

УДК 597.593.4:591.16(262.5)

## РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ЭКОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ АТЛАНТИЧЕСКОЙ АТЕРИНЫ *ATHERINA HEPSETUS* (PISCES: ATHERINIDAE) У ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

© 2016 г. **Ю. В. Самотой**, в. инж., **Г. В. Зуев**, докт. биол. наук, зав. отд.

Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия

E-mail: [yunovosyolova@yandex.ru](mailto:yunovosyolova@yandex.ru)

Поступила в редакцию 22.01.2016 г. Принята к публикации 07.06.2016 г.

Атерины (сем. Atherinidae) — массовые представители прибрежной пелагической ихтиофауны Азово-Черноморского бассейна, в некоторых районах являются объектами промысла. Вместе с тем сведения о биологии и экологии атерин до настоящего времени остаются крайне скудными и фрагментарными. Данная работа посвящена изучению меж- и внутригодовой (сезонной) изменчивости ряда индивидуальных и популяционных репродуктивных показателей атлантической атерины *Atherina hepsetus* из акватории Черного моря, прилегающей к западному побережью Крыма. Отлов производился ставными неводами круглогодично в течение 2010–2014 гг. с периодичностью 2–3 раза в месяц. В общей сложности изучено 2403 экз. На основе результатов исследования впервые введены понятия общего, популяционного и массового (пик нереста) репродуктивных периодов, установлены межгодовые изменения их продолжительности, а также календарные сроки начала и окончания. Изучены интенсивность нереста и его сезонная динамика, сезонная динамика развития половых желёз самцов и самок и определены индивидуальные и среднепопуляционные значения их гонадосоматического индекса. Установлен диапазон изменчивости температуры нереста (8.5–14.5 °C), выделена зона максимально благоприятной нерестовой температуры (9.0–12.0°C).

**Ключевые слова:** интенсивность нереста, репродуктивный период, температура воды, гонадосоматический индекс, стадия зрелости, атерина, Чёрное море

*Atherina hepsetus* Linnaeus, 1758 (атлантическая атерина) — один из представителей сем. Atherinidae в Чёрном море [6, 9, 10]. Пелагический, довольно многочисленный вид. Населяет открытые, удалённые от побережья участки моря, однако нерестится в прибрежной зоне на глубинах до 20 м, откладывая икру на подводную растительность отдельными порциями [4, 11]. Вместе с тем сведения о сроках размножения, продолжительности и динамике нереста, а также других структурно-функциональных показателях репродуктивной системы данного вида в Чёрном море до настоящего времени остаются крайне скудными и фрагментарными. Известно [7, 10, 11], что у восточного побережья Крыма (район Карадага) в период 1930–1950-х гг. нерест *A. hepsetus* в разные годы происходил с апреля по июль. В 1998–1999 гг. у юго-западного побережья Крыма (Севастопольский регион) регистрировали активный нерест *A. hepsetus* (стадии зрелости гонад самок VI–IV и VI–V), выловленных в период с 31 марта по 16 июля [8]. И этим фактически исчерпывается информация о репродуктивных характеристиках данного вида в Чёрном море.

Настоящая работа посвящена изучению меж- и внутригодовой (сезонной) изменчивости ряда индивидуальных и популяционных репродуктивных показателей *A. hepsetus*, в частности сроков, продолжительности и интенсивности нереста, степени развития половых желёз самок и самцов, размерной и половой структуры представителей родительского стада, а также температурных условий размножения.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Отлов *A. hepsetus* производился ставными неводами у западного побережья Крыма в районе Севастополя круглогодично на протяжении 2010–2014 гг., однако он по ряду объективных причин нередко осуществлялся нерегулярно — с временными интервалами, превышающими 10–15 и более суток (рис. 1). С учетом данного обстоятельства в ряде случаев было принято 15-суточное (полумесечное) и месячное усреднение данных. Для биологического анализа использовали материал в свежем и охлажденном виде или после глубокой заморозки. Индивидуальную способность особей к размножению оценивали визуально по сте-

пени развития их репродуктивной системы. Для определения стадий зрелости гонад использовали 6-балльную шкалу зрелости гонад порционно нерестящегося черноморского шпрота [5]. Величину гонадосоматического индекса (ГСИ) рассчитывали как отношение массы гонады к массе тела рыбы без внутренностей, в процентах. Стандартную длину рыб измеряли с точностью до 0.1 см. Взвешивание гонад и тела рыб проводили на весах Sartorius E 2000 D+ excellence с точностью до 0.001 и 0.01 г. Общее количество исследованных особей — 2403 экз.



**Рис. 1.** Районы исследований *Atherina hepsetus*. Точками указаны места сбора проб

**Fig. 1.** Regions of investigation of *Atherina hepsetus*

При изучении температурных условий размножения *A. hepsetus* использовали среднемесячные значения температуры воды поверхностного слоя Чёрного моря в районе м. Херсонес в 2010–2013 гг. (данные Севастопольского отделения ФГБУ «Государственный океанографический институт им. Н. Н. Зубова»), а также сведения о многолетнем распределении температуры воды по месяцам на горизонтах 0 и 20 м в северо-западной части Чёрного моря [1].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В числе репродуктивных показателей изучены: сроки и продолжительность общего (календарного), популяционного и массового репродуктивного нерестового периодов; интенсивность популяционного нереста и его сезонная динамика; степень развития половых желёз самок и самцов; размерная и половая структура родительского стада. Кроме того, была рассмотрена связь между интенсивностью размножения *A. hepsetus* и температурой воды.

В районе исследований, согласно нашим наблюдениям, нерестовые самки *A. hepsetus* (стадии зрелости яичников V, VI–V и VI–IV) в период 2010–2014 гг. в разные годы встречались с середины марта до конца июня. Наиболее ранняя дата их обнаружения — 18.03.2013, наиболее поздняя — 26.06.2013. Из этого можно сделать вывод, что продолжительность общего нерестового периода в данном регионе может достигать трёх с половиной месяцев. Однако крайний срок начала нереста нельзя считать достоверным, поскольку во все годы в первой половине марта наблюдения, к сожалению, отсутствовали. Вместе с тем межго-

довая разница в сроках окончания нереста не превышала трёх недель: 26 июня в 2013 г. и 5 июня в 2014 г.

По наблюдениям К. С. Ткачевой [11], в районе Карадагской биологической станции в 1946–1948 гг. самки *A. hepsetus* с текущими половыми продуктами встречались в прибрежной зоне над водорослями с апреля по июль, из чего был сделан вывод, что нерестовый период данного вида довольно растянут и происходит в весенне-летний сезон, занимая в общей сложности около четырёх месяцев. Никаких других подробностей, касающихся, в частности, межгодовой и сезонной изменчивости календарных сроков и продолжительность нереста, его интенсивности, а также других репродуктивных показателей и их связи с температурным режимом моря, нет.

Популяционный нерестовый период условно определяли как промежуток времени, в течение которого более 10 % самок одновременно находились в состоянии размножения (стадии зрелости V, VI–V и VI–IV). Оказалось, что сроки его начала во всех случаях совпадали со сроками общего (календарного) нерестового периода. От 14.3 до 72.7 % общей численности (в среднем 44.6 %) нерестовых самок были обнаружены в мартовских пробах разных лет, что указывает на массовый, «лавинообразный» характер начала популяционного нереста. Наиболее поздней датой обнаружения в значительном количестве нерестовых самок (22.2 %) была последняя декада июня (26.06.2013). Таким образом, продолжительность популяционного нерестового периода в разные годы составляла от трёх до трёх с половиной месяцев — с середины марта до середины (конца) июня. Календарные сроки начала и окончания нереста у самок и самцов достоверно не различались.

При изучении среднемноголетней интенсивности популяционного нереста *A. hepsetus* и его сезонной динамики в качестве её показателя использовали относительную численность нерестовых самок. Кривая распределения относительной численности нерестовых самок имеет резко выраженную островершинную форму, свидетельствующую о наличии существенных внутрисезонных изменений интенсивности популяционного нереста (рис. 2). Максимальная межгодовая амплитуда колебаний достигает 4.5 раза, варьируя от 98.0 % во второй половине апреля до 22.2 во второй половине июня (табл. 1). Выделяется «пик» нереста продолжительностью 1.5 мес., который календарно приходится на апрель и первую половину мая. В этот период в размножении одновременно принимали участие от 78.7 до 98.0 % (в среднем 88.1 %) самок. В общей сложности доля нерестовых самок за этот отрезок времени составила почти 2/3 их общей численности.

Межгодовая изменчивость календарных сроков начала и окончания общего репродуктивного периода, его продолжительности и интенсивности нереста *A. hepsetus* были изучены на материале, полученном в 2013–2014 гг. В 2013 г. нерест продолжался около 3.5 мес. (13.03–26.06). Его характерной особенностью был резко выраженный

«пик», который приходился на апрель. В это время в состоянии размножения одновременно находились все самки, то есть интенсивность нереста составляла 100 %. В результате вклад в репродуктивный потенциал популяции за этот относительно короткий промежуток времени при условии постоянной частоты икротетаний должен был составить 63.6 %. Однако можно предполагать, что в действительности этот вклад мог быть значительно больше, учитывая наличие обратной зависимости между интенсивностью нереста (относительной численностью нерестовых самок) и индивидуальной периодичностью икротетаний, установленной для черноморского шпрота [5].

**Таблица 1.** Относительная численность нерестовых самок *A. hepsetus* в 2010–2014 гг.

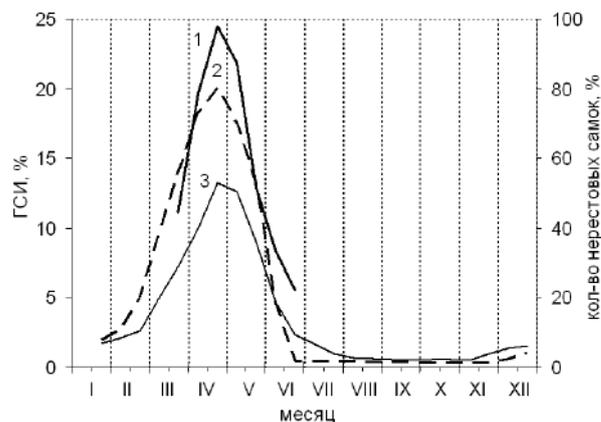
**Table 1.** Relative number of spawning female *A. hepsetus* in 2010–2014

Дата	Нерестовые самки	
	%	Кол-во экз.
16.02–28.02	—	—
01.03–15.03	—	—
16.03–31.03	44.6	41
01.04–15.04	78.7	63
16.04–30.04	98.0	60
01.05–15.05	87.5	21
16.05–31.05	51.4	73
01.06–15.06	33.5	11
16.06–30.06	22.2	2
01.07–15.07	—	—
16.07–31.07	—	—

В 2014 г. продолжительность репродуктивного периода была несколько короче (26.03–05.06), а «пик» нереста выражен не столь ярко, как в предыдущем году. Интенсивность размножения в период «пика» нереста в среднем не превышала 84.8 %, изменяясь в течение апреля от 70.8 до 96.0 %. Однако его вклад в репродуктивный потенциал популяции по своей величине (65.8 %) сопоставим с таковым, имевшим место в предыдущем году, благодаря более короткой продолжительности нерестового периода в целом. Таким образом, продолжительность периода интенсивного размножения *A. hepsetus* («пика» нереста) в обоих случаях не превышала 1/3 продолжительности общего (и популяционного) нерестового периода.

В числе репродуктивных показателей *A. hepsetus*, отражающих степень готовности отдельных особей и популяции в целом к размножению, изучали гонадосоматический индекс (ГСИ) представителей обоих полов и его внутригодовую динамику (табл. 2). Кривые распределения среднееголетних значений ГСИ самок и самцов полностью идентичны и имеют унимодальную островершинную форму (рис. 2). Размах (амплитуда) колебаний ГСИ самок превышает 20 раз, достигая своих максимальных значений во второй половине апреля (13.2 %) и первой половине мая

(12.1 %). По календарным срокам это совпадает с максимальными значениями относительной численности нерестовых самок. Минимальные значения ГСИ имеют место в сентябре и октябре (0.4–0.5 %). Между величиной ГСИ нерестовых самок и их относительной численностью установлена тесная положительная корреляционная связь ( $R^2 = 0.98$ ).



**Рис. 2.** Среднееголетние значения относительной численности нерестовых самок и гонадосоматического индекса самцов и самок *A. hepsetus*: 1 — относительная численность нерестовых самок, %; 2 — гонадосоматический индекс самцов, %; 3 — гонадосоматический индекс самок, %

**Fig. 2.** Regions of investigation of *Atherina hepsetus*. Relative number of spawning female and gonadosomatic index of male and female of *A. hepsetus*: 1 — relative number of spawning female, %; 2 — gonadosomatic index of male, %; 3 — gonadosomatic index of female

ГСИ самцов подвержен ещё более резким внутригодовым изменениям по сравнению с ГСИ самок. Амплитуда колебаний его среднееголетних значений достигает 67 раз, то есть более чем в 2.5 раза превышает амплитуду колебаний ГСИ самок. Максимальных значений ГСИ самцов достигает во второй половине апреля (18.3 %) и первой половине мая (20.1 %). В свою очередь, его абсолютные максимальные среднееголетние значения в 1.5 раза превышают максимальные среднееголетние значения самок. Идентичный ход внутригодовой динамики ГСИ самцов и самок указывает на синхронный характер процессов развития их репродуктивной системы и одновременную готовность к размножению.

Максимальные среднемесячные значения ГСИ в апреле (разгар нереста *A. hepsetus*) у самок варьировали от 8.4 % (2012) до 13.7 (2013), то есть амплитуда колебаний составляла 1.6 раза. В свою очередь, соответствующие значения ГСИ самцов изменялись от 16.6 % (2014) до 21.5 (2013), то есть амплитуда их колебаний не превышала 1.3 раза. Наши данные о степени развития половых желёз *A. hepsetus* в разгар нереста (см. табл. 2) вполне сопоставимы с данными А. И. Смирнова [10], согласно которым максимальные среднемесячные значения коэффициента зрелости гонад самок *A. hepsetus* из района Карадага в апре-

**Таблица 2.** Среднегодовое значения гонадосоматического индекса самок и самцов *A. hepsetus* (2010–2014 гг.).  
**Table. 2** Gonadosomatic index of females and males of *A. hepsetus* in 2010–2014.

Дата	Самки		Самцы		Дата	Самки		Самцы	
	ГСИ, %	Кол-во экз.	ГСИ, %	Кол-во экз.		ГСИ, %	Кол-во экз.	ГСИ, %	Кол-во экз.
01.01–15.01	–	–	–	–	01.07–15.07	–	–	–	–
16.01–31.01	1.7 1.5–1.9*	3	1.9 1.4–2.3	2	16.07–31.07	0.9 0.3–0.6	38	0.4 0.2–0.7	16
01.02–15.02	2.1 1.4–2.8	34	2.7 1.6–5.1	34	01.08–15.08	0.7 0.5–0.9	14	–	–
16.02–28.02	2.6 1.9–3.5	16	5.0 1.0–7.7	14	16.08–31.08	–	–	–	–
01.03–15.03	–	–	–	–	01.09–15.09	0.5 0.3–0.6	48	–	–
16.03–31.03	7.2 2.9–14.5	103	13.9 4.5–21.7	102	16.09–30.09	0.5 0.2–0.6	27	–	–
01.04–15.04	10.0 3.3–29.2	22	18.9 1.8–30.7	86	01.10–15.10	–	–	–	–
16.04–30.04	3.2 2.1–14.2	1	0.1 1.2–28.0	48	16.10–31.10	0.4 0.3–0.9	22	0.3 0.2–0.4	3
01.05–15.05	12.1 5.0–24.4	24	17.5 10.5–23.9	30	01.11–15.11	0.5 0.3–0.9	9	0.3 0.1–0.4	6
16.05–31.05	9.0 3.4–20.6	120	13.1 1.7–21.7	104	16.11–31.11	0.9 0.5–1.1	38	0.3 0.1–1.0	22
01.06–15.06	4.7 1.0–18.2	44	4.5 0.6–12.1	96	01.12–15.12	1.3 1.1–1.5	13	0.6 0.3–1.0	8
16.06–30.06	2.3 0.5–8.3	12	0.9 0.2–3.2	46	16.12–31.12	1.5 0.2–2.2	53	1.0 0.2–1.8	27

\* — здесь и далее в знаменателе минимальные и максимальные показатели

ле — мае составляли 10.1 %, самцов — 17.0. Максимальные индивидуальные значения ГСИ самок и самцов были близки между собой, для первых они составляли 29.2 % (17.04.2014), для вторых — 30.7 (10.04.2012).

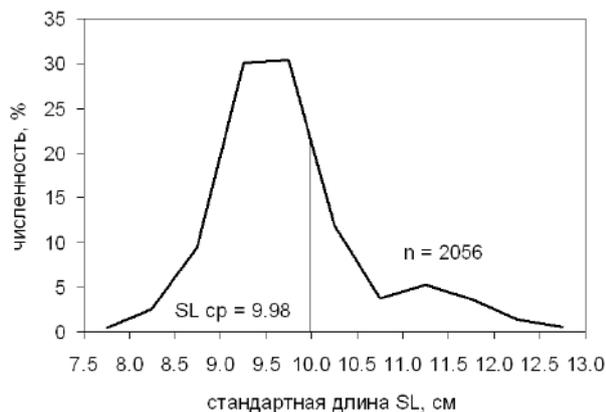
Размерный состав родительского стада, включающий представителей обоих полов, состоял из особей со стандартной длиной 7.5–13.5 см. Среднегодовое кривая их распределения асимметричная, двухвершинная. Модальные размерные классы представлены особями длиной 9.0–10.0 и 11.0–11.5 см, имеющими относительную численность 54.1 и 7.1 % соответственно (рис. 3).

Согласно результатам изучения межгодовой изменчивости размерной структуры взрослого населения, кривые их распределения в период 2010–2014 гг. в разные годы сохраняли двухвершинную форму, несмотря на заметные колебания относительной численности представителей обеих модальных размерных групп и соотношения между ними. В частности, амплитуда межгодовых колебаний относительной численности представителей модальной группы 9.0–10.0 см достигала 2.4 раза (28.7 % в 2013 г. и 68.9 — в 2014 г.), представителей модальной группы 11.0–11.5 см — 9.7 раза (1.6 % в 2014 г. и 15.5 — в 2012 г.) соответственно. По своим размерам взрослые самки и самцы не различались между собой, что свидетель-

ствует об отсутствии полового диморфизма у *A. hepsetus* по данному признаку. Так, крайние минимальные и максимальные размеры самок составляли 7.5 и 13.3 см; модальные размеры — 9.0–10.0 и 11.0–11.5 см; средняя длина — 9.98 см. Соответствующие размерные показатели для самцов — 7.5 и 13.5 см; 9.0–10.0 и 11.0–12.0 см; 9.97 см. Принимая во внимание многолетнее постоянство размерной структуры (бимодальный характер распределения), можно предполагать, что нерестовая популяция атерины представлена двумя возрастными группами (поколениями). Наиболее вероятно, что это годовики и двухгодовики.

Численное соотношение взрослых самцов и самок (третичное соотношение полов) *A. hepsetus* в нерестовые сезоны (март — июнь) 2013 и 2014 гг. сохранялось равновесным (1.00:1 и 1.02:1 соответственно). Вместе с тем на разных этапах нерестового периода оно не оставалось постоянным, а было подвержено заметным изменениям, которые выражались в резком увеличении в конце нерестового периода доли самцов. Так, в 2013 г. с марта-апреля по июнь доля самцов увеличилась с 0.9:1 до 2.0:1, то есть возросла в 2.2 раза; в 2014 г. доля самцов увеличилась за это же время в 1.4 раза (с 0.89:1 до 1.25:1). По окончании нерестового периода доля самцов уменьшалась. Усредненные за период 2010–2014 гг. значения внутрigoдовой динами-

ки третичного соотношения полов *A. hepsetus* приведены в табл. 3. Подобное перераспределение третичного соотношения полов в течение нерестового периода является, по нашему мнению, следствием разной продолжительности индивидуального периода размножения самок и самцов. Продолжительность индивидуального периода размножения самок короче, вследствие чего отнерестившиеся самки покидают прибрежную зону раньше самцов.



**Рис. 3.** Размерная структура нерестовой части популяции *A. hepsetus* (самцы и самки)

**Fig. 3.** Length structure of spawning population of *A. hepsetus* (male and female)

Между величиной третичного соотношения полов и размерами особей установлена обратная зависимость. В размерном ряду 7.5–13.5 см величина соотношения самцов и самок уменьшилась почти в два раза — с 1.75:1 до 0.95:1, что должно свидетельствовать о более высоких темпах смертности самцов по сравнению с аналогичными показателями самок в течение их жизни. Следует отметить, что смещение третичного соотношения полов в онтогенезе *A. hepsetus* в сторону уменьшения доли самцов в результате их более высокой смертности полностью согласуется с концепцией В. А. Геодакяна [3] об эволюционном значении дифференциации полов. В свою очередь, темпы убыли самцов не остаются постоянными в течение их жизни. В размерном ряду 7.5–13.0 см резкое (более чем в полтора раза) увеличение их темпов убыли отмечено при длине 9.0–10.5 см (рис. 4). Именно по достижении этих размеров происходит массовое созревание и размножение *A. hepsetus* (см. рис. 2). Можно предположить, что повышенная смертность этой размерной группы самцов связана с посленерестовой гибелью части из них.

При сопоставлении общей продолжительности, календарных сроков начала и окончания нереста *A. hepsetus* обнаруживается их связь с гидрологической сезонностью Чёрного моря [2]. Репродуктивный период *A. hepsetus* совпадает с характерным для Чёрного моря весенним гидрологическим сезоном года, который в его северо-западной части, включая акваторию, прилегающую к западному побережью Крымского п-ова, продолжается от четырёх

до четырёх с половиной месяцев. Его начало приходится на середину марта, окончание — на середину (конец) июля. Первая половина гидрологической весны, вплоть до июня, характеризуется остаточными явлениями вертикальной зимней циркуляции, то есть гомотермией. Лишь в её второй половине происходит разрушение слоя гомотермии, сопровождающееся образованием поверхностной тёплой воды и слоя перепада температур. При этом толщина поверхностного слоя и его температура быстро увеличиваются. Так, максимальные значения градиентов температуры в прибрежной зоне у мыса Херсонес в 2010–2013 гг. на границе апреля-мая и мая-июня превышали 6.0–7.0 °C/мес. (табл. 4). В то же время температура подповерхностного слоя повышалась довольно плавно. Окончательная дифференциация поверхностных и подповерхностных вод, сопровождающаяся формированием резко выраженного слоя скачка температуры на глубине 10–25 м, происходит в летние месяцы.

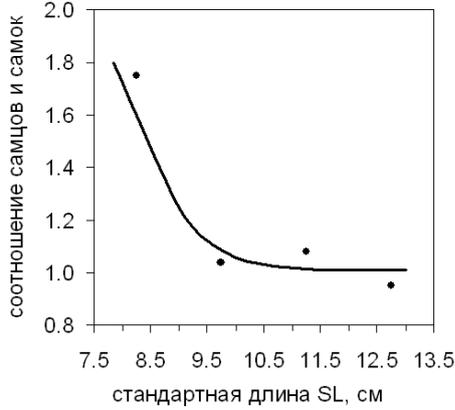
**Таблица 3.** Внутригодовая динамика третичного соотношения полов *A. hepsetus* (2010–2014 гг.)

**Table 3.** Seasonal dynamics of tertiary sex ratio of *A. hepsetus* (2010–2014)

Месяц	Кол-во экз.		Соотношение $\sigma^{\sigma}$ и $\text{♀♀}$
	$\sigma^{\sigma}$	$\text{♀♀}$	
Январь — февраль	50	53	0.94
Март	150	162	0.92
Апрель	347	401	0.87
Май	401	398	1.00
Июнь	230	149	1.54
Июль — август	69	51	1.35
Сентябрь — октябрь	141	138	1.02
Ноябрь — декабрь	103	140	0.74

При изучении температуры воды прибрежного подповерхностного слоя, в котором происходит размножение *A. hepsetus*, использовали среднемесячные значения температуры воды поверхностного слоя Чёрного моря в районе м. Херсонес в 2010–2013 гг., а также сведения о среднем многолетнем (1903–1982) распределении температуры воды по месяцам на горизонтах 0 и 20 м у юго-западного побережья Крыма [1]. При условии сохранения гомотермии в северо-западной части Чёрного моря до апреля [2], температура подповерхностного слоя воды в марте, в соответствии со среднемесячным значением температуры воды на поверхности в районе мыса Херсонес в 2010–2013 гг. (см. табл. 4), была принята равной 8.4 °C. Далее, на основе сведений о многолетнем распределении по месяцам температуры воды на горизонте 20 м [1], были рассчитаны среднемесячные приросты температуры подповерхностного слоя в апреле, мае и июне и в соответствии с ними восстановлены её абсолютные значения. Расчётные значения среднемесячных приростов температуры составили: для апреля — 1.2, для мая — 1.4 и для июня —

1.6 раза, а соответствующие абсолютные значения температуры — 10.1, 11.8 и 13.4 °C (рис. 5).



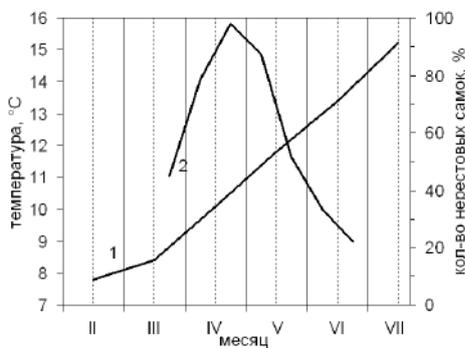
**Рис. 4.** Изменение третичного соотношения полов в размерном *A. hepsetus*

**Fig. 4.** Relation between tertiary sex ratio and length of *A. hepsetus*

**Таблица 4.** Температура воды (°C) поверхностного слоя Чёрного моря в районе мыса Херсонес в 2010–2013 гг. (данные СО ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова»)

**Table 4.** Temperature in the surface water layer in the Black Sea near cape Kherones in 2010–2013

Месяц	Температура воды (°C)
Январь	9.0
Февраль	7.8
Март	8.4
Апрель	10.8
Май	17.0
Июнь	22.2



**Рис. 5.** Изменение третичного соотношения полов в размерном *A. hepsetus*

**Fig. 5.** Relation between tertiary sex ratio and length of *A. hepsetus*

С целью верификации полученных результатов были рассчитаны среднемесячные приросты температуры подповерхностного слоя воды у западного побережья Крыма в апреле — июне по данным о ее многолетнем распределении [1] и данным натурных наблюдений в 2010–2013 гг. в районе м. Херсонес (см. табл. 4). В первом случае расчетные значения градиентов температуры составляли в апреле 1.3, в мае 1.8 и в июне 2.5 раза, во втором — 1.3, 2.0 и 2.6 раза соответственно. Как видно, полученные величины оказались близки между собой, максимальные различия среднемесячных температурных градиентов не превысили 11 %, что дает основание признать достоверными расчетные значения температуры подповерхностного слоя.

При сопоставлении сроков начала нереста *A. hepsetus* с расчётными значениями температуры воды подповерхностного слоя видно, что его начало в марте совпадает с началом процесса постепенного весеннего повышения температуры. При этом интенсивность нереста изначально носит массовый характер (44.6 %). Дальнейшее повышение температуры воды сопровождается резким увеличением интенсивности размножения. Своих максимальных значений (в среднем 88.1 %) интенсивность нереста достигает в апреле и первой половине мая в температурном интервале 9.5–11.5 °C (см. рис. 5). Окончание нереста происходит в конце июня при расчётных значениях температуры воды подповерхностного слоя 14.0–14.5 °C. Таким образом, диапазон изменчивости нерестовой температуры *A. hepsetus* составляет около 6 °C, его нижней и верхней границами являются 8.5 и 14.5 °C. Вместе с тем в пределах этого довольно узкого диапазона выделяется зона оптимальных нерестовых температур в интервале 9.0–12.0 °C. В данном температурном интервале зарегистрировано более 3/4 общей численности нерестовых самок.

**Выводы:**

1. Продолжительность репродуктивного периода *A. hepsetus* у западного побережья Крыма (район Севастополя) в 2010–2014 гг. составляла 3.0–3.5 месяца, с середины марта до середины (конца) июня.
2. Интенсивность популяционного нереста подвержена резко выраженной внутрисезонной изменчивости. Выделяется «пик» нереста продолжительностью 1.5 месяца (апрель — первая половина мая), в период которого относительная численность нерестящихся самок варьируется в пределах 78.7–98.0 % (в среднем — 88.1 %). Вклад «пика» нереста в общий репродуктивный потенциал превышает 2/3.
3. Максимальные среднепопуляционные значения гонадосоматического индекса (ГСИ) самок — 13.9 %, самцов — 20.1; их максимальные индивидуальные значения ГСИ — соответственно 29.2 и 30.7 %.
4. Диапазон изменчивости репродуктивной температуры воды — 8.5–14.5 °C, область максимально благоприятной нерестовой температуры — 9.0–12.0 °C, в её пределах зарегистрировано более 3/4 общего количества участвующих в размножении самок.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Альтман Э.Н., Гертман И.Ф., Голубева З.А. *Климатические поля солёности и температуры воды Чёрного моря*. Севастополь : ГОИН, 1987. 108 с. [Altman E. N., Gertman I. F., Golubeva Z. A. *Klimaticheskie polya solenosti i temperatury vody Chernogo morya*. Sevastopol: GOIN, 1987, 108 p.]
2. Виноградов К.А., Розенгурт М.Ш., Толмазин Д.М. *Атлас гидрологических характеристик северо-западной части Чёрного моря*. Киев : Наукова думка, 1966. 94 с. [Vinogradov K. A., Rozengurt M. Sh., Tolmazin D. M. *Atlas gidrologicheskikh kharakteristik severo-zapadnoi chasti Chernogo morya*. Kiev: Naukova dumka, 1966. 94 p.]
3. Геодакян В.А. Эволюционная логика дифференциации полов // *Математические методы в биологии*. Киев : Наукова думка, 1977. С. 84–106. [Geodakyan V. A. Evolyutsionnaya logika differentsiatsii polov. In: *Matematicheskie metody v biologii*. Kiev: Naukova dumka, 1977, pp. 84–106.]
4. Георгиев Ж., Александрова К., Николов Д. Наблюдение върху размножаването на рибите по Българско-го Черноморско крайбрежне // *Известия на Зоологическия институт с музей*. 1960. Кн. 9. С. 255–292. [Georgiev Zh., Aleksandrova K., Nikolov D. Nablyudenie v"rkhu razmnozhaneto na ribite po B"lgarskogo Chernomorskogo kraibrezhne. *Bulletin de l'Institut de Zoologie et Musée*, 1960, tome 9, pp. 255–292. (in Bulg.)]
5. Гирагосов В.Е., Зуев Г.В., Репетин А.Н. Изменчивость репродуктивного потенциала черноморского шпрота (*Sprattus sprattus phalericus*) в связи с температурными условиями среды // *Морской экологический журнал*. 2006. Т. 5, № 4. С. 5–22. [Giragosov V. E., Zuev G. V., Repetin A. N. Variability of reproductive potential of the Black Sea sprat (*Sprattus sprattus phalericus*) in connection with temperature environmental conditions. *Morskoi ekologicheskii zhurnal*, 2006, vol. 5, no. 4, pp. 5–22. (in Russ.)]
6. Драпкин Е.И. О морфологических признаках черноморско-азовских атерин (Pisces, Atherinidae) // *Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. биологический*. 1968. Т. 73, вып. 6. С. 47–54. [Drapkin E. I. On the morphological characters of the Black Sea and Azov Sea Atherina species (Pisces, Atherinidae). *Vyulleten' Moskovskogo obshchestva ispytatelei prirody. Otd. biologicheskii*, 1968, vol. 73, iss. 6, pp. 47–54. (in Russ.)]
7. Овен Л.С. *Особенности оогенеза и характер нереста морских рыб*. Киев : Наукова думка, 1976. 132 с. [Oven L. S. *Osobennosti oogeneza i kharakter neresta morskikh ryb*. Kiev: Naukova dumka, 1976, 132 p.]
8. Овен Л.С., Руднева И.И., Шевченко Н.Ф. Современное состояние популяции средиземноморской атерины *Atherina hepsetus* в прибрежной зоне Чёрного моря // *Вопросы иктиологии*. 2002. Т. 42, № 3. С. 425–428. [Oven L. S., Rudneva I. I., Shevchenko N. F. Modern state of population of the Mediterranean silverside *Atherina hepsetus* in the near-coastal zone of the Black Sea. *Voprosy Ichtiologii*, 2002, vol. 42, no. 3, pp. 425–428. (in Russ.)]
9. Световидов А.Н. *Рыбы Чёрного моря*. Ленинград : Наука, 1964. 550 с. [Svetovidov A. N. *Ryby Chernogo morya*. Leningrad: Nauka, 1964, 550 p.]
10. Смирнов А.Н. Материалы по биологии рыб Чёрного моря в районе Карадага // *Труды Карадагской биологической станции*. 1959. Вып. 15. С. 31–109. [Smirnov A. N. Materialy po biologii ryb Chernogo morya v raione Karadaga. *Trudy Karadagskoi biologicheskoi stantsii*, 1959, iss. 15, pp. 31–109.]
11. Ткачева К.С. К биологии атерин Чёрного моря (Pisces, Atherinidae) // *Труды Карадагской биологической станции*. 1950. Вып. 9. С. 81–94. [Tkacheva K. S. K biologii aterin Chernogo morya (Pisces, Atherinidae). *Trudy Karadagskoi biologicheskoi stantsii*, 1950, iss. 9, pp. 81–94.]

### Reproductive ecology of *Atherina hepsetus* L. (Pisces: Atherinidae) of the west coast of Crimea

Yu. V. Samotoy, G. V. Zuev

Kovalevsky Institute of Marine Biological Research RAS, Sevastopol, Russian Federation

E-mail: yunovosyolova@yandex.ru

*Atherina hepsetus* L. (Atherinidae) is a numerous pelagic species in the Azov-Black Sea basin and the subject of fishery in some areas. However, information about biology and ecology of this species has been very scanty and fragmentary until nowadays. This work is devoted to the study of interannual and seasonal variability of some individual and population reproductive parameters of *A. hepsetus* of the west coast of Crimea in the Black Sea. Fish were caught by trap-nets during 2010–2014 with intervals for 2–3 times per month. 2043 specimens were studied. Concepts of general, population and mass reproductive periods were studied for the first time; interannual changes of their duration and calendar dates of beginning and end of spawning were established. The intensity and spawning seasonal dynamics, gonad development in males and females were studied. The individual

and population values of gonadosomatic index were identified. The range of reproductive water temperature variability (8.5–14.5 °C) and the zone of the most favorable spawning temperature (9–12 °C) were found.

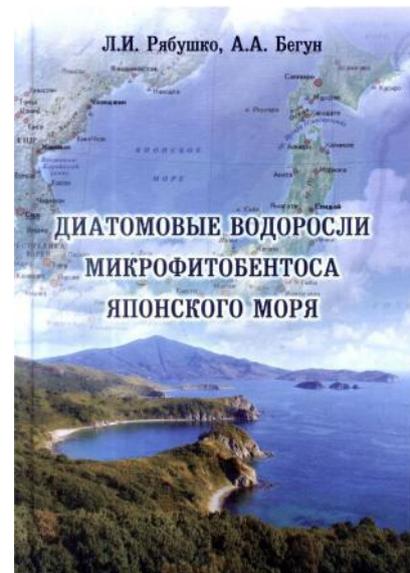
**Keywords:** spawning intensity, reproductive period, water temperature, gonadosomatic index, stage of maturity, *Atherina*, Black Sea

**Рябушко Л. И., Бегун А. А. Диатомовые водоросли микрофитобентоса Японского моря. : в 2 т. Т. I. – Севастополь – Симферополь : Н. Орианда, 2015. – 287 с. : ил., 57 цв. ил.**

Книга посвящена важной проблеме изучения первичных продуцентов морского микрофитобентоса, видового состава и количественных характеристик диатомовых водорослей российских вод Японского моря. В первом томе впервые обобщены оригинальные и литературные данные о видовом составе, флористике, фитогеографии и экологии диатомовых водорослей микрофитобентоса российских вод Японского моря. Представлены результаты сезонной динамики обилия видов, численности, биомассы, структурных показателей сообщества диатомовых водорослей из разных экотопов прибрежных экосистем моря. Показана роль диатомовых в акваториях с различной степенью антропогенного загрязнения и в биоэнергетике донных сообществ, а также их значение в питании некоторых массовых видов моллюсков и иглокожих.

Книга рассчитана на альгологов, гидробиологов, экологов, аспирантов, преподавателей и студентов учебных заведений.

Книга печатается в авторской редакции.



**100 лет Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского : сборник научных трудов / Отв. ред. А. В. Гаевская, А. Л. Морозова / ИМБИ РАН ; КаПриЗ. – Симферополь : Н. Орианда, 2015. – 592 с.**

Издание сборника приурочено к 100-летию юбилею Карадагской научной станции. В сборник вошли статьи, отражающие историю возникновения и развития как самого научного учреждения, так и заповедного объекта на Карадаге. Изложены результаты многолетнего мониторинга биоразнообразия и состояния морских и наземных экосистем юго-восточного Крыма, а также экспериментальных исследований в области экологической физиологии водных животных, биоакустики, биологии развития водорослей. Подчеркивается роль станции и заповедника как очагов сохранения биоразнообразия в современных экологических условиях.

Для специалистов в области охраны окружающей среды, заповедного дела, экологов, ботаников, зоологов, гидробиологов, геологов, географов, преподавателей и студентов высших учебных заведений.

