

**Влияние температуры воды и глубины
на размножение рыб – тихоокеанской волosatки
Hemitripterus villosus и южного одноперого
терпуга *Pleurogrammus azonus*
в Дальневосточном морском биосферном
заповеднике**

А.И. Маркевич

*Дальневосточный морской биосферный государственный природный
заповедник ДВО РАН, Владивосток 690041, ул. Пальчевского, 17
E-mail: marreserve@mail.ru*

На нерестилищах в Дальневосточном морском биосферном заповеднике водолазными методами изучено влияние температуры воды и глубины на размножение рыб: тихоокеанской волosatки *Hemitripterus villosus* и южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus*. Нерест у обоих видов начинался в начале сентября при температуре воды ниже 19°C. Пик нереста у волosatки наблюдался в середине-конце сентября на глубине 0.7-2.0 м при температуре 17-18°C. Большинство кладок икры терпуга (83.4%) располагалось на глубинах от 6 до 18 м, наибольшая их плотность – на 8-12 м; предпочитаемая температура воды – 16-17°C. В 2003 и 2008 гг. отмечены сдвиги начала нереста у волosatки на более позднее время (5 и 12 дней). Рис. 2, библи. 35.

Ключевые слова: морские рыбы, нерест, заповедник.

**Impact of water temperature and depth on breeding of fishes –
sea raven *Hemitripterus villosus* and Japan sea greenling *Pleurogrammus azonus*
in the Far Eastern Marine Biosphere Reserve.**

A.I. Markevich

*Far Eastern Marine Biosphere Reserve FEB RAS,
Palchevsky Street, 17, Vladivostok, 690041. E-mail: marreserve@mail.ru*

Impact of water temperature and depth on breeding of *Hemitripterus villosus* and *Pleurogrammus azonus* was studied by SCUBA methods on the spawning grounds in the Far East Marine Biosphere Reserve. Start of the both species' spawning period was in the beginning of September under water temperature lower 19°C. The peak of sea raven' spawning was observed in the mid-and end of September on the depth of 0.7-2.0 m and temperature 17-18°C. The most quantity of Japan sea greenling' egg masses were laid on the depth of 6 to 18 m (83.4%), preferable interval was 8-12 m, water temperature – 16-17°C. In 2003 and 2008 years were recorded the shifts of sea raven spawning period on 5 and 12 days later. Fig. 2, ref. 35.

Key words: salt-water fish, spawn, Nature Reserve.

В программе главных направлений научных исследований Дальневосточного морского биосферного заповедника одним из основных является мониторинг биоты в целом и отдельных видов его фауны и флоры [18]. Частью такой работы являются долговременные наблюдения за протеканием циклических периодов в жизни рыб, которые можно использовать для получения сведений для Летописи природы и выявления изменений в биоте под влиянием естественных или антропогенных изменений.

Температура воды является одним из ведущих факторов в географическом распространения и распределении рыб, она служит сигналом для начала нагула, миграции или размножения рыб [1; 17; 24]. Для разных видов существует определенный оптимальный температурный интервал, в котором возможно успешное размножение, в морских условиях этот фактор тесно связан с глубиной воды, при выходе за границы этого интервала нормальный ход размножения невозможен.

Условия размножения двух видов осенненерестующих рыб, обитающих в заливе Петра Великого Японского моря – тихоокеанской волosatки *Hemitripterus villosus* (Pallas, 1814) (сем. Hemitriptoridae) и южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz, 1913 (сем. Hexagrammidae), изучены довольно подробно [3; 8; 10; 20]. Однако, на рубеже XX и XXI веков отмечены устойчивые тенденции повышения температуры воды в заливе Петра Великого [5; 6], что, вероятно, обусловлено проявлениями глобального изменения климата Земли [16]. Изменение температурного режима сказалось на изменениях в составе ихтиофауны залива (большее присутствие теплолюбивых рыб в летне-осенний период) [12; 29]; возможно, оно может повлиять и на процесс размножения некоторых рыб.

Исходя из вышеуказанных задач, цель настоящей работы заключалась в мониторинге размножения тихоокеанской волosatки и южного одноперого терпуга в

морском заповеднике и выявлении влияния на него абиотических факторов – температуры и глубины воды.

Материал и методика. Наблюдения за размножением тихоокеанской волосатки проводили в сентябре-октябре 1997-2008 гг. в бухте на севере острова Большой Пелис ($42^{\circ}40.39'$ с.ш., $131^{\circ}27.68'$ в.д.). Так как откладка икры у волосатки происходит без непосредственного участия самцов [34], то интенсивность нереста оценивали по водолажным учетам числа размножающихся самок на валунном нерестилище, описанном ранее [20]. Отмечали календарные сроки прохождения нереста, глубину и температуру воды. Количество рыб подсчитывали 3-4 раза в сутки в двух повторностях, всего проведено 1108 учетов. В данной работе использованы учеты 1997, 2003 и 2008 гг.

Условия размножения южного одноперого терпуга определяли по распределению кладок икры (и охраняющих их самцов) на нерестилище площадью более 4000 м^2 , расположенном у выхода вышеупомянутой бухты [19]. Учеты кладок проводили способом визуальных водолажных трансект, проводимых перпендикулярно берегу от уреза воды до окончания валунно-глыбового склона (26.0 м глубины); работу вели в сентябре-октябре 1998 г. При учетах кладок регистрировали глубину и температуру воды, всего сделано 644 учета. Для построения графиков использовали усредненные данные.

Результаты. Тихоокеанские волосатки обычно начинали появляться вблизи бухты во 2-й половине августа [20], но даты появления самок непосредственно на нерестилище (на глубине 0.7-2.5 м) в последующие годы сдвигались на более поздние сроки. Так, если в 1997 г. первая самка на нерестилище появилась 31 августа (рис.1, а), то в 2000 г. [21] и 2003 (рис. 1, б) – 4 сентября, а в 2008 г. – 12 сентября (рис. 1, в).

В 1997 г. массовый нерест начался 12-го и закончился 26 сентября с изменениями количества рыб от 14 до 117 и 62; в 2003 г. этот период выпал практически на те же даты (14-19 сентября), но количество рыб было заметно ниже (от 15 до 60). В 2008 г. отмечены еще большие изменения – начало периода с большим количеством самок (14-63-42) сдвинулось на 8 дней (22 сентября), сам период продлился до 1 октября. Изменились на более поздние сроки и даты с максимальным количеством рыб на нерестилище: в 1997 г. – 14 сентября (117 рыб), в 2000 и 2003 гг. – 18 сентября (75 и 60, соответственно), в 2001 г. – 23-е (73) [21], в 2008 г. – 30 сентября (63) (рис. 1, в).

Заметно изменилась и температура воды (рис. 1, г, д, е). В 1997 г. в период массового нереста отмечено плавное понижение температуры воды с 19.8°C до 17.0°, в 2003 г. температура в конце сентября была выше более чем на 2 градуса (19-19.2°), а в 2008 г. значительно дольше держалась высокая температура воды в начале сентября (20.7°), в конце месяца она опустилась только до 18°. Следует отметить, что, благодаря географическому положению бухты (она открыта в юго-западном направлении) температура поверхностного слоя воды (до 1-2 м) в ней обычно повышалась в послеобеденное время на 1-1.5° из-за усиления волнения и нагона теплых поверхностных вод. Иногда, наоборот, под влиянием сильных северо-западных штормов, поверхностный слой воды сгонялся и температура падала на 1-1.5°.

Однако эти кратковременные скачки температуры практически не отражались на количестве самок на нерестилище – они не уходили нереститься глубже по валунному склону, хотя в других местах побережья морского заповедника встречались кладки икры волосаток до глубины 5 м [Маркевич, 2000].

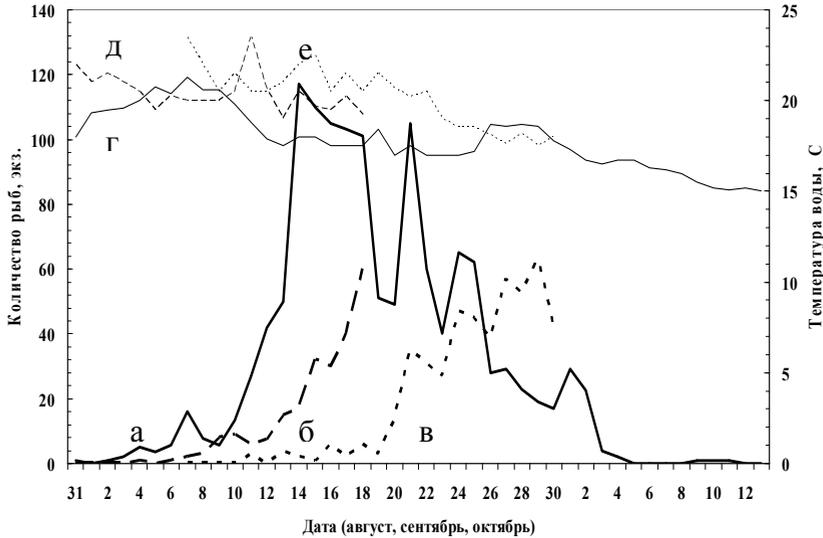


Рис. 1. Количество самок тихоокеанской волосатки *Hemitripterus villosus* на нерестилище у острова Большой Пелис в 1997 (а), 2003 (б) и 2008 (в) гг. и температура воды в эти же годы (г, д, е), соответственно.

*

В связи с этим фактом следует отметить, что подводный ландшафт данного нерестилища (широкое, 4-8 м, мелководное, 0.5-2.5 м плато, сложенное из округлых валунов с большим количеством небольших щелей между ними) представляет наиболее удобное, безопасное место для большого нерестилища. Каменистая коса защищает бухту (и нерестилище) от штормов северного и западного направлений, а вот внешние стороны косы открыты для них, поэтому там встречаются только одиночные нерестующие самки. Уходили рыбы с нерестилища только от сильного волнения во время штормов юго-западного направления. Заметные изменения в распределении рыб произошли только в 2008 г. – рыбы использовали преимущественно нижнюю

часть нерестилища (1.3-2.5 м), тогда как в 1997-2003 гг. они предпочитали верхнюю часть (0.7-1.5 м).

Южный однопёрый терпуг, как и тихоокеанская волосатка, обычно начинает встречаться вблизи нерестилищ в заливе Петра Великого со второй половины августа, что было отмечено ранее многими исследователями [2: 3: 4: 9; 19]. В середине сентября, после заполнения нерестилища у острова Большой Пелис самцами, охраняющими кладки икры, наибольшая их плотность (и кладок икры) была отмечена на средних глубинах – от 6 до 18 м, где располагалось подавляющее большинство кладок (83.4%), наивысшая их плотность в узком интервале была на глубинах от 8 до 12 м, где встретилось 16.3% учтенных кладок (рис. 2, а), очень мало кладок было выше 4 м и глубже 22 м.

На нерестилище наблюдалось плавное понижение температуры воды как в зависимости от глубины, так и медленное снижение ее с начала сентября до середины октября – с 18.7 до 15.3°C (рис. 2, б). Следует отметить; что в этот период 1998 года не было сильных штормов, поэтому интенсивного перемешивания поверхностного и глубинного слоев воды не наблюдалось, благодаря чему понижение температуры воды было плавным и отсутствовал термоклин.

Обсуждение. Как было установлено ранее [20], оптимальная температура воды для начала нереста тихоокеанской волосатки в морском заповеднике – 17-18°C, а весь период нереста (с начала сентября до середины октября) приурочен к интервалу температур 15-20°. При дальнейшем постепенном осенне-зимнем понижении температуры происходит длительное развитие икры и выклев хорошо сформированных предличинок в феврале (персональное сообщение И.О. Катина, ДВМБГПЗ).

Обитающие в других частях ареала волосатки нерестятся как при сходных температурах (15-18° – с середины октября до начала ноября – у тихоокеанского побережья Хоккайдо [33], так и при более низких – от 8 до

12° (в период максимального прогрева вод в августе-сентябре) у побережья Камчатки [30]; при 10° – в аквариальных условиях [34]. Выклев личинок также происходит в сходные сроки – у Хоккайдо в конце февраля – начале марта [33].

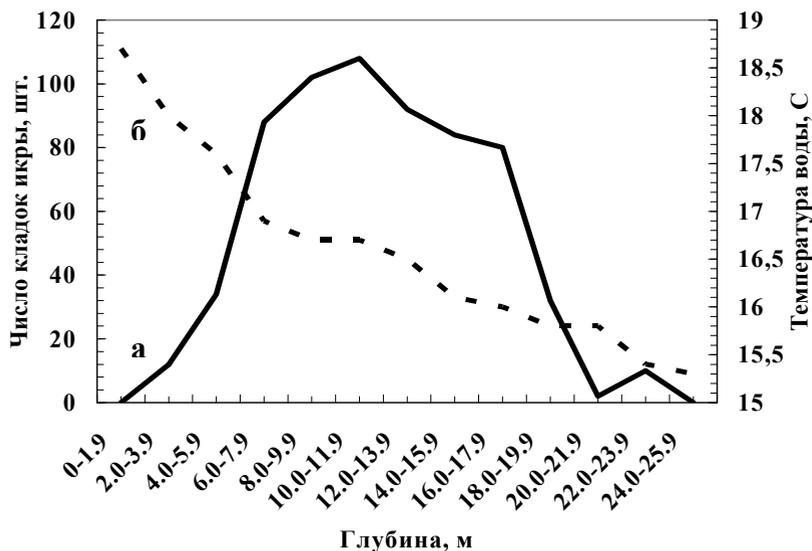


Рис. 2. Распределение кладок икры южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus* по глубине (а) и температура воды (б) на нерестилище у острова Большой Пелис в сентябре-октябре 1998 г.

Имеющиеся сведения по размножению терпуга показывают, что нерест его в заливе Петра Великого обычно начинается в сентябре и длится до начала или конца ноября, температура воды на поверхности при этом снижается с 17-15°С до 9-8° [10]; иногда нерест начинается при 19° [7]. На севере ареала южного одноперого терпуга, у острова Монерон, нерест начинается с конца сентября при температуре 11.5-13.6° [15], в стабильных аквариальных

условиях – при 12.2-14.2° в марте-апреле и октябре [35]. Таким образом, предпочитаемый терпугом температурный интервал для размножения в морском заповеднике близок к таковому в других частях ареала.

Близкий интервал глубин расположения нерестилищ дают Гомелюк [7] – от 7 до 20 м и Горбунова [10] – от 4 до 20 м, но наиболее предпочитаемыми она указывает другие глубины – 6-8 м [9]. Вдовин и Зуенко [3] отмечают, что наибольшая плотность кладок встречается на мелководье, до 15 м; Ковтун [15] называет наиболее широкие интервалы глубин как для распределения кладок – от 5 до 35 м, так и глубины с высокой концентрацией кладок – от 8 до 25 м. В связи с особенностями распределения кладок икры по глубине следует отметить, что, по нашим наблюдениям, заполнение самцами нерестилища происходит не «снизу вверх», как полагает Вдовин [2], а сразу начинается с оптимальных для нереста средних глубин, распространяется сначала в глубину, а затем на мелководье, т.е. от наилучших условий к худшим, как это происходит, например, на нерестилищах нерки *Oncorhynchus nerka* [27]. Этим и объясняется наибольшая плотность кладок (и самцов) на средних глубинах. Поэтому при очень высокой плотности охраняющих кладки икры самцов вновь прибывшие рыбы активно вытесняются на края нерестилища, в более глубоководные и мелководные участки. Так, в 1997-1999 гг. были неоднократно встречены самцы, охраняющие кладки у каменистых склонов внутри бухты, на глубинах 2.5-4.0 м, а изредка – у отдельных валунов, окруженных чистым песком (4.5-6.0 м). Весьма характерной особенностью размножения терпуга, отмеченной и другими исследователями, является то, что он не использует одни и те же участки побережья для нереста постоянно, в течение многих лет (в отличие, например, от тихоокеанской волosatки), а меняет их через год или несколько лет [11; 14], что было отмечено и в заповеднике. В 1978-1988 гг. на вышеописанном нерестилище встречались только несколько нерестующих самцов, в 1989-1994 гг. их

численность варьировала от 10 до 50, в 1995-1999 гг. насчитывалось от 150 до 300 рыб, а в 2000-2007 гг. численность нерестующих самцов снова упала до нескольких особей. В 2007 г. обследования в других пригодных для нереста участках побережья острова показали повсеместно низкую плотность размножающихся терпугов. По-видимому, у побережья острова Большой Пелис не происходит перераспределения рыб на другие нерестилища, а участок в районе бухты на севере острова является наиболее пригодным и единственным крупным нерестилищем для этой рыбы. Интервал глубин, его протяженность (100-500 м), температура воды и наличие проходящего течения в этом месте побережья острова являются близкими к оптимальным для нерестовых участков терпуга, что установлено ранее в других частях зал. Петра Великого Кагановским [14] и Горбуновой [11].

Проведенные исследования показали, что время размножения тихоокеанской волосатки и южного одноперого терпуга, как и многих других видов животных умеренных широт, приурочено ко времени окончания годового соматического и генеративного роста и перехода к периоду покоя [17; 31], в данном случае – к началу осени, к сентябрю. У многих морских и пресноводных животных именно температура воды (наряду с изменением фотопериода) является внешним пусковым фактором и синхронизатором для начала размножения [17; 32], что наблюдается и у двух исследованных видов рыб: переход температуры поверхности воды через 19°C и ее плавное снижение являются пусковыми сигналами для начала нереста тихоокеанской волосатки и южного одноперого терпуга. Наиболее оптимальный интервал для их размножения – сентябрь-октябрь, по-видимому, связан с тем, что тогда переход личинок в планктон после вымета в октябре-ноябре у терпуга и в феврале-марте – у волосатки совпадают с массовым развитием их кормов – фито- и зоопланктона [23; 26] и, соответственно, с хорошим обеспечением кормовой базой.

Наблюдающиеся в заливе Петра Великого проявления потепления вод повлияли, но незначительно, на размножение рассматриваемых видов. Основной температурный интервал и диапазон глубин, предпочитаемый терпугом, лежат заметно ниже, чем критическая для развития икры верхняя граница в 20°C [11], вероятно, для значительного негативного влияния высокой температуры воды необходимо, чтобы температура выше 20° достигала глубины 15 м и держалась хотя бы в течение сентября, чего в период наблюдений никогда не отмечалось.

Несколько иная ситуация с тихоокеанской волосаткой: в течение 10 последовательных лет наблюдений отмечены задержки в начале нереста (от 5 до 12 дней) и сдвиг пика нереста на более поздние даты, что явно связано с изменением температуры воды; такое явление отмечалось ранее у ряда видов рыб [22; 25]. Тем не менее, волосатки не стали смещаться намного глубже, выбирая для своего нереста наиболее оптимальную температуру, хотя в других участках побережья заповедника они обычно откладывают икру на несколько больших глубинах (4-8 м), чем на исследованном нерестилище. Заметным изменением явилось также значительное уменьшение максимального числа самок на нерестилище. Маловероятно, что это связано с падением общей численности волосатки из-за коммерческого перелова – вид не входит в число промысловых и занимает только 16-е место по обилию в заливе Петра Великого [13]. Возможно, что сдвиг нереста все же привел к более позднему выклеву личинок в феврале, когда несколько меньше количество корма в планктоне, что привело к большей гибели личинок, как это наблюдалось, например, у тюльки [28].

В заключение следует отметить, что тихоокеанская волосатка и южный одноперый терпуг – рыбы с большим ареалом обитания и, как следствие, с широкими адаптационными возможностями изменчивости особей в их популяциях, что позволяет им успешно размножаться в довольно широком диапазоне условий и, несомненно, даст им

возможность приспособиться к быстрым изменениям климата.

Литература

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества : в 2-х т. Т. 1. М. : Мир. 1989. 667 с.
2. Вдовин А.Н. Биология и динамика численности южного одноперого терпуга (*Pleurogrammus azonus*) // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 123. С. 16-45.
3. Вдовин А.Н., Зуенко Ю.И. Сезонное распределение южного одноперого терпуга // Рыб. хоз-во. 1989. № 5. С. 49-51.
4. Вдовин А.Н., Швыдкий Г.В., Гомелюк В.Е. Особенности распределения южного одноперого терпуга в летне-осенний период в заливе Петра Великого // Рыб. хоз-во. 1990. № 11. С. 25-27.
5. Гайко Л.А. Особенности гидрометеорологического режима прибрежной зоны залива Петра Великого (Японское море). Владивосток : Дальнаука, 2005. 151 с.
6. Гайко Л.А. Марикультура: прогноз урожайности с учетом воздействия абиотических факторов. Владивосток : Дальнаука, 2006. 204 с.
7. Гомелюк В.Е. Нерестовое поведение южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus* в заливе Петра Великого // Вопр. ихтиол. 1987. Т. 27, № 6. С. 991-999.
8. Гомелюк В.Е., Маркевич А.И. О прочности оболочек икры волосатой рогатки *Hemitripterus villosus* (Pallas) (Cottidae) // Вопр. ихтиол. 1985. Т. 25, № 4. С. 690-692.
9. Горбунова Н.Н. О размножении южного одноперого терпуга // Рыб. хоз-во. 1958. № 10. С. 10-11.
10. Горбунова Н.Н. О размножении южного одноперого терпуга // Изв. ТИНРО. 1959. Т. 47. С. 145-153.
11. Горбунова Н.Н. Размножение и развитие рыб семейства терпуговых (Hexagrammidae) // Тр. Ин-та океанол. АН СССР. 1962. Т. 59. С. 118-182.
12. Иванков В.Н., Иванкова З.Г. Тропические и субтропические виды рыб в северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 123. С. 291-298.
13. Измятинский Д.В. Характеристика ихтиофауны верхней сублиторали залива Петра Великого (Японское море) // Вопр. ихтиол. 2001. Т. 41, № 6. С. 761-765.
14. Кагановский А.Г. Результаты мечения одноперого терпуга // Изв. ТИНРО. 1949. Т. 29. С. 177-178.
15. Ковтун А.А. О нерестовом периоде южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus* Jordan et Metz в прибрежье о. Монерон // Вопр. ихтиол. 1979. Т. 19, № 5. С. 847-852.

16. Костина Е.Е. Глобальное изменение климата и его возможные последствия. Владивосток : Дальнаука, 1997. 103 с.
17. Лапкин В.В. Годовая цикличность жизнедеятельности рыб умеренных широт с позиций термодинамики // Вопр. ихтиол. 1979. Т. 19, № 5. С. 782-792.
18. Малютин А.Н. Заповедное море. Владивосток : Из-во ДВГТУ, 2008. 128 с.
19. Маркевич А.И. Охрана нерестовых участков и родительский каннибализм у терпуга *Pleurogrammus azonus* в заливе Петра Великого Японского моря // Биол. моря. 1999. Т. 2, № 2. С. 139-140.
20. Маркевич А.И. Размножение костистой рыбы *Hemitripteris villosus* в заливе Петра Великого Японского моря // Биол. моря. 2000. Т. 26, № 4. С. 272-274.
21. Маркевич А.И. Влияние климатических изменений на размножение тихоокеанской волosatки *Hemitripteris villosus* (Osteichthyes: Hemitripterae) в Дальневосточном морском заповеднике // VIII Дальневосточная конференция по заповедному делу, Благовещенск, 1–4 окт. 2007 г. : материалы конф. : в 2 т. / отв. ред. В.М. Старченко. Благовещенск : Изд-во БГПУ, 2007. Т. 2. С. 150-153.
22. Махотин Ю.М. Эффективность нереста рыб в Куйбышевском водохранилище и определяющие ее факторы // Вопр. ихтиол. 1977. Т. 17, № 1. С. 27-38.
23. Микулич Л.В., Бирюлина Н.Г. Планктон бухты Алексеева (залив Петра Великого) // Исследования океанологических полей Индийского и Тихого океанов. Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 103-136.
24. Никольский Г.В. Экология рыб. М. : Высшая школа, 1974. 357 с.
25. Овен Л.С. Особенности оогенеза и характер нереста морских рыб. Киев : Наукова думка, 1976. 132 с.
26. Омеляненко В.А., Куликова В.А., Погодин А.Г. Меропланктон Амурского залива (залив Петра Великого Японского моря) // Биол. моря. 2004. Т. 30, № 3. С. 191-207.
27. Паренский В.А. Этология нереста нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum). Владивосток : Дальнаука, 1992. 113 с.
28. Смирнов А.Н. Влияние экологических факторов на эффективность размножения некоторых рыб в Таганрогском заливе Азовского моря // Вопр. ихтиол. 1969. Т. 9, № 4. С. 651-656.
29. Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Епур И.В., Азарова И.А. Вековые изменения в составе и числе рыб – южных мигрантов в ихтиофауне северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. 2004. Т. 136. С. 41-57.
30. Токранов А.М. О размножении тихоокеанской волosatки *Hemitripteris villosus* (Pallas) в прибрежных водах Камчатки // IV Всесоюз. конф. по

- раннему онтогенезу рыб. Мурманск, 28-30 сент. 1988 г. : материалы конф. : в 2-х ч. Мурманск : ВНИЭРХ, 1988. С. 111-112.
31. Cohen D. The optimal timing of reproduction // Amer. Natur. 1976. Vol. 110, No. 975. P. 801-807.
 32. Danilowicz B.S. The role of temperature in spawning of the damselfish *Dascyllus albisella* // Bull. Mar. Sci. 1995. Vol. 54, No. 3. P. 624-636.
 33. Kyushin K. The embryonic development and larval stages of *Hemitripterus villosus* (Pallas) // Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 1968. Vol. 18, No. 4. P. 277-290.
 34. Munehara H. Sperm transfer during copulation in the marine sculpin *Hemitripterus villosus* (Pisces, Scorpaeniformes) by means of a retractable genital duct and ovarian secretion in females // Copeia. 1996. No. 2. P. 452-454.
 35. Suzuki K., Hioki S. Reproductive behavior of the greenling, *Pleurogrammus azonus*, observed in the aquarium // J. Japan Assoc. Zool. Garden and Aquarium. 1975. Vol. 17. P. 92-97.