

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МОЛОДИ МАССОВЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Кузьминова Н.С., к. б. н., научный сотрудник

Институт биологии южных морей НАН Украины

Проведен анализ уловов, размерно-массовых характеристик молоди (0+ - 1 г.) черноморской ставриды и султанки из прибрежной зоны Черного моря. Показаны межгодовые изменения параметров индексов печени и селезенки, гонадосоматического индекса и упитанности у двух видов. Установлено увеличение веса и длины рыб, начиная с 2008 года. По комплексу параметров показана положительная динамика в состоянии султанки.

Ключевые слова: молодь, черноморские рыбы, ставрида, султанка.

Кузьминова Н.С. СУЧАСНИЙ СТАН МОЛОДІ МАСОВИХ ПРОМИСЛОВИХ ВИДІВ РИБ У ПРИБЕРЕЖНІЙ ЗОНІ ЧОРНОГО МОРЯ / Інститут біології південних морів НАНУ, Україна

Проведено аналіз уловів, розмірно-масових характеристик молоді (0 + - 1 г.) чорноморської ставриди і султанки з прибережної зони Чорного моря. Показані міжрічні зміни параметрів індексів печінки та селезінки, гонадосоматичного індексу і вгодованості у двох видів. Встановлено збільшення ваги і довжини риб, починаючи з 2008 року. По комплексу параметрів показана позитивна динаміка в стані султанки.

Ключові слова: молодь, чорноморські риби, ставрида, султанка.

Kuz'minova N.S. MODERN STATE OF YOUNG MASS SPECIES OF FISH IN THE COASTAL ZONE OF THE BLACK SEA / Institute of Biology of the Southern Seas of NASU, Ukraine

Analysis of catch, size-mass characteristics of young (0 + - 1 y.o.) Black Sea horse mackerel and red mullet in the Black Sea coastal zone is done. Interannual changes in the parameters of the hepato- and gonadosomatic indices, index of spleen and condition factor of two species are described. The increase of weight and length of fish since 2008 is noticed. The complex of parameters investigated shows a positive trend in the state of red mullet.

Key words: young fish, Black Sea fish, horse mackerel, red mullet.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее десятилетие научная информация о состоянии черноморских акваторий и их обитателей весьма противоречива. С одной стороны, по-прежнему, вода, грунты и гидробионты загрязнены ксенобиотиками и находятся в угнетенном или напряженном состоянии [1-8].

С другой стороны, намечаются положительные изменения как в самой среде [9], так и в статусе флоры и фауны [10-13].

Одно из конечных звеньев в экосистеме Черного моря – рыбы – постоянно находятся под пристальным вниманием ихтиологов. Так, на основании нашего анализа популяционных характеристик массовых видов черноморских рыб (ставриды, султанки, спикары, морского ерша) установлено расширение возрастного состава рыб, смещение процента особей в сторону рыб среднего возрастного класса, появление в уловах старых самцов [13 – 15]. Повышение размерно-массовых характеристик отмечено для зеленушки-рулены [16].

По данным Климовой Т.Н., в 2005 – 2009 гг. в прибрежной зоне Черного моря наблюдается стабильный среднегодовой рост доли икры и личинок по сравнению с 2003 – 2004 гг., восстановление видового состава ихтиопланктона до уровня 1960-х годов XX в. [17, 18]. Средняя численность личинок в 2008 г. была практически такой же, как в 1967 и 1986 гг. и составляла 66 экз./100 м³ [17]. Помимо этого, об улучшении экологического состояния севастопольских бухт свидетельствовало и начавшееся увеличение доли личинок старших возрастных групп в 2003 – 2006 гг. [19].

В то же время имеются данные о негативных последствиях хронического антропогенного и биологического (вселение гребневика мнемииопсиса) загрязнения для рыб [20]. Высокая смертность пелагической икры и смена видов-доминантов среди личинок рыб в пользу личинок непромысловых оседлых видов, увеличение доли «прочих» видов в ихтиопланктоне по сравнению с 1960-ми годами свидетельствуют о продолжающихся изменениях в видовой структуре ихтиопланктонного комплекса [17, 18, 21].

У взрослых рыб (средний возрастной класс и старые особи) отмечается тенденция «мельчания» с 2003 по 2010 гг. [13 - 15, 22].

В связи с тем, что молодь рыб является чувствительным и уязвимым звеном ихтиоценоза, а также тем, что ее анализ отражает состояние запасов всего стада, представлялось интересным оценить современный статус некоторых видов черноморских рыб. Изучение основных популяционных и морфофизиологических показателей молоди массовых видов рыб позволит дать характеристику будущего нерестового стада.

В прибрежных ловах Черного моря основной процент рыб приходится на султанку, ставриду, скорпену и спикару [23, данные Севастопольской инспекции по охране и воспроизводству рыбных запасов и регулирования рыболовства). Первые два вида являются промысловыми. Улов их в донных ловушках Института биологии южных морей составлял в последние годы от 9 до 15 % по ставриде и от 27 до 42 % по султанке от общего количества видов.

Цель работы: оценить состояние молоди промысловых видов рыб (ставриды и султанки) на основании исследования их популяционных, морфофизиологических параметров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Экземпляры ставриды средиземноморской (*Trachurus mediterraneus* Staindachner, 1868) и черноморской султанки *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758) отловлены в прибрежной зоне г. Севастополя (б. Карантинная, б. Александровская) с 2007 по 2011 гг. с помощью донных ловушек.

Средиземноморская (черноморская) ставрида (*T. mediterraneus*) – промысловая рыба с выраженной флуктуацией численности [24, 25]. По последним данным, стадо ставриды все еще не восстановилось, что выразилось в его омоложении и продолжающемся падении уловов [25].

Черноморская султанка или барабуля – промысловый вид [22], биологические и экологические особенности которого (как и ставриды) хорошо изучены. Последние данные о современном состоянии султанки свидетельствуют о начавшемся восстановлении популяции этого вида, и, в то же время, об индукции в ответ на неблагоприятные условия среды защитных систем организма на разных уровнях его организации [22, 26].

Сделан биологический анализ 240 экземпляров ставриды и 633 - султанок. Измеряли размеры рыб (TL, FL, SL), массу рыбы и массу тушки, определяли пол, стадию зрелости и массу гонад, печени, селезенки. Гонадосоматический индекс (ГСИ), индекс печени (ИП), индекс селезенки (ИС) и упитанность (Упит.) рассчитывали, используя массу сомы (масса тела без внутренностей). Возраст определяли по отолитам у ставриды и по чешуе – у султанки. В соответствие с поставленной целью анализировали только возрастную группу сеголетки-годовики. Наши предварительные расчеты не показали существенных половых отличий по исследованным параметрам у особей этой возрастной группы как у ставриды, так и у султанки, в связи с чем по половому признаку рыб не дифференцировали.

Сравнительный анализ показателей длины, массы рыб, а также индекса печени, селезенки, коэффициента зрелости и упитанности проводили для разных лет указанного периода. Методы биоанализа рыб и расчет индексов широко известны [27, 28].

Результаты исследований обработаны статистически и выражены в форме $M \pm m$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 1 представлены величины уловов ставриды и султанки в современный период по данным Севастопольской инспекции по охране и воспроизводству рыбных запасов и регулирования рыболовства. До 2008 года уловы ставриды в севавтопольских территориальных водах колеблются, после чего снижаются с 318 т (2008 г.) до 62 т (2011). Размер уловов барабульки по годам варьирует в меньшей степени; минимальным он был в 2004 г. (11,3 т), а максимальным – в 2010 г. (49,2 т) (рис. 1).

Было установлено, что размеры годовиков ставриды и султанки в 2007 и 2008 годы были наименьшими за весь исследованный период. В 2009 – 2011 гг. этот показатель увеличился и находился на одном уровне у двух видов (рис. 2).

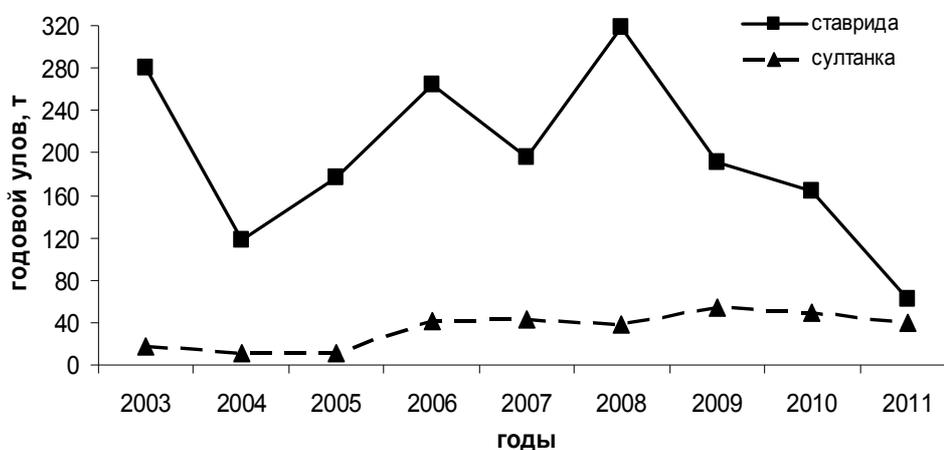


Рис. 1. Среднегодовые уловы ставриды и султанки в севавтопольских территориальных водах с 2003 по 2011 гг. (в т) (данные Севастопольской инспекции по охране и воспроизводству рыбных запасов и регулирования рыболовства).

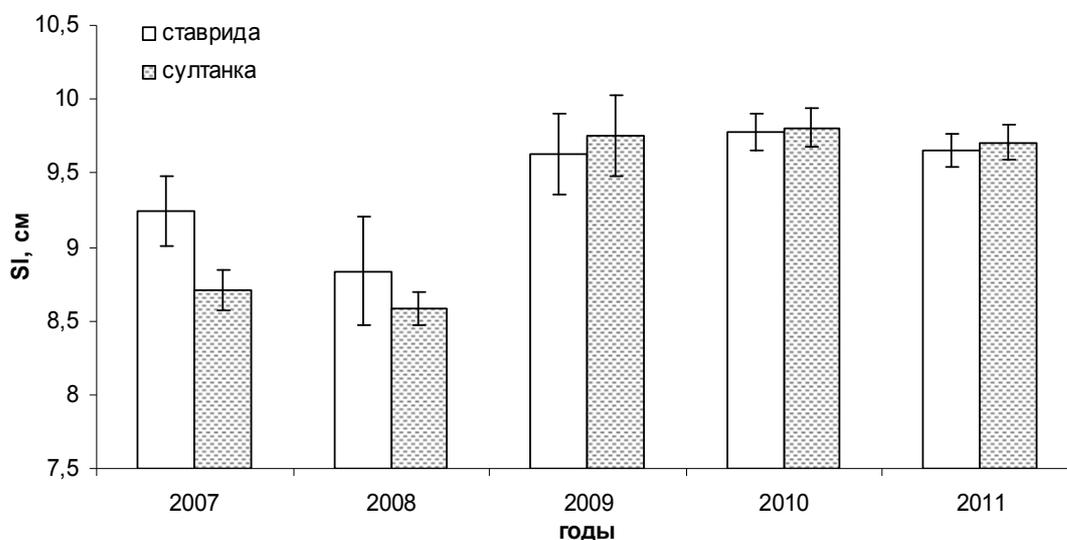


Рис. 2. Размер (SI) годовиков ставриды и султанки в 2007 – 2011 гг.

Масса 1-годовалых особей исследованных видов, особенно ставриды, в течение всего исследованного периода изменялась в меньшей степени, чем размер, хотя сама тенденция сохраняется (рис. 3).

Также слабо изменялась по годам упитанность видов-доминантов, хотя у султанки наблюдается достоверное снижение этого параметра с 2007-2008 до 2011 года, а у ставриды находится на одном уровне (рис. 4).

Имеются сведения, что состояние кормовой базы некоторых видов черноморских рыб, находящихся на ранних стадиях развития, в последние годы стало улучшаться. Такие заключения были получены на основании данных о том, что кишечник личинок (шпрота, песчанки) был с пищей за счет благоприятного состояния самого кормового зоопланктона (несмотря на изменения его видового состава по сравнению с 1950 и 1980-ми годами) [29].

Анализ состояния икры и личинок 11 видов черноморских рыб показал, что уже в 2005 году из-за снижения количества гребневика *Mnemiopsis leidyi* у всех просмотренных особей желудок был полным, в то время как в 1990-е годы только у 20 % рыб на ранних стадиях развития желудок был наполнен пищей [30]. Положительные сукцессии в структуре планктоихтиоцена, выражающиеся в восстановлении нерестовых популяций и приближении основных характеристик икры и личинок к показателям 1960-1970-х гг. отмечены и другими исследователями [31]. При этом авторами было отмечено, что доля икры и личинок султанки заметно возросла (26,6 экз./м²), а икра ставриды встречалась единично (6 экз./м²) [31].

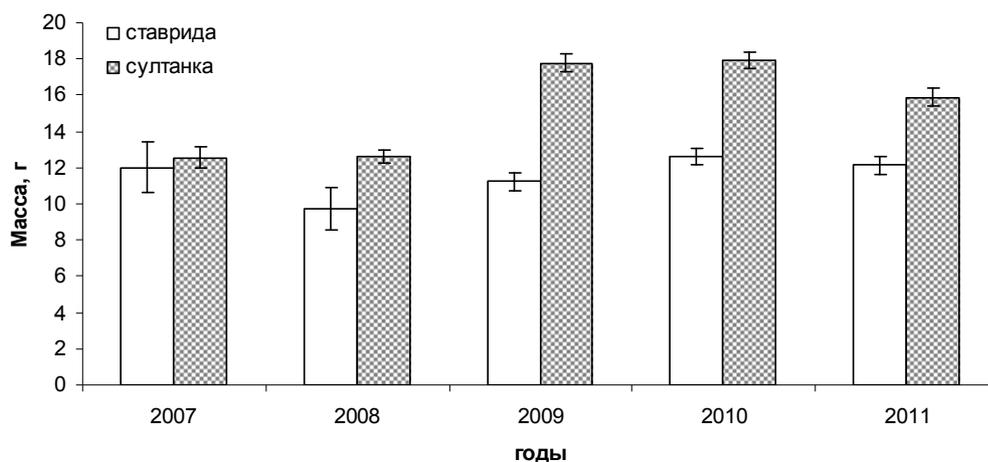


Рис. 3. Масса годовиков ставриды и султанки в 2007 – 2011 гг.

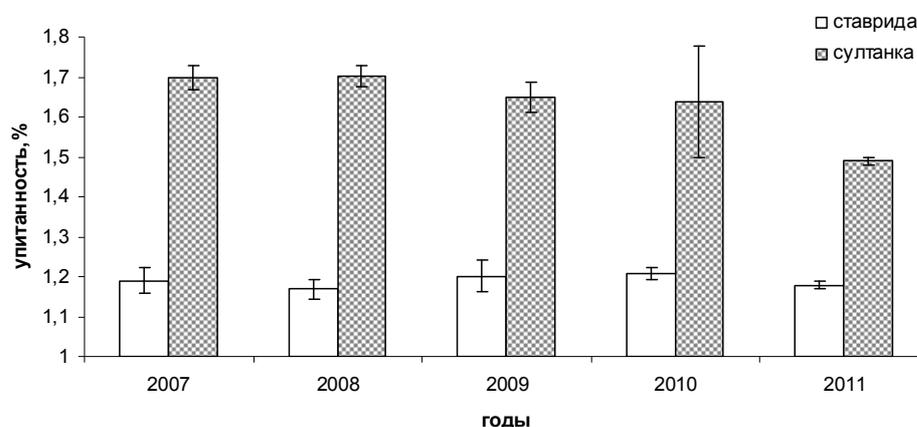


Рис. 4. Упитанность годовиков ставриды и султанки в 2007 – 2011 гг.

Улучшение кормовой базы и для более взрослых рыб также происходит в современный период. Известно, что ставрида питается главным образом мелкой рыбой (хамса, шпрот, атерина, тюлька, сельдь) и ракообразными (креветки, мизиды, амфиподы, изоподы и др.). Барабулька питается преимущественно донными беспозвоночными (ракообразные, полихеты) [32].

Ранее, эффект повышения основных биологических параметров зеленушки авторы связывали с увеличением численности и биомассы бентосных организмов (моллюсков, ракообразных, полихет), служащих кормом для рулены в севастопольских бухтах [23]. Такая же картина справедлива и для других акваторий Черного моря: биомасса макрозообентоса (преимущественно за счет ракообразных) у западных берегов Крыма увеличилась в 2010 г. более чем в 2 раза по сравнению с 70 и 80-ми годами прошлого столетия [12]. По данным Севастопольской инспекции по охране и воспроизводству рыбных запасов и регулирования рыболовства с 2006 по 2010 год уловы шпрота, хамсы, сельди увеличились в 1,5-2 раза. Следовательно, молодые особи (от стадии ихтиопланктона до годовиков) как султанки, так и ставриды, не испытывают дефицита в пищевых объектах.

Индекс печени является весьма информативным при физиологических и экологических исследованиях. Известно, что его величина зависит от пола, стадии развития половых продуктов, возраста (размера) особей, а также уровня загрязнения [3, 4]. Повышение ИП может быть результатом как хорошей накормленности рыб (в количественном и в качественном смысле), так и адаптивной реакцией (по причине увеличения уровня глюкозы и гликогена) рыб в ответ на неблагоприятные условия обитания [3, 4].

Интересно, что у ставриды величина ИП снижается, как и упитанность, к 2011 году (рис. 4-5).

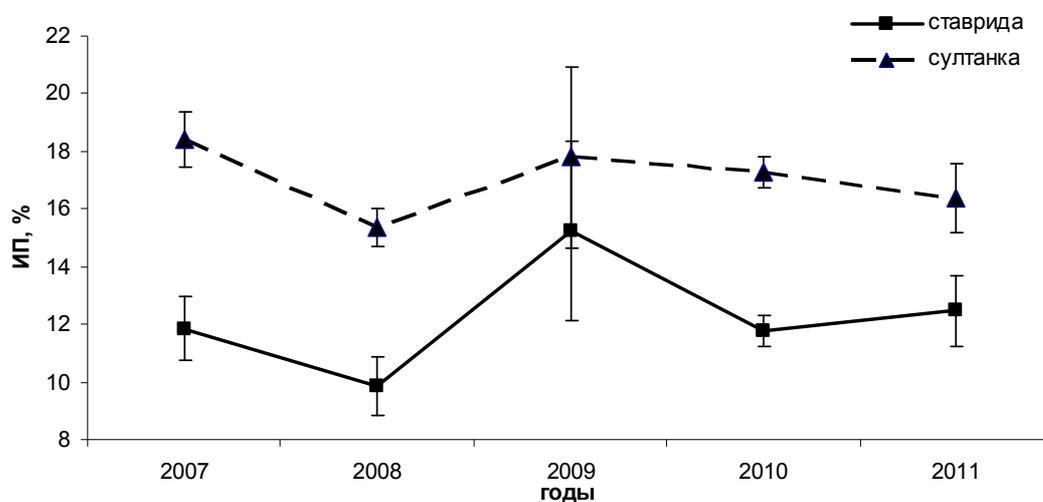


Рис. 5. Индекс печени годовиков ставриды и султанки в 2007 – 2011 гг.

Учитывая, что состояние кормовой базы нормальное, снижение ИП у султанки (как оседлого придонного вида) с 2009 г., скорее всего, свидетельствует о более благоприятном состоянии особей, так как повышенная величина ИП у черноморских рыб ранее являлась результатом происходящих адаптивных процессов в организме рыб в ответ на присутствие в воде токсикантов различной химической природы.

Для ставриды же, как вида-мигранта, ИП не является индикатором воздействия загрязнения [4]. В этом случае все-таки проявляется эффект неблагоприятного состояния особей. Это предположение доказывает график изменения ИС рыб. В то время как у султанки ИС находился на одном уровне (кроме 2007 года), у годовиков ставриды этот индекс, начиная с 2008 года, снижался (рис. 6 и 7).

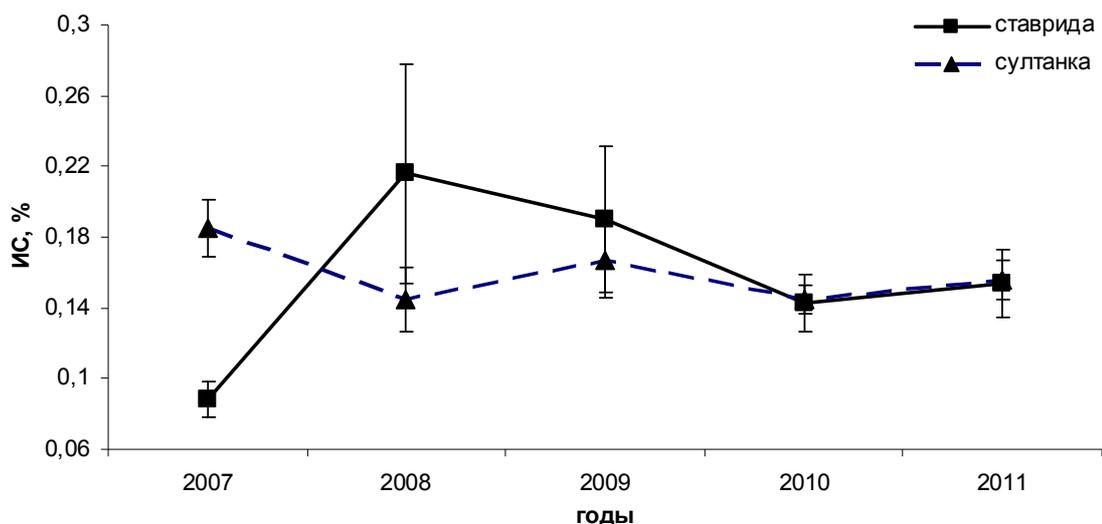


Рис. 6. Индекс селезенки годовиков ставриды и султанки в 2007 – 2011 гг.

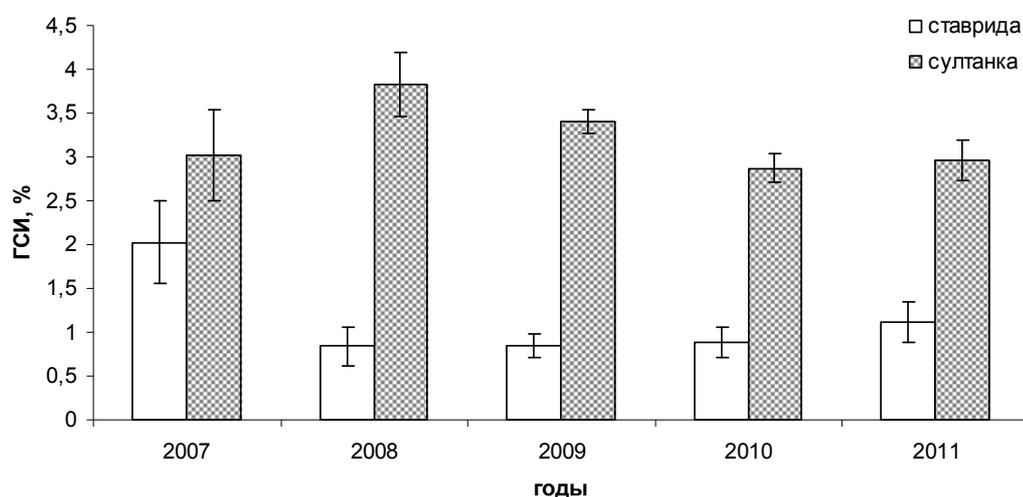


Рис. 7. Гонадосоматический индекс годовиков ставриды и султанки в 2007 – 2011 гг.

Известно, что в условиях хронического загрязнения водной среды величина ИС и ГСИ у рыб снижается [5, 13]. Для ставриды в 2007 году ИС – минимален, а с 2008 года происходит достоверное понижение этого параметра (рис. 6). Величины ИС годовиков султанки в 2007 – 2011 гг. изменялись незначительно, что может быть связано с более выраженными у этого вида адаптационными способностями из-за постоянного контакта с токсикантами различной химической природы в придонном слое воды, а также эффектом возврата: усилением кровотока после дополнительного выброса в кровь клеточных элементов [33, 34]. Снижение ГСИ у двух изученных видов отражает напряженное функционирование репродуктивной системы рыб. Об этом говорят данные о повышении в 2000-е годы активности антиоксидантных ферментов в гонадах у большинства массовых видов рыб Черного моря (в том числе ставриды и султанки) по сравнению с 1990-ми годами. Этот «постэффект» приспособления к условиям существования в загрязненной среде в течение длительного времени, по-видимому, обеспечивает нормальное развитие половых продуктов с целью воспроизводства [35].

Данное исследование будет продолжено в контексте изучения многолетних трендов популяционных и морфофизиологических параметров черноморской ихтиофауны с учетом пола и для всех возрастных групп рыб, а также районов обитания.

ВЫВОДЫ

1. Размерно-массовые характеристики молоди (0+ - 1 г.) черноморской ставриды и султанки из прибрежной зоны Черного моря начали повышаться после 2008 года.
2. О снижении воздействия антропогенного фактора свидетельствуют и уменьшение величины индекса печени у двух видов, стабилизация в уловах султанки и улучшение состояния ихтиопланктона этого вида.
3. Тем не менее, все еще низкие величины индекса селезенки, упитанности, гонадосоматического индекса и падение уловов (по ставриде) характеризуют напряженное функционирование организма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев Д.Ф. Состояние и сукцессии макрофитобентоса на Азово-Черноморской шельфе России в конце XX – начале XXI веков : автореф. доктора биол. наук : спец. 03.00.16 «Экология» / Д.Ф. Афанасьев. - Краснодар, 2010. – 40, [2] с.
2. Зоопланктон как кормовая база промысловых пелагических рыб // Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей / ред. В.Н. Еремеев, А.В., Гаевская, Г.Е. Шульман, Ю.А. Загородняя: НАН Украины, Институт биологии южных морей НАНУ Украины. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – С. 257 – 269.
3. Кузьминова Н.С. Оценка токсического действия хозяйственно-бытовых сточных вод на морские организмы: дис. канд. биол. наук : спец. 03.00.16 «Экология» / Кузьминова Наталья Станиславовна. - М., 2006. – 168 с.
4. Кузьминова Н.С. Индекс печени черноморской ставриды как индикатор ее физиологического состояния / Н.С. Кузьминова // Риб. госп-во України. – 2006. – 2(43). – С. 36–38.
5. Кузьминова Н.С. Видовые, сезонные, половые отличия индекса селезенки некоторых видов черноморских рыб и его подверженность антропогенному фактору / Н.С. Кузьминова // Вестник зоологии. – 2008. – 42. – № 2. – С. 135–142.
6. Осадчая Т.С. Особенности нефтяного загрязнения портовых акваторий Севастополя (Черное море) / Т.С. Осадчая, С.В. Алемов, Т.А. Тихонова // Состояние экосистемы шельфовой зоны Черного и Азовского морей в условиях антропогенного воздействия : Сб. статей, посвящен. 90-летию Новороссийск. мор. биостанции им. проф. В.М. Арнольди. – Краснодар, 2011. – С. 109–118.
7. Тимофеев В.А. Морфология жаберного аппарата двустворчатых моллюсков в связи с загрязнением донных осадков / В.А. Тимофеев, Ю.П. Копытов, Э.З. Самышев // Мор. екол. журн. – 2009. – VIII. - № 3. – С. 41–52.
8. Boran M. A review of heavy metals in water, sediment and living organisms in the Black Sea / M. Boran, I. Altmok // Turkish J. of Fisheries and aquatic sciences. 2010. – 10. – P. 565–572.
9. Состояние эвтрофированности вод северо-западной части Черного моря по результатам многолетнего мониторинга / И.Г. Орлова, Н.Е. Павленко, В.В. Украинский, Ю.И. Попов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : сб. науч. тр. – 2007. – Вып. 15. – С. 32–43.
10. Костильов Е.Ф. Сучасний стан та динаміка змін макрофітобентосу філофорного поля Зернова / Е.Ф. Костильов, Ф.П. Ткаченко, І.П. Трет'як // Причорноморський екологічний бюлетень. – Одеса. – 2008. – № 4 (30). – С. 42–46.

11. Кузьминова Н.С. Содержание ртути в тканях рыб прибрежного комплекса г. Севастополя в 2005 – 2007 гг. / Н.С. Кузьминова, С.К. Костова, О.В. Плотицина // Риб. госп-во України. – 2009. – № 2-3 (61-62). – С. 29–36.
12. Ревков Н.К. Макрозообентос украинского шельфа Черного моря // Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей / ред. В.Н. Еремеев, А.В., Гаевская, Г.Е. Шульман, Ю.А. Загородняя: НАН Украины, Институт биологии южных морей НАНУ Украины. Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – С. 140 – 162.
13. State of Black Scorpion fish (*Scorpaena porcus* L., 1758) inhabited coastal area of Sevastopol region (Black Sea) in 1998 – 2008 / [Kuz'minova N., Rudneva I., Salekhova L. et al.] // Turkish J. of Fisheries and Aquatic Sciences. 2011. – 11. – P. 101–111.
14. Кузьминова Н.С. Популяционные характеристики черноморской ставриды в современный период / Н.С. Кузьминова // Состояние экосистем шельфовой зоны Черного и Азовского морей в условиях антропогенного воздействия: сб. ст. посвящен. 90-летию Новороссийской морской биостанции им. проф. В.М. Арнольди. 2011. – Краснодар. – С. 93–100.
15. Кузьминова Н.С. Популяционные характеристики спикары *Spicara flexuosa* в современный период / Н.С. Кузьминова // Зб. наук.праць XI Міжнар.наук.-практ. конф. «Актуальні проблеми сучасної біології та здоров'я людини. – Миколаїв : МНУ ім. В.О. Сухомлинського, 2011. – С. 149–154.
16. Овен Л.С. Новые сведения о размерно-массовом составе рулены *Crenilabrus tinca* (Linnaeus, 1758) (Pisces, Labridae) в прибрежной зоне Севастополя (Черное море) / Л.С. Овен, Л.П. Салехова, Н.С. Кузьминова // Риб. госп-во України. – 2010. – № 2 (67). – С. 16–19.
17. Климова Т.Н. Ихтиопланктон прибрежной акватории юго-западного Крыма в 2002 – 2008 гг. / Т.Н. Климова // Морський екологічний журнал. – 2010. – Т. IX, №1. – С. 39–52.
18. Чесалин М.В. Ихтиофауна Севастопольской бухты (Черное море) в 2005 – 2009 гг. / М.В. Чесалин, Т.Н. Климова, Т.Л. Чесалина и др. // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: тези IV Міжнар. іхтіологічн. наук.-практ. конф. (7-11 вересня 2011 р.). – Одеса, 2011. – С. 247–250.
19. Вдодович И.В. Питание личинок черноморских бычков в прибрежной акватории Севастополя в летний период по материалам 2003 – 2009 гг. / И.В. Вдодович // Экология моря. – 2008. – Вып. 76. – С. 40–44.
20. Species features of the feeding of larval fish of the families Blenniidae and Gobiidae in relation to changes in the coastal plankton community of the Black Sea / [Vdodovich I.V., Gordina A.D., Pavlovskaya T.V.] // J. of Ichthyology. – 2007. – V. 47, № 4. – P. 542–554.
21. Вдодович И.В. Видовое разнообразие и питание личинок летненерестующих видов рыб прибрежной зоны Черного моря : автореф. канд. биол. наук : спец. 03.00.17 «Гидробиология» / И.В. Вдодович. - Севастополь, 2011. – 24, [1] с.
22. Овен Л.С. Современное состояние популяции черноморской султанки *Mullus barbatus ponticus*, обитающей в прибрежной зоне у Севастополя / Л.С. Овен, Л.П. Салехова, Н.С. Кузьминова // Вопр. ихтиол. – 2009 – Т. 49, № 2. – С. 214–224.
23. Овен Л.С. Многолетняя динамика видового состава и численности рыб Черного моря в районе Севастополя / Л.С. Овен, Л.П. Салехова, Н.С. Кузьминова // Риб. госп-во України. – 2008. – № 4 (57). – С. 15–18.

24. Амброз А.П. Распределение и промысел черноморской ставриды / А.П. Амброз // Тр. ВНИРО. –1954. – С. 113–125.
25. Салехова Л.П. О современном состоянии Крымской популяции черноморской ставриды (*Trachurus mediterraneus ponticus*) у юго-западного побережья Крыма / Л.П. Салехова, А.Д. Гордина // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск „Гідроекологія” – 2005. – № 4 (27). – С. 207–208.
26. Применение биомаркеров рыб для оценки экологического риска морских акваторий, подверженных антропогенному воздействию / [Руднева И.И., Кузьминова Н.С., Скуратовская Е.Н. и др.] // Рыбное хозяйство. – 2010. – № 1. – С. 50–53.
27. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / Иван Федорович Правдин. – М. : Пищ. пром., 1966. – 376 с.
28. Шварц С.С. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных / С.С. Шварц, В.С. Смирнов, Л.Н. Добринский // Тр. Ин-та экологии растений и животных. – 1968. – Вып. 58. – 386 с.
29. Ихтиопланктон Феодосийского залива в декабре 2006 г. / Климова Т.Н., Вдодович И.В., Загородняя Ю.А., Доценко В.С. // Вопр. ихтиол. – 2009. – Т. 49, № 2. – С. 233–239.
30. Klimova T.N. Ichthyoplankton in the plankton community of the western sector of the Black sea in October 2005 / T.N. Klimova, I.V. Vdodovich, V.E. Anninskii // J. of Ichthyology, 2010. – V.50, № 4. – P. 314–320.
31. Болгова Л.В. Многолетняя динамика ихтиопланктона Новороссийской бухты / Л.В. Болгова, Н.П. Студиград // Состояние экосистемы шельфовой зоны Черного и Азовского морей в условиях антропогенного воздействия: Сб. статей, посвящен. 90-летию Новороссийск. мор. биостанции им. проф. В.М. Арнольди. – Краснодар, 2011. – С. 12 – 23.
32. Световидов А.И. Рыбы Черного моря / Анатолий Николаевич Световидов. – Л. : Наука, 1964. – 550 с.
33. Кузьминова Н.С. Резорбция чешуи черноморской султанки *Mullus barbatus*, обитающей в бухтах с разным уровнем антропогенной нагрузки / Н.С. Кузьминова // Рыбное хозяйство. – 2011. – № 4. – С. 70–72.
34. Лапирова Т.Б. Реакция иммунофизиологических показателей молоди сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brandt) на действие перметрина / Т.Б. Лапирова // Вестник Томского гос. ун-та. Биология. – 2011. – № 4(16). – С. 124–135.
35. Руднева И.И. Изменение биомаркеров гонад некоторых видов черноморских рыб, обитающих в условиях хронического загрязнения / И.И. Руднева, Н.С. Кузьминова // Экологические системы и приборы. – 2011. – № 2. – С. 8–12.