в основном, самки, находящиеся на III стадии зрелости гонад, поэтому для сравнения были взяты самки той же стадии развития половых продуктов из Карадагской бухты.

Из данных таблицы 1 видно, что наибольшие отличия величин массы органов у рыб из двух бухт характерны для жабр. У саргана, обитающего в Двужорной бухте, величина индекса жабр была на 25 % ниже, чем у рыб, отловленных в Карадагской бухте. Изменение относительной массы жабр, как органа дыхания у рыб имеет большое значение в условиях, связанных с увеличением потребности кислородного обеспечения организма. Как известно, интенсивность метаболизма у быстроплавающих рыб значительно выше, чем у менее подвижных (Шульман, 1972; Силкина, 1991) и, казалось бы, что это связано, в первую очередь, с органом, обеспечивающим организм кислородом, то есть с жабрами. Однако, величина индекса жабр у активно плавающих рыб существенно меньше, чем у малоподвижных видов рыб (Анисимова, 1983; Лукьяненко, 1987), видимо, энергетическое обеспечение организма у этих рыб имеет своеобразные особенности. Отмечено, что увеличение массы жабр наблюдается у рыб, обитающих в загрязненных водах. Это защитная реакция, направленная на усиление метаболизма, необходимого для нейтрализации токсикантов. Повышенное потребление кислорода создает нагрузку на жаберы, в результате чего происходит разрастание и утолщение жаберного эпителия, что приводит к увеличению их массы. Возрастание физиологической роли жабр при действии загрязняющих веществ наблюдается не только у рыб, но и у мидий (Лукьяненко, 1987; Шайдуллина, 2009; Оскольская и др., 2004).

Отмеченный нами факт увеличения массы жабр у саргана, обитающего в Карадагской бухте, скорее всего, связан с гидрологическими особенностями вод Карадагской бухты и, прежде всего, с их высокой эвтрофикацией. Высокая эвтрофикация побережья Карадагской

бухты обусловлена большими объемами плохо очищенных сточных бытовых вод пос. Курортное, и в меньшей степени, пос. Коктебель. По нашим данным очистные сооружения пос. Курортное в летний период работают не по регламенту. Ежедневно, вместо 400 кубов очищенной по регламенту воды, очистные сбрасывают до 8000 кубов неочищенных бытовых стоков. Комплексная оценка экологического состояния акватории Карадагского природного заповедника показывает загрязнение морской воды (Гончарук и др., 2013). Кроме того, для этой бухты характерна быстрая в течение суток смена гидролого-гидрохимических параметров (скорость ветра, волнение моря, температура, соленость, содержание нитратов, силикатов, кислорода), распреснение морской воды из подземных источников (Ковригина и др., 2009). Как указывалось выше, сарган – довольно активный хищник, в поисках пищи и мест нереста ему доступны и поверхностные воды и глубины до 20 м. Поэтому быстрое изменение гидрохимического состава воды в прибрежной, придонной и поверхностной частях моря, видимо, в первую очередь оказывает влияние на жабры саргана.

Трощенко с соавторами считают, что указанные гидроэкологические особенности бухты могут вносить существенные изменения в биоразнообразие морских экосистем и создавать определенные условия для особенностей кормления и активного плавания рыб, и в том числе для саргана в Карадагской бухте (Трощенко и др., 2015).

Величины индексов печени у саргана из двух бухт достоверно различались. У рыб, отловленных в Карадагской бухте, печеночный индекс был на 19 % больше, чем у саргана из Двужорной бухты. Известно, что масса печени у рыб увеличивается во время подготовки организма к нересту, так как для созревания икры необходимы энергетические вещества (белки, жиры, углеводы), запасующиеся в печени. Кроме того, увеличение массы печени отмечается при усиленной кормежке, когда благоприятна и доступна кормовая база (Адуева и др., 2012), а также при воздействии токсикантов, как приспособительная реакция организма на загрязнение среды обитания (Герман и др., 2002). Как указывалось выше, прибрежные воды Карадагской бухты, являющейся частью заповедника, классифицируются как воды средней загрязненности (Трощенко, Ковригина, 2016). Возможно, увеличение массы печени у саргана в наших исследованиях является защитной реакцией организма на гидрохимический состав и поллютанты морской воды Карадагской бухты.

Сердечно-соматический индекс (индекс сердца) можно рассматривать как показатель двигательной активности рыб. В наших исследованиях величина сердечного индекса у саргана не превышала 0,12 %, что совпадает с таковым у других быстроплавающих видов (Астахова, 1983). Сарган – быстрая рыба, активна при кормежке, быстро реагирует на добычу, которую цепко хватает длинными челюстями, резко изгибая подвижное тело (по наблюдениям в аквариуме). В поисках мест для нереста и кормежки она способна преодолевать довольно большие расстояния. Индекс сердца у саргана из двух бухт достоверно не различался, видимо интенсивность движений саргана в исследованных, небольших по размеру, бухтах не сильно отличалась.

Индекс упитанности, являющийся показателем уровня запаса питательных веществ в организме, у саргана из Двужорной бухты был несколько выше (на 12 %), чем у рыб из Карадагской бухты (табл. 1). Видимо, состояние кормовой базы в Двужорной бухте более благоприятное, что позволяет саргану в этой бухте лучше подготовиться к зимовке.

Обращает внимание величина этого показателя, в сравнении с упитанностью у других видов черноморских рыб. У саргана индекс упитанности был на порядок меньше, чем у быстроплавающих видов рыб (Силкин и др., 2017).

Исследованные изменения массы органов саргана из разных бухт свидетельствуют о том, что экологические особенности среды обитания отражаются, в первую очередь, на увеличении массы жабр, как органа, непосредственно соприкасающегося с внешней средой и печени, как органа осуществляющего барьерную функцию по детоксикации поллютантов.

В наших исследованиях рыбы находились во второй и третьей стадиях зрелости половых продуктов. Результаты величин индексов исследованных органов саргана, находящегося в разном гормональном статусе, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Величины тканевых индексов саргана, обитающего в Карадагской бухте, в зависимости от стадии зрелости гонад

Стадия зрелости гонад	Индексы органов, %		
	Индекс жабр	Индекс сердца	Индекс печени
III	1,46±0,04	0,14±0,004	1,38±0,06
II	1,26±0,05	0,13±0,005	1,07±0,08

Как видно из таблицы, стадии зрелости гонад саргана имеют положительную корреляцию с индексом печени и жабр, индекс сердца в этой ситуации не изменяется. У саргана с III стадией зрелости в сравнении с особями со II стадией зрелости гонад масса печени увеличивается на 29 %, а жабр – на 15 %. Скорее всего, это является отражением увеличения интенсивности обмена веществ и, в первую очередь, в тех органах, которые отвечают за синтез пластических веществ (печень) и кислородное обеспечение этого синтеза (жабры).

Многие авторы (Кривобок, Тарковская, 1964; Адуева и др., 2012; Распопов, Морозов, 2014) в своих исследованиях отмечали различия величин индексов органов от пола у представителей костистых рыб: у самок они выше, чем у самцов.

В наших исследованиях также наблюдаются изменения массы органов у саргана в посленерестовом периоде (табл. 3). У самцов масса гонад в 2,5 раза, а масса печени на 12 % меньше в сравнении с самками.

Таблица 3

Величины тканевых индексов саргана, отловленного в Карадагской бухте

Индексы органов, %			
Индекс жабр	Индекс сердца	Индекс печени	Гонадосоматический индекс
С а м к и			
1,22±0,04	0,12±0,04	1,34±0,05*	1,36±0,02
С а м ц ы			
1,28±0,04	0,12±0,05	1,11±0,05*	0,54±0,03

Примечание к таблице. Между величинами, отмеченными звездочкой (*) отличия достоверны при $p \leq 0,01$.

Более высокий индекс печени у самок, возможно, связан с большими, относительно самцов, весовыми характеристиками (это было отмечено выше). Кроме того, как известно, для нормального развития гонад необходим запас энергетических и пластических веществ, что особенно важно на начальных стадиях большого трофоплазматического роста ооцитов и сперматогенеза. Для этого в печени происходит синтез белков и липидов, что находит свое внешнее выражение в увеличении относительного веса печени (Шварц и др., 1968). Важно также отметить, что такие морфологические и метаболические изменения у самок необходимы для обеспечения полноценного нереста в ранневесеннем периоде.

Различие индекса гонад у самцов и самок, вероятно, обусловлено особенностями биологического развития этих репродуктивных органов и неодинаковыми темпами их созревания. У самцов гормональный статус соответствует посленерестовому состоянию, а у самок – преднерестовому периоду. Как говорилось ранее, у самок саргана только половина икры выметывается в период нереста, а вторая – резервная часть икры дозревает в посленерестовом состоянии и выметывается в следующем году, что также сказывается на величине относительной массы гонад (Овен, 1976). Наличие резервных ооцитов у самок саргана также отмечала Аведикова (1957).

Проведенные исследования по морфофизиологическим характеристикам индексов органов саргана из разных бухт Юго-восточного Крыма в посленерестовом периоде выявили ряд различий в индексах исследованных органов. Эти различия могут свидетельствовать в пользу относительной «оседлости» локальных популяций саргана, с учетом растянутого у этой рыбы нереста и фитофильности для прикрепления икры. В этой связи несинхронное созревание половых продуктов у саргана объясняется тем, что оплодотворение молоками икры, ранее прикрепленной нитевидными выростами к растениям, может осуществляться только со сдвигом во времени. Кроме того, высокая чувствительность индексов жабр и печени саргана к загрязнителям среды позволяют использовать эти показатели в качестве чувствительных тест-индикаторов.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены существенные отличия по отдельным параметрам физиологического состояния особей саргана, отловленных в Двужорной и Карадагской бухтах в посленерестовом периоде.

2. Величина индекса жабр у особей саргана, отловленных в Двужорной бухте, на 25 % ниже, чем у особей, отловленных в Карадагской бухте. Увеличение массы жабр у саргана из Карадагской бухты, по нашему мнению, связано с эвтрофикацией и с гидрологическими особенностями вод этой бухты.

3. У особей, отловленных в Двужорной бухте, печеночный индекс на 19 % меньше, чем у особей из Карадагской бухты что, может быть, связано с различным уровнем загрязненности исследованных бухт.

4. Индекс упитанности особей саргана из Двужорной бухты был на 12 % выше, чем у рыб из Карадагской бухты, что хорошо коррелирует с более богатой кормовой базой в Двужорной бухте, по сравнению с Карадагской.

5. У самцов саргана в осеннем периоде масса гонад в 2,5 раза, а печени на 12 % меньше в сравнении с самками. Это, обусловлено, как мы полагаем, особенностями созревания и обеспечения пластическим материалом половых продуктов самцов и самок в ходе их годового цикла.

Работа выполнена в рамках темы гос. задания № АААА-А19-119012490045-0 Изучение фундаментальных физических, физиолого-биохимических, репродуктивных, популяционных и поведенческих характеристик морских гидробионтов.

Список литературы

- Аведикова Т. М. О размножении и развитии черноморского саргана *Belone belone euxini* Gunter // Ученые записки Ростовского-на-Дону государственного университета. – 1957. – Т. LVII, вып. 1. – С. 47–67.
- Адуева Д. Р., Крючков В. Н., Аль-Бурай А. М. Морфофизиологические особенности кефалей рода *Liza* из бассейнов Каспийского и Красного морей // Естественные науки. – 2012. – № 2 (39). – С. 118–122.
- Анисимова И. М., Лавровский В. В. Ихтиология – М.: Высшая школа, 1983. – 255 с.
- Астахова Л. П. Зависимость индекса сердца и мозга черноморских рыб от их естественной подвижности // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 1983. – № 6. – С. 294–296.
- Васильева Е. Д. Рыбы Черного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригаллиных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С. В. Богородским. – М.: Изд-во ВНИРО, 2007. – 238 с.
- Герман А. В., Чуйко Г. М., Флеров Б. А., Тиллитт Д., Зайчек Д. Морфометрические и физиолого-биохимические показатели рыб как биоиндикаторы загрязнения водоемов // Современные проблемы водной токсикологии. – Борок, 2002. – С. 21–32.
- Гончарук В. В., Лапшин В. Б., Самсонов-Тодоров А. О., Коваленко В. Ф., Морозова А. Л., Зарицкий К. О., Сыроешкин А. В. Комплексная оценка токсичности морской воды в акватории Карадагского природного заповедника // Химия и технология воды. – 2013. – Т. 35, № 3. – С. 229–239.
- Ена В. Г., Ена Ал. В., Ена Ан. В. Краткий географический словарь Крыма. – Симферополь: Бизнес-Информ. – 2009. – 264 с.
- Ковригина Н. П., Трощенко О. А., Щуров С. В. Особенности пространственного распределения гидролого-гидрохимических показателей прибрежной акватории Карадага в современный период (2005–2006 гг.) // Карадаг-2009 / Сборник научных трудов, посвященный 95-летию Карадагской научной станции и 30-летию Карадагского

природного заповедника НАН Украины / [ред. А. В. Гаевская, А. Л. Морозова]. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – С. 446–461.

Костенко Н. С. Экологическое состояние акватории Карадагского заповедника // Заповідна справа в Україні. – 1995. – Т. 1. – С. 72–79.

Красная книга Республики Крым. Животные / [отв. ред. д. б. н., проф. С. П. Иванов и к. б. н. А. В. Фатерыга]. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. – 440 с.

Кривобок М. Н., Тарковская О. И. Химическая характеристика желтоперой камбалы, трески и минтая Юго-восточной части Берингова моря // Труды ВНИРО. – 1964. – Т. 49. – С. 257–272.

Кузьминова Н. С., Овен Л. С., Салехова Л. П., Шевченко Н. Ф., Самотой Ю. В. Долговременные изменения популяционных и морфофизиологических параметров некоторых видов черноморских рыб из прибрежной зоны Севастополя и Крыма // Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя. – М.: ГЕОС., 2016. – С. 31–124.

Лукьяненко В. И. Экологические аспекты ихтиотоксикологии. – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 240 с.

Мальцев В. И., Шаганов В. В., Василец В. Е. Современное состояние ихтиокомплекса Карадагского природного заповедника // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – природного заповедника РАН. – 2017. – Вып. 2 (4). – С. 36–54.

Овен Л. С. Особенности оогенеза и характер нереста морских рыб / [отв. ред. д.б.н. Т. В. Дехник]. – Киев: Наукова думка, 1976. – 132 с.

Оскольская О. И., Тимофеев В. А., Моисеев Д. В. Некоторые морфофизиологические характеристики мидии, *Mytilus galloprovincialis* из акваторий Карадага // Карадаг. Гидробиологические исследования. (Сборник научных трудов, посвященный 90-летию Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского и 25-летию Карадагского природного заповедника) НАН Украины. Книга 2-я. – Симферополь, 2004. – С. 174–180.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром. – 1966. – 376 с.

Пробатов А. Н., Москвин Б. С. Материалы по биологии саргана *Belone belone euxini* Günther у северо-восточной части Черного моря // Труды Новороссийской биологической станции. – 1940. – Т. 2–3. – С. 133–164.

Распопов В. М., Морозов Р. В. Сравнительные морфофизиологические показатели белуги и калуги // Актуальные вопросы рыбного хозяйства и аквакультуры бассейнов южных морей России: материалы Межд. науч. конф. – Ростов-на-Дону, 2014. – С. 265–268.

Расс Т. С. Современные представления о составе ихтиофауны Черного моря и его изменениях // Вопросы ихтиологии. – 1987. – Т. 27, вып. 2. – С. 179–187.

Рокицкий П. Ф. Основы вариационной статистики для биологов. – Минск: Бел. Гос. Университет. – 1961. – 224 с.

Световидов А. Н. Рыбы Черного моря. – М.–Л.: Изд-во «Наука». – 1964. – 550 с.

Силкина Е. Н. Особенности углеводного обмена в скелетных мышцах и печени рыб различной естественной подвижности: автореф. дисс. ... на соиск. учён. степени канд. биол. наук. – Ленинград: ИЭФиБ им. И. М. Сеченова АН СССР, 1991 – 24 с.

Силкин Ю. А., Василец В. Е., Черняева В. Н., Силкина Е. Н., Петрова Т. Н. Динамика величин гонадосоматического индекса, индекса печени и индекса упитанности в весенне-летний период у некоторых черноморских рыб разной экологии // Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Керчь, 26 сентября – 1 октября 2017 г.). – Симферополь, 2017. – С. 134–135.

Смирнов А. Н. Материалы по биологии рыб Черного моря в районе Карадага // Труды Карадагской биологической станции. – 1959. – Вып. 15. – С. 31–109.

Смирнов В. С., Божко А. М., Рыжков Л. П., Добрынская Л. А. Применение метода морфологических индикаторов в экологии рыб // Труды СевНИОРХ. – 1972. – № 7. – 169 с.

Трощенко О. А., Ерёмин И. Ю. Изменчивость параметров термохалинной структуры вод в прибрежной зоне Карадагского природного заповедника по данным многолетних наблюдений // Сборник научных трудов. 100 лет Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского. – Симферополь. – 2015. – С. 748–752.

Трощенко О. А., Ковригина Н. П. Особенности распределения гидролого-гидрохимических показателей в прибрежной зоне Карадагского природного заповедника и Коктебельской бухте в теплый период 2005–2014 годов // Заповедники Крыма – 2016: тезисы 8 Международной научно-практической конференции (Симферополь, 28–30 апреля 2016 г.). – Симферополь, 2016. – С. 169–171.

Чекалов В. П. Окислительная активность бентосных бактерий в донных отложениях Карадага и Двужорной бухты (Черное море) // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН. – 2018. – № 1 (5). – С. 10–17.

Шаганов В. В., Варламов В. И. Экологические особенности размножения рыб прибрежной зоны Двужорной бухты (Черное море) // Заповедники Крыма – 2016: тезисы 8 Международной научно-практической конференции (Симферополь, 28–30 апреля 2016 г.). – Симферополь, 2016. – С. 342–343.

Шайдуллина Ж. М. Сезонная и возрастная динамика морфологических показателей леща реки Урал: автореф. канд. дис. на соиск. учён. степени канд. биол. наук. – Астраханский государственный технический университет. – Астрахань, 2009. – 24 с.

Шварц С. С., Смирнов В. С., Добрынский Л. Н. Метод морфологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. – Свердловск, 1968. – 387 с.

Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. – М.: Пищ. пром, 1972. – 368 с.

Silkin Yu. A., Vasilets V. E., Silkina E. N., Petrova T. N., Chernyaeva V. N. Morphophysiological characteristics of garfish (*Belone belone euxini* Günther, 1866) during the post-spawning period in the coastal waters of the south-eastern Crimea // Ekosistemy. 2019. Iss. 17. P. 77–86.

The morphophysiological features of the garfish organs (*Belone belone euxini* Günther, 1866) were examined in the post spawning period. Different sizes of organ indexes were identified for the garfish inhabiting Dvuyakornaya and Karadag bays. The analyzed samples were of the same sexual maturity and were caught in bays with the same temperature. The garfish which lived in Dvuyakornaya Bay with rich forage base fed on it constantly even during the spawning period. Consequently, it had 12 % higher fatness index than specimens caught in the Karadag Bay. The garfish that inhabit the Karadag Bay had the gills index increased by 25 %, and the liver index – by 19 %. The increase of the gills and liver mass of fish inhabiting the coast waters of Karadag is likely to result from the pollution and chemical water composition of the Karadag Bay. This bay is characterized by a rapid change of hydrological parameters, the influence of household wastewater from the villages Koktebel and Kurortnoe. Studied male garfish had 2.5 times smaller gonad mass and 12 % smaller liver mass than female specimens that reflects peculiarities of maturation of sexual products of females and males during this period of the annual fish cycle. The revealed differences in the indexes of the examined organs of the garfish can indicate that the local population of this species of fish is relatively resident, taking into account the extended spawning and phytophilic features for attachment of fish eggs. The high sensitivity of garfish gill and liver indexes to environmental pollutants enables using them as sensitive test indicators.

Key words: garfish, *Belone belone euxini*, organ indexes, post spawning period, Dvuyakornaya Bay, Karadagskaya Bay, Black Sea.

Поступила в редакцию 25.09.18