

ЗОЛОТОПОЛОСЫЙ СИГАН *SIGANUS RIVULATUS* (SIGANIDAE) – НОВЫЙ ВИД-ВСЕЛЕНЕЦ В ЧЁРНОМ МОРЕ

©2023 Мальцев В.И.^{a, b}, Кулиш А.В.^{a, b, *}, Белецкая М.А.^{a, b}

^a Карадагская научная станция – природный заповедник РАН – филиал Института биологии южных морей РАН, пос. Курортное, 298188, Феодосия, Республика Крым, Россия

^b Керченский государственный морской технологический университет – КГМТУ, Керчь, 298309, Республика Крым, Россия
e-mail: *andreykulish1972@mail.ru

Поступила в редакцию 24.12.2022. После доработки 20.09.2023. Принята к публикации 25.10.2023

Пойманная 10 ноября 2020 г. в акватории бухты Двужорная (у берегов Юго-Восточного Крыма) особь нового для Чёрного моря вида рыб – золотополосого сига *Siganus rivulatus* Forsskål & Niebuhr, 1775 имеет общую длину тела 124.2 мм при его высоте 35.7 мм. Возраст рыбы – двухлетка. Приводится подробное описание морфологии основных элементов тела рыбы, а также её зубов. Прослежен путь расселения данного вида из своего нативного ареала (западная часть Индийского океана) в Средиземное и Чёрное моря. Обсуждено потенциальное место данного вида в экосистеме Чёрного моря.

Ключевые слова: *Siganus rivulatus*, золотополосый сиган, Чёрное море, Юго-Восточный Крым, инвазия, морфология, адаптация.

DOI: 10.35885/1996-1499-16-4-86-96

Введение

Золотополосый сиган *Siganus rivulatus* Forsskål & Niebuhr, 1775 – вид рыб, нативный ареал которого охватывает прибрежные воды западной части Индийского океана у берегов Африки от территориальных вод Сомали на севере до ЮАР на юге, включая Красное море и акватории Мадагаскара, Коморских и Сейшельских островов [WoRMS]. Обитает на небольших глубинах, предпочитает участки дна с плотным песчаным и каменистым грунтом, а также скальными выходами, покрытыми растительностью [Otero et al., 2013]. Держится большими группами. Фитофаг, питается преимущественно зелёными и красными водорослями, а также морскими травами [Otero et al., 2013].

В 1927 г. золотополосый сиган впервые был обнаружен в Средиземном море у берегов Палестины [Steinitz, 1927], проникнув в него через Суэцкий канал, тем самым пополнив список «Лессепсианских» мигрантов в данном бассейне. Натурализовавшись, *S. rivulatus* к началу текущего столетия образовал многочисленные жилые популяции по всей восточной части Средиземного моря – у берегов Турции, Кипра, Сирии, Ливана, Изра-

иля, Египта и Ливии [Golani, 1998]. Распространился на запад до берегов Туниса [Ktari F., Ktari M., 1974; Rafrafi-Nouira et al., 2012] и о. Сицилия [Insacco, Zava, 2016], на север в Эгейское море [Papaconstantinou, 1990; Bilecenoglu, Kaya, 2002] и в юго-восточной части Адриатического моря [Dulčić, Pallaoro, 2004]. В 2010 г. был отмечен в Измирском заливе Эгейского моря [Gurbet, Kara, 2013], а в 2019 г. в Измитском заливе Мраморного моря [Karakulak et al., 2020].

В конце 2020 г. на мелководье черноморского побережья Юго-Восточного Крыма был пойман один экземпляр *S. rivulatus*, – это первый случай обнаружения данного вида в Чёрном море, о чём нами было опубликовано соответствующее краткое сообщение [Maltsev et al., 2022]. В сообщении, в частности, дано описание диагностических морфологических признаков, на основании которых можно с уверенностью судить о видовой принадлежности пойманного экземпляра. Вместе с тем, малый объём публикации, что является требованием, предъявляемым к кратким сообщениям, не позволил нам представить подробную информацию о морфологических особенностях пойманного экземпляра, а учи-

тывая, что подробные описания в научной литературе практически не встречаются, нам представляется важным привести его в данной статье. Это и стало целью нашей работы.

Материал и методика

Материалом для настоящего исследования послужила одна особь золотополового сига, пойманная 10 ноября 2020 г. ставным неводом, установленным на расстоянии 160–170 м от берега в западной части бухты Двужорная у мыса Киик-Атлама (рис. 1), на участке с координатами 44°57'27" с. ш., 035°22'45" в. д., около пгт. Орджоникидзе (г. Феодосия, Крым). Глубина в месте поимки 12 м, дно песчаное, с редкими камнями, покрытыми макроводорослями. В улове невода доминировали луфарь *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766) и ставрида *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868).

На месте лова рыба была зафиксирована в 10%-м растворе формальдегида, после чего все работы по её обработке и описанию выполнялись в лаборатории. При определении видовой принадлежности особи использовались диагностические ключи опубликованные David J. Woodland в 1990 г. [Woodland, 1990]. Измерения выполнялись по общепринятой методике (по И.Ф. Правдину [1966]).

Результаты

Данное сообщение освещает первое обнаружение, не только для акватории у берегов юго-восточного Крыма, но и в целом для Чёрного моря, нового вида рыб – золотополового сига *S. rivulatus* Forsskål & Niebuhr, 1775 (Siganidae).

Описание и измерения. Пойманный экземпляр (рис. 2) имеет длину общую (*TL*) – 124.2 мм, длину стандартную (*SL*) – 105.0 мм и массу 22.8 г.

К сожалению, прижизненная окраска не может быть описана, так как особь *S. rivulatus* сразу после вылова была зафиксирована в растворе формальдегида, а её морфологическое обследование было выполнено в лаборатории спустя несколько дней.

При микроскопии кожных покровов установлено, что всё тело рыбы покрыто многочисленными, хорошо выраженными крупными звёздчатыми хроматофорами чёрного цвета. Спина грязно-жёлтая, брюхо светло-серое, бока серые. По бокам выделяются продольные полосы жёлтого цвета, на левом боку – 8, на правом – 6. По телу располагаются пять вертикальных тёмных, прерывистых полос – первая на уровне вертикали каудального края жаберной крышки, последняя на уровне каудальной части спинного и



Рис. 1. Место поимки *Siganus rivulatus* в Двужорной бухте, Крым, Чёрное море.

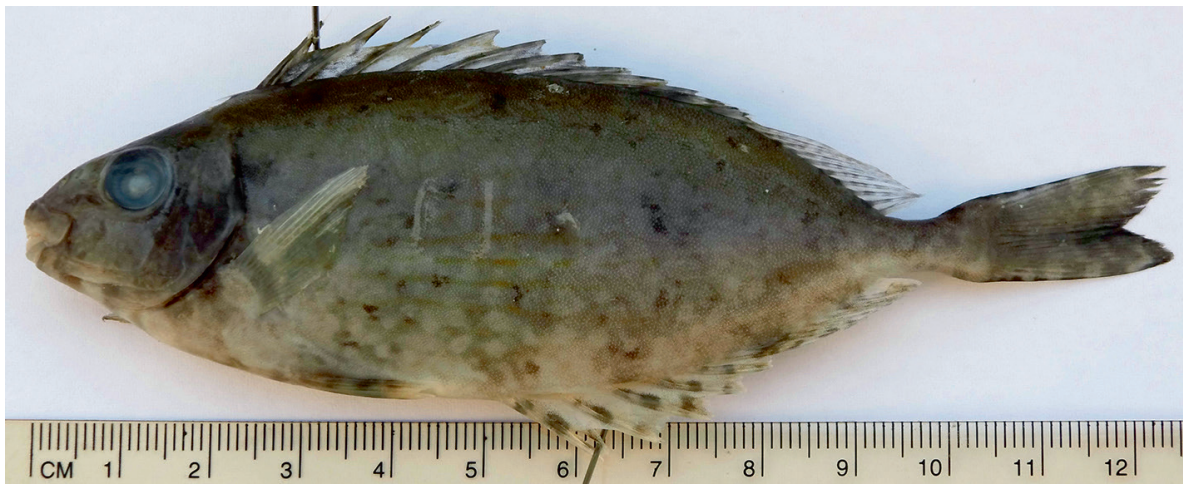


Рис. 2. Золотополосый сиган *Siganus rivulatus*, TL 124.2 мм, Чёрное море, побережье Юго-Восточного Крыма, 10 ноября 2020 г.

анального плавников. Все плавники, кроме грудных, имеют тёмные пятна, обычно образующие поперечные полосы.

Форма тела веретеновидная (по Г.В. Никольскому [1974]), сильно сжатая в сагиттальной плоскости (с боков). Корпус тела в сагиттальной плоскости имеет форму правильного эллипса с соотношением его большего (L_c – длина тела без хвостового стебля с плавником) и меньшего (H_c – наибольшая высота тела) диаметров, составляющим 1 : 2.59 (L_c – 92.6 мм, H_c – 35.7 мм).

Голова относительно короткая (25.7 мм), составляет 27.75% длины туловища и 20.69% общей длины тела (TL – 124.2 мм).

Глаза большие, d горизонтальное – 7.4 мм, что составляет 28.79% длины головы, закрыты веком, пигментированным на 1/7 высоты его дорсальной части чёрными хроматофорами (рис. 3b). Глаза расположены почти посредине длины головы (длина предглазничного

отдела – 9 мм, заглазничного – 7 мм), выше уровня фронтальной плоскости. Ноздри открываются отверстиями на вентральной стороне головы, расположены на 1/2 длины расстояния между концом рыла и вертикалью краниального края глаз. Каждая ноздря открывается двумя отверстиями, расположенными на расстоянии 2.6 мм друг от друга. Отверстия ноздрей имеют овальную форму с заострёнными краями по большому его диаметру (D_{max} 1.7–1.9 мм). От переднего отверстия ноздри в каудальном направлении располагается кожистый вырост треугольной формы, суживающийся к своей апикальной части. Длина выроста в расправленном состоянии равна 3.0 мм. Базальная часть выроста охватывает отверстие ноздри по всей его окружности. Его апикальная часть достигает середины заднего отверстия ноздри.

Рот конечный, губы хорошо выраженные, широкие и мясистые (рис. 3a). Зубы на че-

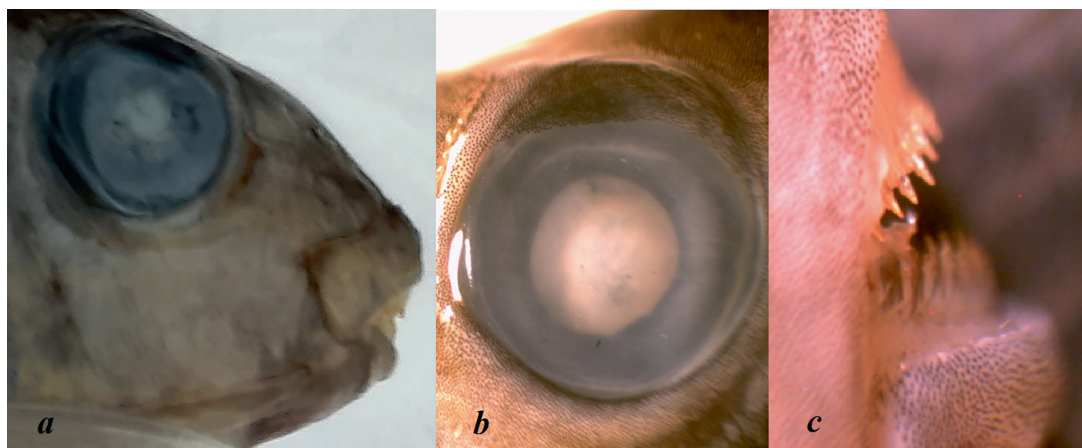


Рис. 3. Голова *Siganus rivulatus*: a – внешний вид, b – глаз, c – зубы.

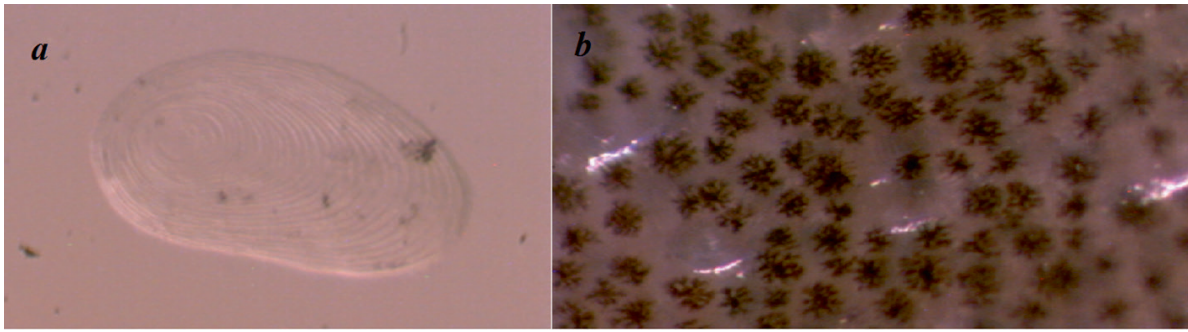


Рис. 4. Чешуя *Siganus rivulatus*: *a* – внешний вид, *b* – её локализация на теле рыбы (фото жаберной крышки).

люстях многочисленные, образуют полные ряды на верхних и нижних челюстных костях висцеральной части скелета головы (рис. 3с). Зубы крупные, режущего типа. Их размеры, как в верхнем и нижнем рядах, так и внутри каждого из них, относительно одинаковые ($N = 0.8-1.1$ мм). При этом, отмечена тенденция к незначительному уменьшению их длины от латеральной к срединной части ряда. Зубы сложно устроены, имеют двухвершинный вид, с разной высотой каждой из них. Так, высота малой вершины зубов составляла 50–62% высоты бóльшей её вершины. Ориентация зубов по расположению бóльшей вершины в рядах неодинакова. В нижнем ряду бóльшая вершина зубов ориентирована в сторону сагиттальной плоскости тела, в верхнем ориентация вершин зубов обратная, и к срединной части ряда направлены меньшие вершины. При смыкании верхней и нижней челюстей бóльшая вершина зуба верхнего ряда входит в выемку, образованную меньшей вершиной нижнего ряда, тем самым обеспечивая их плотное соприкосновение. Коническая часть бóльшей вершины зубов с медиальной (внутренней) её стороны имеет незначительную зазубренность. Зубы в рядах имеют незначительный наклон внутрь рта, визуально бóльший в нижней челюсти.

Покровы тела гладкие. Тело рыбы полностью покрыто очень мелкой циклоидной чешуёй эллипсовидной формы (рис. 4). Размеры чешуи, расположенной в разных частях тела, различны. Наиболее крупная чешуя в дорсальной части тела под серединой спинного плавника в среднем имеет следующие значения диаметров – 0.656 мм (D_{max}) и 0.312 мм (D_{min}), чешуя в брюшной части и на хвостовом стебле имеет размеры – 0.443

мм (D_{max}) и 0.211 мм (D_{min}). Индекс формы чешуи (D_{max}/D_{min}) во всех случаях равен 2.1. Чешуя далеко заходит на базальную часть лучей грудных (в дорсальной области), и в особенности хвостового плавников (до $\frac{1}{4}$ его длины). Жаберные крышки покрыты чешуёй, её ряды заходят за краниальную часть глаза: в дорсальной части незначительно, в вентральной практически до конца рыла. По вентральному и дорсальному краю головы в сагиттальной плоскости, а также на губах, чешуи нет. Каудальная часть жаберных крышек не вооружена и имеет один вырост, ориентированный во фронтальной плоскости по середине высоты головы. Правая жаберная крышка имеет морфологические отклонения в развитии (изменённая форма каудального края, появление вертикального гребня).

В затылочной части головы перед вертикалью её каудального края есть заметная выемка, в горловой части за вертикалью дорсального края жаберной крышки – выраженная костно-хрящевая выпуклость. На горле до начала брюшных плавников признаков кили нет.

По вентральной стороне тела между брюшным и анальным плавниками имеется хорошо выраженный свободный от чешуи киль.

Боковая линия (*l.l.*) не определяется.

В таблице 1 представлены данные о пластических признаках пойманного экземпляра *Siganus rivulatus*:

Грудные плавники (*p.p.*) сравнительно небольшие ($L_{p.p.} = 15.8$ мм), их длина составляет 17.06% длины корпуса и 12.72% общей длины тела. Наибольшую длину имеет четвёртый луч, длина каждого последующего луча уменьшается. Форма грудных плавников близка к прямоугольно-трапециевидной.

Таблица 1. Пластические показатели исследованного экземпляра *Siganus rivulatus*

№ п/п	Пластические показатели частей тела исследованного экземпляра	мм	% SL
1	Наибольшая высота тела	36.3	34.6
2	Высота хвостового стебля в средней части	5.0	4.8
3	Длина хвостового стебля	5.9	5.6
4	Антедорсальное расстояние	27.8	26.5
5	Постдорсальное расстояние	12.8	12.2
6	Антевентральное расстояние	33.9	32.3
7	Антеанальное расстояние	55.3	52.7
8	Пектовентральное расстояние	13.5	12.9
9	Вентроанальное расстояние	23.3	22.2
10	Высота передней жёсткой части спинного плавника (длина самого длинного луча)	12.2	11.6
11	Длина основания жёсткой части спинного плавника	50.7	48.3
12	Высота задней мягкой части спинного плавника (длина самого длинного луча)	10.0	9.5
13	Длина основания мягкой части спинного плавника	18.4	17.5
14	Длина основания спинного плавника	69.1	65.8
15	Длина грудного плавника	15.8	15.0
16	Длина брюшного плавника	16.6	15.8
17	Высота передней жёсткой части анального плавника (длина самого длинного луча)	12.7	12.1
18	Длина основания жёсткой части анального плавника	22.8	21.7
19	Высота задней мягкой части анального плавника (длина самого длинного луча)	4.7	4.5
20	Длина основания мягкой части анального плавника	19.0	18.1
21	Длина основания анального плавника	41.8	39.8
22	Длина хвостового плавника	24.7	23.5
23	Длина головы (с)	25.7	24.5
	Пластические показатели частей головы исследованного экземпляра	мм	% от с
24	Высота головы на уровне предкрышки	21.5	83.7
25	Длина рыла	11.2	43.6
26	Длина верхней челюсти	6.6	25.7
27	Длина нижней челюсти	8.9	34.6
28	Горизонтальный диаметр глаза	7.4	28.8
29	Заглазничное расстояние	7.0	27.2
30	Предглазничное расстояние	9.1	35.4
31	Межглазничное расстояние	7.6	29.6
32	Высота верхнечелюстной кости	3.8	14.8
33	Длина верхнечелюстной кости	6.3	24.5

Основание плавника (шириной 6.6 мм) располагается в верхней части нижней трети высоты тела на уровне вертикали каудального края жаберной крышки. В грудном плавнике все лучи мягкие, неветвистые. Формула грудных плавников: 16 – 15 (левый и правый плавники).

Брюшные плавники (р.ч.) небольшие (Lp.ч. – 16.6 мм), их длина составляет 17.92% длины корпуса и 13.36% общей длины тела. Основания плавников (шириной 2.2 мм) приближены к вертикали основания грудных плавников, располагаясь каудальнее от неё на расстоянии 4.8 мм. Длина первого и последнего лучей плав-

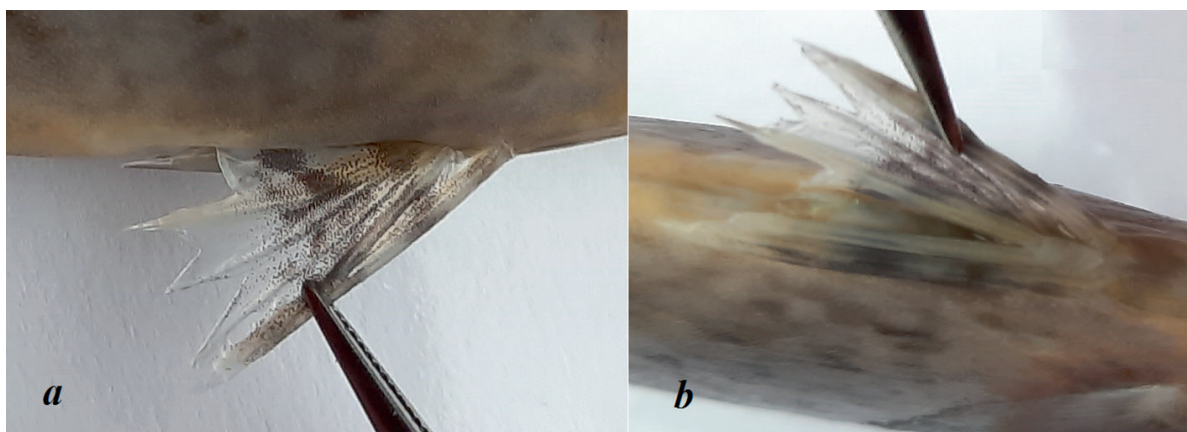


Рис. 5. Брюшные плавники *Siganus rivulatus*: *a* – правый плавник (вид сбоку), *b* – вид с вентральной стороны.

ника равна, несколько бóльшую длину имеют средние лучи. Форма брюшных плавников веерообразная (рис. 5а). Последний луч брюшных плавников имеет перепонку, сросшуюся по всей своей длине с телом рыбы (костями основания плавников) (рис. 5а). Последние лучи брюшных плавников у своего основания сросшиеся (рис. 5б). При расправлении плавники, за счёт выпуклого расположения оснований первого и последнего лучей, приобретают желобообразный вид. Брюшные плавники имеют по пять лучей, причём первый и последний из них простые жёсткие (колючие), а внутренние – мягкие неветвистые (VI 3 I).

Спинной плавник (*p.d.*) очень длинный, занимает всю длину дорсальной части тела между головой и хвостовым стеблем, его основание (69.1 мм) составляет 55.64% общей длины тела рыбы. В краниальной части плавника имеется одна колючка длиной 3.5 мм, направленная горизонтально вдоль тела в сторону головы. Плавник имеет две соединённых между собой части: первую – из жёстких колючих и вторую – из мягких неветвистых лучей. Первая его жёсткая часть имеет бóльшую длину (50.7 мм) основания спинного плавника, составляя 73.37% его общей длины. Спинной плавник относительно высокий, высота его жёсткой и мягкой частей по их длине изменяется незначительно с тенденцией к уменьшению в каудальном направлении. Так, средняя высота лучей в первой его части составляет 12.2 мм, в мягкой – 10.0 мм, что соответствует 34.17 % и 28.01% максимальной высоты тела рыбы. Формула спинного плавника имеет вид – I XIII 10.

Анальный плавник (*p.a.*) имеет большую длину, его основание (41.8 мм) составляет 45.14% длины туловища и 33.65% общей длины тела. Состоит из двух соединённых между собой частей – с жёсткими колючими лучами и с мягкими ветвистыми. Длина основания его жёсткой части (22.8 мм, или 54.54% общей длины основания всего плавника) практически равна основанию мягкой. Высота плавника имеет максимальное значение у второго луча (12.7 мм), плавно снижается к его концу (4.7 мм). Формула анального плавника имеет вид – VI 11.

Хвостовой стебель короткий, имеет длину 5.9 мм, что составляет 4.7% общей длины тела и 6.4% длины её корпуса, при высоте в средней части 5.0 мм. Признаков латеральных или сагиттальных килей на хвостовом стебле не обнаружено.

Хвостовой плавник (*p.c.*) длиной 24.7 мм, гомоцеркальный, с глубокой выемкой (5,4 мм), составляющей 21.86% общей длины плавника. Латеральные лучи хвостового плавника далеко заходят на хвостовой стебель, образуя у основания плавника обширную, покрытую чешуей зону вытянутой полуэллипсовидной формы. Хвостовой плавник имеет неравное число лучей в его лопастях – 14 в дорсальной и 12 в вентральной его части.

При определении возраста по структуре годичных колец на чешуе установлено, что пойманная особь является двухлеткой (рис. 4а).

Описанный экземпляр *S. rivulatus* хранится в лаборатории биохимии и физиологии гидробионтов Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН.

Обсуждение

За последние два десятилетия видовой состав ихтиофауны Чёрного моря пополнился 25 видами чужеродных морских рыб (по [Болтачев, Карпова, 2014]), «...из которых 16 зарегистрированы впервые, и ещё 9, ранее известные по поимке единичных экземпляров, преимущественно у южных берегов, обнаружены в новых участках прибрежной зоны моря». Бассейном-донором инвазивных видов, проникающих в Чёрное море, является Средиземное с его многочисленными заливами-морями, что безусловно свидетельствует о прогрессирующей медитерранизации Чёрного моря. При этом 5 видов, появившихся здесь в последнее время, имеют Тихо- и Индоокеанское происхождение [Болтачев, Карпова, 2014]. Таким образом, отмеченное нами проникновение золотополосого сига в Чёрное море является продолжением сложившегося ранее процесса распространения в бассейне не только средиземноморских видов, но и видов – выходцев из Индийского океана. Предпосылками для вселения золотополосого сига в Черноморский бассейн является высокая экологическая пластичность, а также в целом значительный адаптационный потенциал вида.

Несмотря на имеющиеся различия в условиях Красного и Средиземного морей, популяции *S. rivulatus* имеют высокую численность в водах у берегов Леванты и широко распространены вплоть до северной части Эгейского моря [Bilecenoglu, 2010]. В восточной части Средиземного моря у берегов Анталии (Турция) сиганы достигают длины (*TL*) 20.6 см и массы 128.7 г [Bilecenoglu, Кауа, 2002]. В странах восточного и центрального Средиземноморья золотополосый сиган стал обычным промысловым видом, объектом любительского рыболовства и аквакультуры [Ozturk, 2010]. Так, на востоке ливийского побережья доля этого вида может достигать 25.8% общего улова [Shakman, Kinzelbach, 2007], что больше доли любого другого вида в ловах этого промыслового района, и у берегов Эгейского моря *S. rivulatus* также составляет значительную часть как коммерческих уловов, так и добычи рыбаков-любителей [Bilecenoglu, 2010]. В настоящее время *S.*

rivulatus имеет широкое распространение и высокую численность по всей восточной и центральной части Средиземноморского бассейна [Oral, 2010; Zenetos et al., 2010; Otero et al., 2013] и обитает в различных условиях среды, являясь одним из самых успешных из лессепсианских вселенцев [Lundberg, Golani, 1995].

Наиболее близким районом к Чёрному морю, где существование сига научно доказано, является Измитский залив Мраморного моря [Karakulak et al., 2020]. При этом сведений о находках сига в Чёрном море до 2020 г. не было.

До недавнего времени не было оснований считать Чёрное море водным объектом, пригодным для существования золотополосого сига, так как температурный режим и минерализация черноморских вод находятся далеко от оптимума этого вида [САВИ, 2020]. Поимка сига в Измитском заливе Мраморного моря на границе водных масс – верхней, с черноморской солёностью (18‰), и нижней, со средиземноморской солёностью (до 38.5‰), а также в Чёрном море, свидетельствует о большей, чем считалось ранее, эврибионтности данного вида.

Учитывая имеющиеся литературные данные, хроно-географический путь проникновения *S. rivulatus* в Черноморский бассейн может быть реконструирован следующим образом (рис. 6).

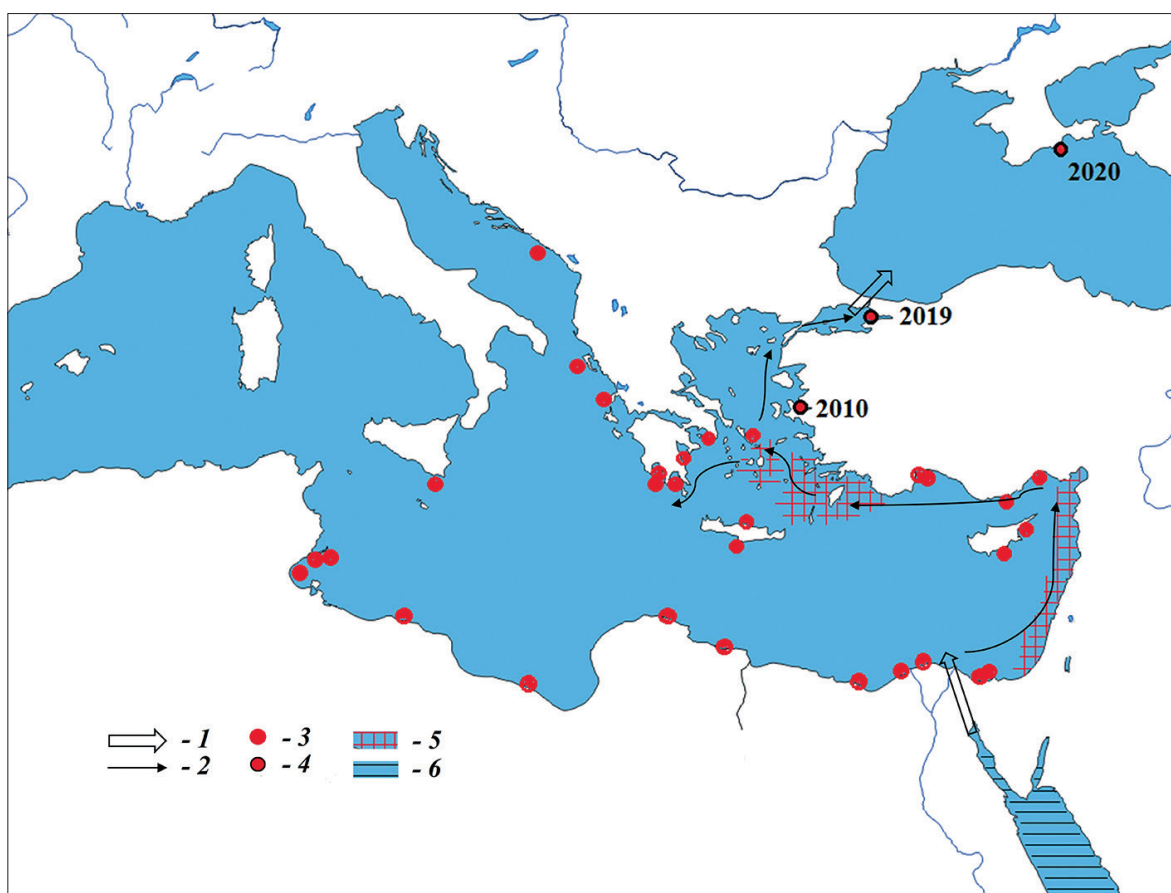


Рис. 6. Распространение *Siganus rivulatus* в Средиземноморском бассейне: 1 – направления инвазии вида в Средиземное и Чёрное моря; 2 – возможные пути распространения в Средиземном море; 3–4 – места регистрации вида; 4 – места поимки особей *S. rivulatus* перед его проникновением в Чёрное море (2010 – [Gurbet, Kara, 2013]; 2019 – [Karakulak et al., 2020]) и в самом Чёрном море у берегов Юго-Восточного Крыма (2020 – данные авторов); 5 – районы с высокой численностью популяций сига́на; 6 – нативный ареал *S. rivulatus* (водоём-донор).

В литературе отсутствует подробное описание морфологического строения тела золотополосого сига́на, обитающего в различных частях своего ареала. В связи с чем пойманный в Чёрном море экземпляр *S. rivulatus* может быть сравнён лишь по формуле лучей в плавниках (табл. 2.).

В связи с необходимостью сохранения коллекционного состояния пойманного экземпляра *S. rivulatus* (невозможностью его анатомического вскрытия) его половая принадлежность, а также степень зрелости его гонад не определялись. Вопрос о возможности созревания и нереста данного вида в

Таблица 2. Количество лучей в плавниках *Siganus rivulatus*, обитающих в разных частях своего современного ареала

Плавники	Водные объекты						
	Чёрное море (наши данные)	Мраморное море [Karakulak et al., 2020]	Эгейское море [Gurbet, Kara, 2013]	Средиземное море [Shakman, et al., 2008]	Красное море [Abdelhak et al., 2020]	Адриатическое море [Dulčić, Pallaoro, 2004]	[FAO species identification sheets]
<i>D</i>	I XIII 10	XIII 10	XIV 10	XIV 10	XIV 10	XIII–XIV 10	XIII 10
<i>A</i>	VI 11	VII 9	VII 9	VII 8–10	VII 8–10	VII 9	VII 9
<i>P</i>	16 – 15	–	–	–	15–16	16–17	–
<i>V</i>	I 3 I	I 3 I	I 3 I	I 3 I	I 3 I	I 3 I	I 3 I
<i>C</i>	26	–	–	–	–	–	–

условиях Чёрного моря остаётся открытым. Исходя из имеющихся сведений о длине и массе экземпляра *S. rivulatus* из Чёрного моря ($TL - 124.2$ мм; $m - 22.8$ г), следует предположить, что данная особь является ювенильной, так как половая зрелость в нативном ареале (Красное море) у особей данного вида наступает при длине 14–16 см и массе 107 г [Hashem, 1983].

Существенная разница в соотношении длины тела рыб к их массе для впервые созревающих особей в Красном море по сравнению с экземпляром из Чёрного моря может объясняться не только разными сроками созревания, но и изменением характера сезонных размерно-весовых приростов в регионе с иными, чем в водоёме-доноре, условиями обитания.

S. rivulatus является исключительно растительноядным видом. В средиземноморских прибрежных биотопах он употребляет в пищу водоросли-макрофиты, представляющие довольно широкий спектр видов и надвидовых таксонов [Lundberg, Golani, 1995; Lundberg et al., 2004; Bariche, 2006; Abdulghani, 2017]. Среди пищевых предпочтений данного вида сига́на есть ряд видов (*Cystoseira* spp., *Padina pavonica*, *Polysiphonia* spp., *Ulva* spp. и др.), являющихся массовыми для черноморской сублиторали [Костенко и др., 2018]. В случае, если данный вид адаптируется к условиям среды в Чёрном море и станет достаточно многочисленным, как, например, в Эгейском, есть опасность деградации прибрежных зарослей с доминированием цистозиры, что в свою очередь может привести к изменению ландшафтной структуры черноморской сублиторали и очередной перестройке трофических отношений.

Заключение

В Средиземном море уже отмечены, и доказаны экспериментально, негативные последствия воздействия «выпаса» макрофитов сига́нами (*S. rivulatus* и *S. luridus*) на фитоценозах скальных и каменистых биотопов, приводящее к быстрой и полной их деградации [Sala et al., 2011; Otero et al., 2013]. Указанные виды рыб в средиземноморском бассей-

не исследователями однозначно отнесены к агрессивным инвазионным видам [Lundberg, Golani, 1995; Oral, 2010; Zenetos et al., 2010; Otero et al., 2013]. М. Отеро с соавторами [Otero et al., 2013] вносятся предложения по выполнению ряда мероприятий, направленных на снижение численности *S. rivulatus* и *S. luridus*. К их числу относятся интенсификация направленного их промысла, особенно в новых местах обитания этих видов, а также поддержание высокой численности крупных видов хищных рыб.

Что касается региона, в котором пойман *Siganus rivulatus* – черноморское побережье Юго-Восточного Крыма – здесь в последние годы встречены два вида средиземноморских мигрантов, уже известные для Чёрного моря, но в этом регионе не отмечавшиеся. Это атлантический землерой *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758) [Мальцев, Василец, 2020] и барракуда обыкновенная *Sphyræna sphyræna* (Linnaeus, 1758) [Maltsev et al., 2022].

Появление в Чёрном море, наряду со средиземноморскими по происхождению видами рыб, также и тихо- и индоокеанских [Болтачев, Карпова, 2014; Maltsev et al., 2022], ставит вопрос о более широком толковании термина «медитерранизация»

Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность В.В. Сигейкину и Д.В. Шугалею за предоставление экземпляра сига́на для всестороннего изучения.

Финансирование работы

Работа подготовлена по теме государственного задания Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН – филиала ФИЦ ИнБЮМ «Изучение фундаментальных физических, физиолого-биохимических, репродуктивных, популяционных и поведенческих характеристик морских гидробионтов»; номер гос. регистрации 121032300019-0.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных кем-либо из авторов.

Литература

- Болтачев А.Р., Карпова Е.П. Фаунистическая ревизия чужеродных видов рыб в Чёрном море // Российский журнал биологических инвазий. 2014. № 3. С. 2–26.
- Костенко Н.С., Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. Фитобентос // Биология Чёрного моря у берегов Юго-Восточного Крыма. Симферополь: ИТ «АРИ-АЛ», 2018. С. 172–233.
- Мальцев В.И., Василец В.Е. Первое обнаружение атлантического землероя *Lithognathus mormyrus* (Sparidae) у берегов Юго-Восточного Крыма // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование. Материалы II Международной научно-практической конференции. Керчь, 27–30 мая 2020 г. 2020. С. 621–626.
- Никольский Г.В. Экология рыб. М.: Высшая школа, 1974. 357 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-сть, 1966. 373 с.
- Abdelhak E.M., El Ganainy A.A., Madkour F.F., Abu El-Regal M.A., Ahmed M.I. Comparative study on morphometric relationships and condition factor of *Siganus rivulatus* inhabits the Red Sea, Suez Canal and the Mediterranean Sea, Egypt // Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries. 2020. Vol. 24 (7). P. 955–972.
- Abdulghani A.A.H. Biological and ecological processes during the establishment of a marine invasion: the *Siganus* rabbitfishes from the Red Sea to the coastal areas of Cyrenaica, Libya. Thesis in fulfilment of the requirements for the degree of Ph.D. School of Environment and Life Sciences, University of Salford, Manchester. 2017. 154 p.
- Bariche M. Diet of the Lessepsian fishes, *Siganus rivulatus* and *S. luridus* (Siganidae) in the eastern Mediterranean: A bibliographic analysis. Cybium. 2006. Vol. 30. No. 1. P. 41–49.
- Bilecenoglu M. Alien marine fishes of Turkey – an updated review // Fish Invasions of the Mediterranean Sea: Change and Renewal. Sofia; Moscow: Pensoft Publishers, 2010. P. 189–217.
- Bilecenoglu M., Kaya M. Growth of marbled spinefoot *Siganus rivulatus* Forsskal, 1775 (Teleostei: Siganidae) introduced to Antalya Bay, eastern Mediterranean Sea (Turkey) // Fish. Res. 2002. Vol. 54. No. 2. P. 279–285.
- CABI, 2020. *Siganus rivulatus* (marbled spinefoot) // In: Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International // (<https://www.cabi.org/ISC/datasheet/64225>). Accessed 05.10.2023.
- Dulčić J., Pallaoro A. First record of the marbled spinefoot *Siganus rivulatus* (Pisces: Siganidae) in the Adriatic Sea // J. Mar. Biol. Assoc. 2004. UK. Vol. 84. Issue 5. P. 1087–1088.
- FAO species identification sheets. Siganidae. Spinefoots, rabbitfishes. 4 p. (<http://www.fao.org/3/ad468e/AD468eLX.pdf>). Accessed 05.10.2023.
- Golani D. Distribution of Lessepsian migrant fish in the Mediterranean // Ital. J. Zool. 1998. Vol. 65. Suppl. 1. P. 95–99. doi: 10/1080/11250009809386801
- Gurbet R., Kara A. Record of Lessepsian marbled spinefoot *Siganus rivulatus* Forsskal and Niebuhr, 1775 from the Northern Aegean Sea (Izmir Bay, Turkey) // J. Appl. Ichthyol. 2013. Vol. 29. No. 2. P. 463–464. doi: 10.1111/jai.12080
- Hashem M.T. Biological studies on *Siganus rivulatus* (Forsskal) in the Red Sea // J. Fac. Mar. Sci. 1983. Vol. 3. P. 119–128.
- Insacco G., Zava B. First record of the Marbled spinefoot *Siganus rivulatus* Forsskal & Niebuhr, 1775 (Osteichthyes, Siganidae) in Italy (part of “New Mediterranean Biodiversity Records (March 2016)”) // Mediterranean Marine Science. 2016. 17/1. P. 236–237.
- Karakulak F.S., Yildiz T., Uzer U., Oray I.K. First record of the Lessepsian fish *Siganus rivulatus* (Forsskal & Niebuhr, 1775) in the Sea of Marmara (Izmit Bay, Turkey) // J Appl. Ichthyol. 2020. 36. P. 952–954. <https://doi.org/10.1111/jai.14133>
- Ktari F., Ktari M.H. Présence dans le golfe de Gabès de *Siganus luridus* (Rüppell 1829) et de *Siganus rivulatus* (Forsskal 1775) (Poissons, Siganidae) parasites par *Pseudohaliotrematodides polymorphus* // Bull. Inst. nat. scient. Tech. Océanogr. Pêche Salammbô. 1974. 3 (14). P. 95–98.
- Lundberg B., Golani D. Diet Adaptations of Lessepsian Migrant Rabbitfishes, *Siganus luridus* and *S. rivulatus*, to the Algal Resources of the Mediterranean Coast of Israel P.S.Z.N.I. // Marine Ecology. 1995. 16 (I). P. 73–89.
- Lundberg B., Ogorok R., Galil B.S., Goren M. Dietary choices of Siganid fish at Shiqmona reef, Israel // Isr. J. Zool. 2004. 50. P. 39–53.
- Maltsev V.I., Beletskaya M.A., Petrova T.N. The first finding of the European barracuda *Sphyraena sphyraena* (Sphyraenidae) in the Northeastern part of the Black Sea near the Crimea coast // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2022. № 2. С. 25–32.
- Maltsev V.I., Kulish A.V., Beletskaya M.A. The First Find of the Marbled Spinefoot *Siganus rivulatus* (Siganidae) in the Black Sea // Journal of Ichthyology. 2022. Vol. 62. No. 3. P. 514–516.
- Oral M. Alien fish species in the Mediterranean – Black Sea // J. Basin Black Sea/Mediterranean Environment. 2010. Vol. 16. No. 1. P. 87–132.
- Otero M., Cebrian E., Francour P., Galil B., Savini D. Monitoring Marine Invasive Species in Mediterranean Marine Protected Areas (MPAs): A strategy and practical guide for managers. Malaga, Spain: IUCN. 2013. 136 p.
- Ozturk B. Draft document on the alien species in the Mediterranean and the Black Sea. General Fisheries Commission for the Mediterranean Scientific Advisory Committee. Twelfth Session. Budva, Montenegro, 25–29 January 2010. 2010. 147 p.

- Papaconstantinou C. The spreading of Lessepsian fish migrants into the Aegean Sea (Greece) // *Sci. Mar.* 1990. Vol. 54. P. 313–316.
- Rafrafi-Nouira S., Boumaïza M., Reynaud C., Capapé C. Additional records of Lessepsian teleost species off the Tunisian coast (Central Mediterranean). *Annales. Ser. hist. nat.* 2012. Vol. 22. No. 1. P. 55–62.
- Sala E., Kizilkaya Z., Yildirim D., Ballesteros E. Alien Marine Fishes Deplete Algal Biomass in the Eastern Mediterranean // *PLoS ONE*. 2011. Vol. 6. No. 2/ e17356. doi:10.1371/journal.pone.0017356.
- Shakman E., Kinzelbach R. Commercial fishery and fish species composition in the coastal waters of Libia // *Rostocker Meeresbiologische Beiträge*. 2007. Vol. 18. P. 63–78.
- Shakman E., Winkler H., Oeberst R., Kinzelbach R. Morphometry, age and growth of *Siganus luridus* Rüppell, 1828 and *Siganus rivulatus* Forsskål, 1775 (Siganidae) in the central Mediterranean (Libyan coast) // *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 2008. Vol. 43. No. 3. P. 521–529.
- Steinitz W. Beiträge zur Kenntnis der Küstenfauna Palästinas // *I. Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*. 1927. Vol. 8. P. 311–353.
- Woodland D.J. Revision of the fish family Siganidae with descriptions of two new species and comments on distribution and biology // *Indo-Pac. Fish.* 1990. Vol. 19. 136 p.
- WoRMS – World Register of Marine Species. WoRMS taxon details – *Siganus rivulatus* Forsskål & Niebuhr, 1775 (<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=tax-details&id=127045#distributions>). Accessed 05.10.2023.
- Zenetos A., Gofas S., Verlaque M., Cinar M., Garcia Raso J., Bianchi C., Morri C., Azzurro E., Bilecenoglu M., Froggia C., Siokou I., Violanti D., Sfriso A., San Martin G., Giangrande A., Katagan T., Ballesteros E., Ramos-Espla A., Mastrototaro F., Ocana O., Zingone A., Gambi M., Streftaris N. Alien species in the Mediterranean Sea by 2010. A contribution to the application of European Union’s Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part I. Spatial distribution. *Mediterranean Marine Science*. 2010. Vol. 11. No. 2/ P. 381. doi: <https://doi.org/10.12681/mms.87>

MARbled SPINEFOOT *SIGANUS RIVULATUS* (SIGANIDAE) – A NEW INVASIVE ALLIEN SPECIES IN THE BLACK SEA

©2023 Maltsev V.I.^{a, b}, Koulish A.V.^{a, b, *}, Beletskaya M.A.^{a, b}

^aT.I. Vyasemsky Karadag Scientific Station – Nature Reserve of the RAS – Branch of A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of the RAS, Kurortnoye Stlm, 298188, Feodosiya, Republic of Crimea, Russia;

^bKerch State Maritime Technological University, Kerch, 298309, Republic of Crimea, Russia
e-mail: *andreykulish1972@mail.ru

A specimen of the marbled spinefoot *Siganus rivulatus* Forsskål & Niebuhr, 1775, the new fish species for the Black Sea has been caught on November 10, 2020 in the waters of Dvuyakornaya Bay near the city of Feodosiya in the northeastern part of the Black Sea. The two-year-old fish has a total body length of 124.2 mm and height of 35.7 mm. Morphology of the main elements of the body of the fish, as well as its teeth are described. The path of spreading of this species from its native range (western part of the Indian Ocean) to the Mediterranean and Black seas has been traced. The potential place of this species in the Black Sea ecosystem is discussed.

Keywords: *Siganus rivulatus*, marbled spinefoot, Black Sea, Southeastern Crimea, invasion, morphology, adaptation.