



УДК 597.556.333.7-11(262.54)

ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПИЛЕНГАСА *PLANILIZA HAEMATOCHEILA* (ТЕММИНСК & SCHLEGEL, 1845) АЗОВСКОГО МОРЯ В КОНЦЕ ЗИМОВАЛЬНОГО ПЕРИОДА

© 2020 С. Г. Сергеева, Л. А. Бугаев, А. В. Войкина,
Н. А. Лезговка, М. А. Цыбульская

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия
E-mail: sgs1301@yandex.ru*

Аннотация. Проведен анализ физиологического состояния выборки пиленгаса *Planiliza haematocheila* (Temminck & Schlegel, 1845) из Азовского моря в конце зимовального периода. Состояние самок и самцов оценивали по содержанию общего белка, влаги и липидов в мышцах, печени и гонадах, содержанию белка, в т. ч. альбумина и глобулинов, холестерина, триглицеридов в сыворотке крови, по характеристике вариационного ряда диаметров ооцитов самок. Отмечено сниженное содержание белка и жира в мышцах и печени, жира — в гонадах самок, а также каротиноидов — в печени и гонадах по сравнению с многолетними данными, характерными для ранневесеннего периода. Содержание белка, холестерина и триглицеридов в сыворотке крови также было пониженным. Значения белкового коэффициента (соотношение альбумин/глобулины) не превышало 0,73, что не характерно для этого показателя сыворотки крови (в норме выше 1,0). Динамика изученных биохимических показателей крови свидетельствовала о недостаточно активном транспорте питательных веществ, в частности альбумина и триглицеридов, к органам и тканям. Самки имели гонады III стадии зрелости, диаметр ооцитов достигал 0,25–0,35 мм, более крупные ооциты у большинства рыб не отмечались, что свидетельствует о более низкой зрелости гонад для данного периода. Ухудшение физиологического состояния пиленгаса в конце зимовки связано с понижением температуры в начале ноября 2018 г., что привело к сокращению продолжительности осеннего нагула и более раннему наступлению периода зимовки.

Ключевые слова: *Planiliza haematocheila*, физиологическое состояние, стадия зрелости, общий белок, влага, общие липиды, каротиноиды, альбумин, холестерин, триглицериды, диаметр ооцитов

CHARACTERIZATION OF THE FUNCTIONAL STATE OF SO-IUY MULLET
PLANILIZA HAEMATOICHEILA (TEMMINCK & SCHLEGEL, 1845) IN THE
AZOV SEA AT THE END OF THE WINTERING PERIOD

S. G. Sergeeva, L. A. Bugaev, A. V. Voikina, N. A. Lezgovka, M. A. Tsybulskaya

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"),
Azov-Black Sea Branch of the FSBSI "VNIRO" ("AzNIRKH"), Rostov-on-Don 344002, Russia
E-mail: sgs1301@yandex.ru

Abstract. The physiological state of a sample of so-iuy mullet *Planiliza haematocheila* (Temminck & Schlegel, 1845) from the Azov Sea at the end of its wintering period is analyzed. The state of females and males was assessed by the content of total protein, moisture and lipids in the muscles, liver and gonads, by protein content, including albumin and globulins, cholesterol, triglycerides in the blood serum, and by the characteristics of the variation series of oocyte diameters in females. The reduced content of protein and fat in the muscles and liver, fat in the gonads of females, and carotenoids in the liver and gonads is noted in comparison with the long-term data characteristic for the early spring period. The content of protein, cholesterol and triglycerides in blood serum was also reduced. Values of protein coefficient (albumin-to-globulin ratio) did not exceed 0.73, which is not typical for this blood serum parameter (normally above 1.0). The dynamics of the investigated biochemical parameters of blood indicated an insufficiently active transport of nutrients, in particular albumin and triglycerides, to the organs and tissues. The females had gonads of the 3rd maturity stage; diameter of the oocytes reached 0.25–0.35 mm, and larger oocytes have not been recorded in the majority of the investigated fish individuals, which suggests a lower degree of gonadal maturity during this period. Satisfactory physiological state of the so-iuy mullet at the end of its wintering is associated with a significant decrease in temperature in early November 2018, which led to a decrease in the duration of autumn feeding and to an earlier onset of the wintering period.

Keywords: *Planiliza haematocheila*, physiological state, maturity stage, total protein, moisture, total lipids, carotenoids, albumin, cholesterol, triglycerides, oocyte diameter

ВВЕДЕНИЕ

В системе акклиматизационных мероприятий, проводимых в южных морях, наиболее успешным было вселение в Азовское море дальневосточной кефали-пиленгаса. За относительно короткий период времени пиленгас не только натурализовался в условиях нового ареала, но и стал важным промысловым объектом. Генетический эврибионт, пиленгас сформировал в Азовском море неоднородную самовоспроизводящуюся популяцию [1].

Следует отметить, что быстрый рост популяции пиленгаса в Азовском море позволил включить его в 1992 г. в реестр промысловых видов. В отдельные годы его промышленный лов достигал 7,8 тыс. т. Однако интенсивный ННН-промысел привел к снижению его запасов [2]. Так, по данным официальной статистики, в 2010 г. уловы пиленгаса рыбодобывающими организациями России в бассейне составляли 1018 т, но к 2014 г. снизились до 160 т. В 2018 г. вылов пиленгаса составил 445 т.

Существенен интерес к пиленгасу как к объекту искусственного воспроизводства и товарной аквакультуры; основной целью его разведения является

получение в искусственных условиях физиологически полноценного посадочного материала для товарного выращивания в морских лиманах и водохранилищах, а также, возможно, и в поликультуре в пресноводных хозяйствах [3, 4].

Первые работы по изучению физиологического состояния пиленгаса были начаты в АзНИИРХ в начале 80-х гг. прошлого столетия. Были исследованы некоторые показатели обмена пиленгаса, завезенного в 1979 г. с Дальнего Востока сеголетками совместно с акклиматизационной станцией Азоврыбвода. Часть завезенного пиленгаса в течение четырех лет выращивали в условиях повышенной солености в Молочном лимане в садках, а часть — в течение трех лет в садках в пресноводном оз. Цыганское (вблизи г. Ростова-на-Дону). Анализ этих выборок позволил получить информацию о протекании обменных процессов в организме рыб при формировании половых продуктов в условиях разной солености [5–7].

По результатам дальнейших исследований, проводимых в Азово-Черноморском филиале «ВНИРО» («АзНИИРХ»), установлены размерно-возрастная,

сезонная, годовая динамики физиологических параметров, половая специфика обмена веществ и закономерности размножения пиленгаса в Азовском бассейне. Условия нового ареала (в особенности более высокая, чем в нативном водоеме, температура воды) и расширение спектра питания за счет использования некоторых видов донных простейших, ракообразных и моллюсков [8] благоприятно отразились на физиологическом состоянии рыб. У пиленгаса из современной азовской популяции выявлены высокие темп роста и уровень накопления резервных веществ в тканях, а также снижение возраста первого созревания на 1–2 года по сравнению с дальневосточным пиленгасом [9–11].

Важным результатом работ является установление физиологических границ «нормы» для ряда показателей, характеризующих функциональное состояние производителей пиленгаса в разные периоды жизненного цикла [12]. Для пиленгаса Азово-Черноморского бассейна имеются данные за период с 2001 по 2017 г., характеризующие его физиологическое состояние в нагульный летне-осенний период, в предзимовальный, преднерестовый и нерестовый периоды [12–14]. Состояние производителей пиленгаса после зимовки является наименее изученным.

Целью данной работы явилась оценка физиологического состояния особей пиленгаса в конце зимовального периода 2018–2019 гг.

В соответствии с целью исследования были поставлены следующие задачи: определить запас трофических веществ в мышцах, печени, гонадах и сыворотке крови, содержание каротиноидов в печени и гонадах самок, диаметр и соотношение зрелых и незрелых ооцитов, — и сравнить значения этих параметров с многолетними данными, характеризующими преднерестовое состояние пиленгаса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор биологического материала был проведен в третьей декаде февраля 2019 г. в прибрежной части Темрюкского залива (район ст. Черноерковской Краснодарского края). Лов пиленгаса для анализа осуществлялся ставными неводами рыболовецкой бригады. Было обследовано 20 особей пиленгаса с гонадами III стадии зрелости, длиной 44–52 см и возрастом 5–6 лет. В феврале, в конце зимовального периода, температура воды в районе вылова достигала 4,6 °С.

Каждую особь измеряли и взвешивали для расчета коэффициента упитанности по Фультону ($K_y = M/L^3$, где M — масса рыбы, г; L — длина рыбы, см), подвергали макроскопическому исследованию для выявления внешних и внутренних аномалий, повреждений. Кровь для дальнейшего исследования брали шприцем из каудальной артерии и помещали в сухую пробирку. Кровь центрифугировали в течение 15 мин при 4500 об./мин, полученную сыворотку хранили при температуре -18 °С. После забора крови рыбу вскрывали, выделяли печень и гонады, взвешивали для расчета гепатосоматического ($M \text{ печени}/M \text{ тела} \times 100$) и гонадосоматического ($M \text{ гонад}/M \text{ тела} \times 100$) индексов (M гонад/ M тела $\times 100$). Для определения массовой доли липидов и количества белка образцы тканей (мышцы, гонады и печень) пиленгаса замораживали и доставляли в лабораторию для проведения анализа. Образцы гонад фиксировали в 4%-ном растворе формалина.

В сыворотке крови без следов гемолиза определяли количество общего белка и его фракций альбумина и глобулина, холестерина и триглицеридов с помощью автоматического биохимического анализатора StatFax наборами реагентов от компании «Абрис+» (г. Санкт-Петербург).

Для определения массовой доли липидов в образцах ткани проводили непрерывную экстракцию по методу Сокслета с использованием полуавтоматического анализатора содержания жира FA-46. Метод основан на экстракции жира органическим растворителем (эфир этиловый) из сухой навески и определении его массы взвешиванием [15].

Для определения суммарного количества белка в биологическом материале использовали метод Кьельдаля. Метод основан на минерализации органического вещества анализируемой пробы в концентрированной серной кислоте и отгонке образующегося аммиака с дальнейшим титрованием исследуемой пробы. Количество белка определяли, умножая количество общего азота на коэффициент 6,25 [15].

Стадии зрелости гонад самок определяли по шкале, предложенной О.Ф. Сакун и Н.А. Буцкой (1986) [16], самцов — по шкале, предложенной Е.Б. Моисеевой и А.К. Любомудровым (1997) [17]. Для каждой из 9 самок на микроскопе Olympus В-201 измеряли по 200 ооцитов при 40-кратном увеличении с помощью откалиброванного окуляр-микрометра с использованием программного обеспечения Image View.

Результаты исследования обработаны статистически и выражены в форме $M \pm m$ (средняя величина \pm ошибка средней). Расчеты производились с помощью программы Statistica 10.0 Microsoft Office 2010. Достоверными принимали различия при уровне значимости $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данные по размерно-массовым характеристикам и результатам исследования выборки пиленгаса представлены в табл. 1 и 2. При вскрытии рыб было отмечено, что как у самок, так и у самцов жирность внутренностей, оцениваемая по пятибалльной шкале, была невысокой и составляла 2 балла. Интен-

сивность питания была оценена в 0–1 балл, т. е. рыбы практически не питались.

В зиму самки и самцы пиленгаса уходят в основном с гонадами III, реже II–III стадии зрелости. За период зимовки степень зрелости гонад у обследованного пиленгаса, по сравнению с осенним периодом, не изменилась, гонады были III стадии зрелости. Гонадосоматический индекс самок был невысоким и составлял 3,19 %, самцов — 3,42 %. Содержание белка в гонадах самок достигало 114 мг/г, самцов — 130 мг/г и находилось на уровне среднемноголетних данных (за период с 2001 по 2017 г.), определенных для начала весеннего периода (табл. 1).

Таблица 1. Морфофизиологические показатели исследованных особей пиленгаса в конце зимовального периода 2018–2019 гг.

Table 1. Morphophysiological characteristics of the investigated so-iuy mullet individuals at the end of the 2018–2019 wintering period

Показатели Characteristics	Самки / Females		Самцы / Males	
	Среднее значение, 2019 г. Average value, 2019	Среднемноголетнее значение Average long-term value	Среднее значение, 2019 г. Average value, 2019	Среднемноголетнее значение Average long-term value
1	2	3	4	5
Стадия зрелости гонад Gonadal maturity stage	III	III	III	III
Возраст, годы Age, years	5–6	–	5–6	–
Длина, см Length, cm	47,6 \pm 0,9	–	48,3 \pm 0,7	–
Масса, г Weight, g	1552 \pm 93	–	1535 \pm 54	–
Коэффициент упитанности Condition factor	1,17 \pm 0,03	–	1,11 \pm 0,02	–
Индекс печени, % Liver index, %	2,27 \pm 0,19	–	2,75 \pm 0,14	–
Индекс гонад, % Gonad index, %	3,19 \pm 0,33	–	3,42 \pm 0,34	–
Белок мышц, мг/г Muscle protein, mg/g	125 \pm 4*	152 \pm 4	132 \pm 6*	157 \pm 6
Белок гонад, мг/г Gonad protein, mg/g	114 \pm 4	111 \pm 4	130 \pm 56	121 \pm 5
Белок печени, мг/г Liver protein, mg/g	117 \pm 4	121 \pm 4	132 \pm 4	140 \pm 4
Влага мышц, % Muscle moisture, %	75,2 \pm 1,2	–	74,1 \pm 0,6	–
Влага гонад, % Gonad moisture, %	84,9 \pm 1,6	–	83,4 \pm 0,6	–
Влага печени, % Liver moisture, %	72,3 \pm 0,9	–	72,3 \pm 1,2	–

Таблица 1 (окончание)

Table 1 (finished)

1	2	3	4	5
Жир мышц, % Muscle fat content, %	8,8±1,0*	13,41±1,5	17,6±0,9***	17,09±1
Жир гонад, % Gonad fat content, %	19,3±1,4*·**	29,56±1,5	6,4±0,4	7,06±0,5
Жир печени, % Liver fat content, %	37,8±3,0*	42,8±3,5	34,6±3,5*	38,0±3,5
Каротиноиды печени, мг/г Liver carotenoid content, mg/g	9,01±0,49*	12,5±0,84	–	12,1
Каротиноиды гонад, мг/г Gonad carotenoid content, mg/g	11,93±2,44*	21,0±1,2	–	5,8

Примечание: *Достоверно ниже среднедолголетних значений, $p < 0,05$; **Достоверно выше, чем у самцов, $p < 0,001$; ***Достоверно выше, чем у самок ($p < 0,001$).

Note: *Significantly below the long-term average values, $p < 0.05$; **Significantly higher than in males, $p < 0.001$; ***Significantly higher than in females ($p < 0.001$).

Таблица 2. Содержание белков, холестерина и триглицеридов в сыворотке крови пиленгаса в конце зимовального периода

Table 2. The content of proteins, cholesterol and triglycerides in the blood serum of so-iuy mullet at the end of its wintering period

Показатели Characteristics	Самки Females	Самцы Males
Белок, г/л Protein, g/l	70,3±2,6	78,2±1,8
Альбумин, г/л Albumin, g/l	19,3±2,1	21,8±1,2
Глобулины, г/л Globulins, g/l	49,8±2,2	57,5±5,3
Белковый коэффициент Protein ratio	0,39±0,05	0,38±0,01
Холестерин, ммоль/л Cholesterol, mmol/l	5,6±0,5	4,7±0,5
Триглицериды, ммоль/л Triglycerides, mmol/l	2,1±0,3	2,8±0,5

Созревающие самки с гонадами III стадии зрелости характеризовались более высоким содержанием липидов в гонадах, — их количество в 3 раза превышало значения этого показателя у самцов (19,3 и 6,4 %, соответственно) ($p < 0,001$). Однако жирность гонад не достигала оптимальных для этой стадии зрелости значений (по многолетним данным, 29,6 и 7,1 %, соответственно) ($p < 0,05$).

Гепатосоматический индекс, характеризующий функциональную активность печени, у самок составлял 2,3 %, у самцов — 2,8 %. Содержание белка в печени самок и самцов было в пределах

нормы (117–132 мг/г), содержание жира — сниженным: 37,8 и 34,6 % (среднедолголетние значения 42,8 и 38,0 %, соответственно) ($p < 0,05$).

В конце зимовки содержание жира в мышцах самок пиленгаса составляло 8,8 %, а белка — 125 мг/г, что ниже значений, характерных для многолетних наблюдений в ранневесенний период (13,4 % и 152 мг/г, соответственно). У самцов, у которых процесс гаметогенеза еще не так выражен, отмечалось повышенное, по сравнению с самками, содержание жира и белка в мышечной ткани (17,6 % и 132 мг/г) ($p < 0,001$).

В печени и гонадах самок из обследованной выборки удельное содержание каротиноидов составляло 9,0 и 11,9 мг/г сырой ткани, что также значительно ниже среднедолголетних значений (табл. 1). Роль каротиноидов в обменных процессах рыб достаточно велика, — в частности, они влияют на стимулирование процесса роста, ускорение полового созревания, повышение плодовитости и общее улучшение качества половых продуктов, связаны с липовителлином — ближайшим предшественником белков желтка. Каротиноиды также обладают мощными антиоксидантными свойствами [18, 19]. Снижение уровня каротиноидов у обследованной выборки пиленгаса делает его особой более уязвимыми к воздействию антропогенных факторов среды обитания, снижая их репродуктивный потенциал.

Отмечено, что при благоприятных условиях нагула в летне-осенний период у пиленгаса к зимнему сезону происходит накопление запасов жира. Это

мезентериальный жир, сосредоточенный в брюшной полости тела на петлях кишечника, в меньшей степени — жир печени; некоторое количество жира также откладывается в стенке брюшины, подкожной жировой клетчатке и между мышечными волокнами. В норме, в зависимости от термического режима зимы, в организме самок гаметогенез сопровождается значительными тратами резервного жира и белка, аккумулированных в мышечных и печеночных депо. Обычно эти траты достигают 8–20 % от накопленных за период нагула резервов. Также в этот период расходуются запасы внутриполостного жира [11]. Следует отметить, что, в отличие от азовской популяции, в нативном ареале интенсивный ход пиленгаса на зимовку в опресненные зоны и реки Дальнего Востока и обратно приводит к резкому падению уровня содержания жира в мышцах — более чем в 2 раза [10, 11].

В исследуемый период у самок пиленгаса отмечено достоверное снижение содержания жира в мышцах и печени, а также в гонадах, каротиноидов в печени и гонадах по сравнению со среднемноголетними значениями (см. табл. 1). Значительные траты запасных веществ объясняются сокращением времени осеннего нагула в результате похолодания в начале ноября 2018 г. и, соответственно, более длительным периодом низких температур в зимовальный период 2018–2019 гг. По данным климатического мониторинга [20], полученным с метеорологической станции Приморско-Ахтарска (Краснодарский край, Россия), отклонения от температурной нормы в ноябре 2018 г. для этого района Азовского моря в среднем составляли $-2,2$ °С, в отдельные периоды (II и III декады ноября) — до $-6,9$ °С; в декабре отклонения от нормы были незначительными ($-0,2$ °С), а температурный режим соответствовал климатической норме.

Содержание белка в сыворотке крови используют в качестве индикатора общего состояния здоровья рыб, его количество также находится в тесной взаимосвязи с репродуктивным циклом рыб [21]. Максимальное количество белка у пиленгаса достигается в нагульный период (до 100 г/л). Проведенные исследования показали, что в конце зимовального периода у самок пиленгаса содержание общего белка в сыворотке крови варьировало от 60 до 84 г/л, в т. ч. альбуминовой фракции — от 13,1 до 21,6 г/л. У самцов значения этих показателей варьировали от 70,4 до 85,4 г/л и от 20,3 до 22,7 г/л, соответственно. Содержание глобулинов у самок

находилось в интервале от 44,1 до 55,2 г/л, у самцов — от 52,2 до 62,7 г/л. Анализ соотношения фракций альбумин/глобулин (белковый коэффициент A/G) свидетельствует о том, что содержание альбумина у самок и самцов пиленгаса в конце зимовального периода было значительно ниже суммарного содержания глобулинов. Белковый коэффициент у самок находился в интервале от 0,31 до 0,73, составляя в среднем 0,39, у самцов — от 0,36 до 0,39, в среднем 0,38. Альбумин является ключевым белком сыворотки крови, в норме его содержание составляет свыше 50 % от суммарного количества белков, то есть белковый коэффициент должен быть выше 1,0. Роль этого белка в организме рыб достаточно велика. Известно, что содержание альбумина в крови тесно связано с функцией питания, интенсивностью обмена, с темпом роста и половой зрелостью рыб; он также является основной белковой фракцией, расходуемой при недостаточном питании. Альбумин переносит такие важные для организма вещества, как холестерин, билирубин, некоторые гормоны и ионы кальция; важна и его резервная функция как источника аминокислот, необходимых, в частности, при созревании гонад. Общее понятие глобулины включает в себя 60 белков и их соединений с углеводами. Глобулины являются белками, участвующими в иммунных реакциях; они также осуществляют транспортировку микроэлементов и витаминов в крови и регулируют свертываемость крови [22–24]. Выявленные нами отклонения в белковом обмене (диспротеинемия) могут свидетельствовать о дефиците некоторых сывороточных белков, что может лимитировать их участие в биохимических процессах. При недостаточном содержании в крови альбуминов можно говорить о дисфункции печени, которая не в состоянии обеспечить организм протеинами. В то же время повышение количества глобулинов в крови, учитывая основные функции этой группы белков, может быть свидетельством формирования определенных защитных адаптаций у пиленгаса в зимний период.

Количество липидов в сыворотке крови (суммарное содержание холестерина и триглицеридов) было невысоким, причем основную часть составлял холестерин. Пул суммарного холестерина для самок варьировал от 4,78 до 6,45 мМоль/л, у самцов — от 3,24 до 6,54 мМоль/л, триглицеридов у самок — от 1,45 до 3,38 мМоль/л, у самцов — от 1,34 до 5,69 мМоль/л. В табл. 2 приведены средние значения исследуемых показателей.

Пониженный уровень липидов в сыворотке крови может указывать как на интенсификацию использования липидов на нужды организма, так и на ослабление функциональной активности печени. Содержание холестерина значительно увеличивается в процессе созревания половых продуктов, так как он является предшественником стероидных гормонов. Для рыб с гонадами III стадии зрелости расход холестерина еще незначительный, с чем и связано его сниженное содержание в крови исследуемых рыб. Отмечено низкое содержание триглицеридов — основного энергетического источника в организме, — которые, как правило, преобладают в составе липидов в крови рыб. Содержание этой фракции в составе липидов в значительной мере зависит от температуры воды и характера питания [11, 25]. Более низкие значения содержания триглицеридов у самок по сравнению с самцами объясняются тем, что они, самая энергоемкая фракция в составе липидов, в большей мере расходуются на процессы формирования икры.

Динамика биохимических показателей крови пиленгаса исследованной выборки в конце зимовального периода свидетельствует о недостаточно активном транспорте питательных веществ и, в частности, альбумина к органам и тканям. Данные по содержанию исследуемых показателей крови согласуются с обсуждаемыми выше изменениями содержания трофических веществ в тканях пиленгаса.

В качестве одной из оценок общего физиологического состояния рыб важно отметить состояние репродуктивной системы и охарактеризовать созревание ооцитов. В конце зимовки в исследуемой выборке производителей пиленгаса патологий в развитии гонад отмечено не было. Половые железы самок соответствовали норме для III стадии зрелости (рис. 1).

На рис. 2 представлены наиболее распространенные типы гистограмм распределения ооцитов.

Диаметр ооцитов варьировал от 0,01 до 0,45 мм. Анализ гистограмм распределения ооцитов показал, что выделяются две группы разноразмерных ооцитов. Ооциты диаметром 0,05–0,15 мм с модальной группой 0,10 мм представляют собой ооциты резервного фонда последующих циклов развития гонад. Ооциты диаметром более 0,2 мм с модальной группой 0,35–0,40 мм — это генерация ооцитов текущего года.

В многолетних исследованиях репродуктивного качества пиленгаса выявлено, что к началу весен-

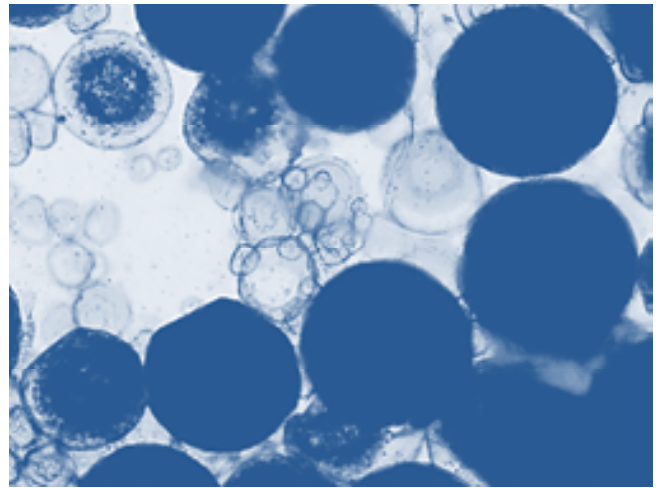


Рис. 1. Микрофотография ооцитов пиленгаса. Стадия зрелости гонад III. 40-кратное увеличение
Fig. 1. Microphotography of so-iuy mullet oocytes. The 3rd gonadal maturity stage. 40× magnification

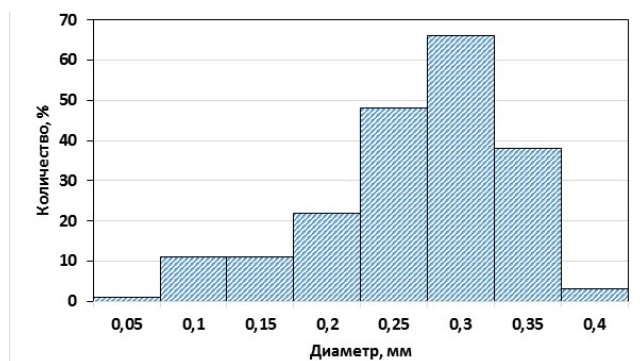
него периода ооциты трофоплазматического роста характеризуются разноразмерностью (0,25–0,50 мм) с выраженной моно- или, реже, бимодальностью (рис. 3) [11].

В зимний период в зависимости от температуры развитие ооцитов либо приостанавливается, либо идет в замедленном темпе [26, 27].

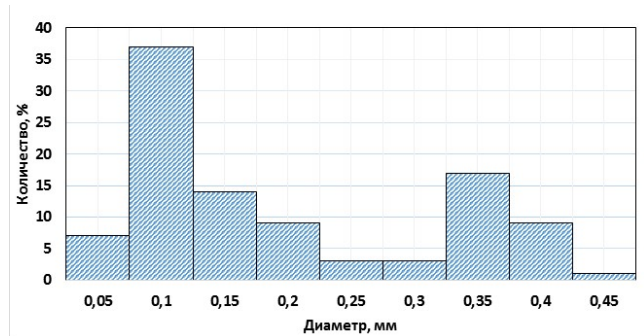
У самок пиленгаса основные процессы оогенеза и созревания происходят уже после окончания зимовки. В исследуемый период большая часть ооцитов находилась на ранних этапах цитоплазматического роста (цитоплазма ооцитов заполнена вакуолями наполовину). Диаметр таких ооцитов достигал 0,25–0,35 мм. Более продвинутое в своем развитии клетки диаметром 0,40–0,50 мм у большей части рыб не отмечены, что связано с некоторой задержкой созревания половых клеток вследствие снижения трофической обеспеченности самок, о чем уже говорилось выше.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

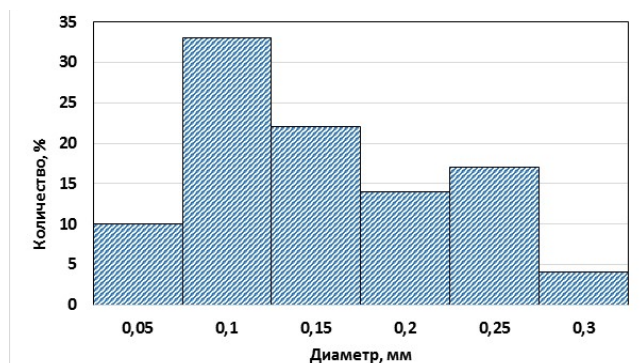
Основными факторами, влияющими на периодичность жизненных циклов рыб, являются обеспеченность пищей и температура окружающей среды. Описанные в работе показатели имеют тесную связь с полом особей и сезоном наблюдения; количество трофических веществ, в т. ч. белка и липидов в мышечной ткани, гонадах и печени, а также сыворотке крови рассматривается как показатель протекания пластического обмена у рыб [28]. К ранневесеннему периоду, по сравнению со среднемо-



а



б



в

Рис. 2. Гистограммы распределения ооцитов самок пиленгаса по материалам исследований 2019 г.

а — масса рыбы 1240 г; длина 46 см; б — масса рыбы 1435 г; длина 45 см; в — масса рыбы 1490 г; длина 47 см

Fig. 2. Histograms of the distribution of oocytes in so-iuy mullet females based on the research data collected in 2019

а — fish weight is 1240 g; fish length is 46 cm; б — fish weight is 1435 g; fish length is 45 cm; в — fish weight is 1490 g; fish length is 47 cm

голетними данными, у рыб с гонадами III стадии зрелости отмечено сниженное содержание белка и жира в мышцах и печени, а также каротиноидов в печени и гонадах, белково-липидного комплекса крови, что указывает на отсутствие активного питания пиленгаса в исследуемый период, а также

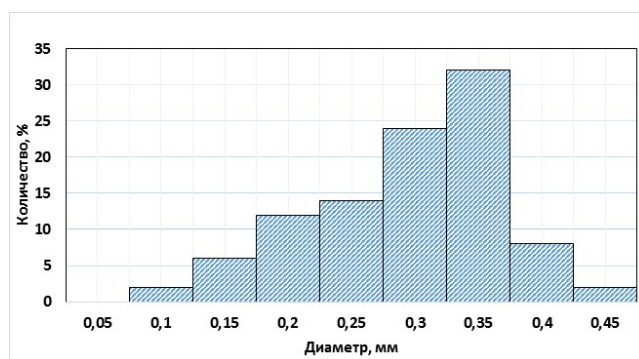


Рис. 3. Размерный состав ооцитов пиленгаса в конце зимовального периода по многолетним данным

Fig. 3. Size composition of so-iuy mullet oocytes at the end of the wintering period according to the long-term data

говорит о значительных энергетических тратах за период зимовки, которые во многом направлены на формирование гонад, увеличение их массы и накопление желтка в ооцитах. Анализ состояния гонад самок пиленгаса в конце зимовки 2018–2019 гг. свидетельствует о более низкой степени зрелости ооцитов для данного периода.

По всей вероятности, ухудшение физиологического состояния производителей пиленгаса связано со значительным понижением температуры в начале ноября 2018 г., что привело к сокращению продолжительности нагула и более раннему наступлению периода зимовки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пряхин Ю.В. Азовская популяция пиленгаса: вопросы биологии, поведение и организация рационального промысла : автореф. дис. канд. биол. наук. Ростов-н/Д.: Изд-во АЗНИИРХ, 2001. 24 с.
2. Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Журавлева Н.Г., Григорьев В.А., Лужняк В.А. Практическая аквакультура. Ростов-н/Д.: Изд-во Южного научного центра РАН, 2011. 284 с.
3. Поляруш В.П., Овечко В.Ю., Иванова Г.Н., Шевцова В.П. Роль пиленгаса в прудовой аквакультуре // Проблемы и перспективы аквакультуры в России : матер. Междунар. науч.-практ. конф. (г. Адлер, 24–27 сентября, 2001 г.). Краснодар, 2001. С. 226–227.
4. Туркулова В.Н., Новоселова Н.В., Булли Л.И., Бобова А.С., Булли Ф.А., Заиченко Е.А. Анализ роста и выживаемости пиленгаса в течение трехлетнего цикла выращивания в условиях бассейнового хозяйства ФГБНУ «ЮгНИРО» // Труды ЮгНИРО. 2015. Т. 53. С. 80–91.

5. Семененко Л.И., Кудлина Е.А. Вселение пиленгаса в Молочный лиман // Рыбное хозяйство. 1982. № 8. С. 33–34.
6. Баденко Л.В., Корниенко Г.Г., Бойко Н.Е., Денисова Е.М. Характеристика физиологического состояния пиленгаса при формировании маточного стада в условиях Северного Приазовья // Культивирование морских организмов. М.: Изд-во ВНИРО, 1985. С. 75–88.
7. Баденко Л.В., Корниенко Г.Г., Семененко Л.И., Бойко Н.Е., Денисова Е.М. Эколого-физиологические исследования обмена веществ дальневосточного пиленгаса // Экологическая физиология и биохимия рыб : тезисы докл. VI Всесоюз. конф. (г. Вильнюс, сентябрь 1985 г.). Вильнюс, 1985. С. 12–13.
8. Студеникина Е.И., Сафронова Л.М., Мирзоян З.А., Фроленко Л.Н., Толоконникова Л.И., Мартынюк М.Л., Шляхова Н.А. Биологические основы формирования рыбопродуктивности Азовского моря в современный период. Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2010. 170 с.
9. Куликова Н.И., Моисеева Е.Б. Адаптивные особенности репродуктивной системы дальневосточного пиленгаса *Mugil soiuu* (Basilewsky), интродуцированного в Азово-Черноморский бассейн // Тезисы докл. XI Всерос. конф. по промысловой океанологии (г. Калининград, 14–18 сентября 1999 г.). М.: Изд-во ВНИРО, 1999. С. 122–123.
10. Ложичевская Т.В., Дорошева Н.Г., Ружинская Л.П. Некоторые изменения физиологического состояния пиленгаса в процессе акклиматизации в Азовском бассейне // Проблемы сохранения экосистем и рационального использования биоресурсов Азово-Черноморского бассейна: матер. Междунар. науч. конф. (г. Ростов-на-Дону, 8–12 октября 2001 г.). Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2001. С. 126–127.
11. Ложичевская Т.Г., Корниенко Г.Г., Дудкин С.И., Самарская Е.А., Сергеева С.Г., Цема Н.И., Ружинская Л.П. Нарушения в репродуктивной системе пиленгаса (*Liza haematocheila* Temminck & Schlegel) в Азово-Черноморском бассейне // Ветеринарная патология. 2011. № 4 (38). С. 74–78.
12. Бугаев Л.А., Войкина А.В., Ружинская Л.П., Ложичевская Т.В. Референсные значения некоторых показателей пиленгаса *Liza haematocheila* (Temminck & Schlegel, 1845) Азово-Черноморского бассейна на разных этапах репродуктивного цикла // Водные биоресурсы и среда обитания. 2019. Т. 2, № 1. С. 27–46.
13. Корниенко Г.Г., Дудкин С.И., Сергеева С.Г., Ружинская Л.П., Цема Н.И., Бугаев Л.А., Войкина А.В. Физиолого-биохимическая характеристика рыб Азово-Черноморского бассейна в условиях современной антропогенной нагрузки // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2017. Вып. 40. С. 58–67.
14. Бугаев Л.А., Войкина А.В., Ружинская Л.П. Функциональное состояние пиленгаса (*Liza haematocheila*, Temminck & Schlegel) Азово-Черноморского бассейна в 2016 г. // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование : матер. VIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (г. Петропавловск-Камчатский, 12–14 апреля 2017 г.) / Под ред. Н.Г. Клочковой. Петропавловск-Камчатский: Изд-во Камчатского государственного технического университета, 2017. Т. 1. С. 50–52.
15. ГОСТ 7636-85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Изд-во Стандартиформ, 2010. С. 38–123.
16. Сакун О.Ф., Буцкая Н.А. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. М.: Пищевая промышленность, 1963. 84 с.
17. Моисеева Е.Б., Любомудров А.К. Морфофункциональная характеристика семенников пиленгаса *Mugil soiuu* Basilewsky, акклиматизированного в Азово-Черноморском бассейне // Вопросы ихтиологии. 1997. Т. 37, № 2. С. 231–241.
18. Nakano T., Kanmuri T., Sato M., Takeuchi M. Effect of astaxanthin rich red yeast (*Phaffia rhodozyma*) on oxidative stress in rainbow trout // Biochimica et Biophysica Acta. 1999. Vol. 1426, no. 1. Pp. 119–125. doi: 10.1016/s0304-4165(98)00145-7.
19. Nakano T., Tosa M., Takeuchi M. Improvement of biochemical features in fish health by red yeast and synthetic astaxanthin // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1995. Vol. 43, no. 6. Pp. 1570–1573. doi: 10.1021/jf00054a029.
20. Погода и климат. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> (дата обращения 18.02.2020).
21. Металлов Г.Ф., Ковалева А.В. Прижизненная диагностика степени подготовленности производителей осетровых рыб к нересту // Аквакультура осетровых рыб: проблемы и перспективы : сб. науч. статей Междунар. науч.-практ. конф. (г. Астрахань, 10–12 октября 2017 г.) / Под ред. С.С. Астафьевой, Н.В. Судаковой, К.А. Ветровой, С.А. Гуцуляк. Астрахань: Изд-во Астраханского государственного университета, 2017. С. 144–148.
22. Кудрявцев А.А., Кудрявцева Л.А., Привольнев Т.И. Гематология животных и рыб. М.: Колос, 1969. 320 с.
23. Яржомбек А.А., Лиманский В.В., Щербина Т.В., Лысенко П.В., Бекина Е.Н. Справочник по физиологии рыб. М.: Агропромиздат, 1986. 428 с.
24. Гулиев Р.А., Мелякина Э.И. Некоторые биохимические показатели крови рыб дельты Волги // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Рыбное хозяйство. 2014. № 2. С. 85–91.

25. Регеранд Т.Ч. Липопротеиды сыворотки крови позвоночных животных // Биохимия экто- и эндотермных организмов / Под ред. В.С. Сидорова, Р.У. Высоцкой. Петрозаводск: Изд-во Карельского научного центра РАН, 1989. С. 27–63.
26. Куликова Н.И. Опыт получения зрелых половых клеток кефалей // Рыбное хозяйство. 1982. № 9. С. 22–25.
27. Куликова Н.И., Булли А.Ф., Гнатченко Л.Г., Писаревская И.И., Федупина В.Н., Булли Л.И. Физиологическое состояние производителей пиленгаса в период миграций через Керченский пролив // Труды ЮгНИРО. 1996. Т. 42. С. 210–216.
28. Шульман Г.Е., Аболмасова Г.И., Столбовая А.Я. Использование белка в энергетическом обмене гидробионтов // Успехи современной биологии. 1993. Т. 113, вып. 5. С. 576–586.
6. Badenko L.V., Kornienko G.G., Boyko N.E., Denisova E.M. Kharakteristika fiziologicheskogo sostoyaniya pilengasa pri formirovanii matochnogo stada v usloviyakh Severnogo Priazov'ya [Characterization of physiological state of so-iuy mullet during broodstock formation in the context of North Cis-Azov Region (Priazovye)]. In: *Kul'tivirovanie morskikh organizmov [Cultivation of marine organisms]*. Moscow: VNIRO Publ., 1985, pp. 75–88.
7. Badenko L.V., Kornienko G.G., Semenenko L.I., Boyko N.E., Denisova E.M. Ekologo-fiziologicheskie issledovaniya obmena veshchestv dal'nevostochnogo pilengasa [Ecological and physiological research of metabolic process in so-iuy mullet]. In: *Ekologicheskaya fiziologiya i biokhimiya ryb : tezisy dokladov VI Vsesoyuznoy konferentsii (g. Vil'nyus, sentyabr' 1985 g.) [Environmental physiology and biochemistry of fish. Abstracts of the 6th All-Union Conference (Vilnius, September, 1985)]*. Vilnius, 1985, pp. 12–13. (In Russian).
8. Studenikina E.I., Safronova L.M., Mirzoyan Z.A., Frolenko L.N., Tolokonnikova L.I., Martynyuk M.L., Shlyakhova N.A. Biologicheskie osnovy formirovaniya ryboproduktivnosti Azovskogo morya v sovremennyy period [Biological foundations of formation of the Azov Sea fish productivity at the present time]. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 2010, 170 p. (In Russian).
9. Kulikova N.I., Moiseeva E.B. Adaptivnye osobennosti reproduktivnoy sistemy dal'nevostochnogo pilengasa *Mugil soiuy* (Basilewsky), introdutsirovannogo v Azovo-Chernomorskiy basseyn [Adaptive features of the reproductive system of so-iuy mullet *Mugil soiuy* (Basilewsky), introduced to the Azov and Black Sea Basin]. In: *Tezisy dokladov XI Vserossiyskoy konferentsii po promyslovoj okeanologii (g. Kaliningrad, 14–18 sentyabrya 1999 g.) [Abstracts of the 11th All-Russian Conference on Fisheries Oceanology (Kaliningrad, 14–18 September, 1999)]*. Moscow: VNIRO Publ., 1999, pp. 122–123. (In Russian).
10. Lozhichevskaya T.V., Ruzhinskaya L.P., Dorosheva N.G. Nekotorye izmeneniya fiziologicheskogo sostoyaniya pilengasa v protsesse akklimatizatsii v Azovskom basseyne [Some changes in the so-iuy mullet physiological state in the process of its acclimatization in the Azov Sea Basin]. In: *Problemy sokhraneniya ekosistem i ratsional'nogo ispol'zovaniya bioresursov Azovo-Chernomorskogo basseyna : materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (g. Rostov-na-Donu, 8–12 oktyabrya 2001 g.) [Problems of conservation of ecosystems and sustainable exploitation of biological resources of the Azov and Black Sea Basin. Proceedings of the International Scientific Conference (Rostov-on-Don, 8–12 October, 2001)]*. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 2001, pp. 126–127. (In Russian)
11. Lozhichevskaya T.G., Kornienko G.G., Dudkin S.I., Samarskaya E.A., Sergeeva S.G., Tsema N.I., Ruzhinskaya L.P. Narusheniya v reproduktivnoy sisteme

REFERENCES

1. Pryakhin Yu.V. Azovskaya populyatsiya pilengasa: voprosy biologii, povedenie i organizatsiya ratsional'nogo promysla : avtoref. dis. kand. biol. nauk [Azov population of red lips mullet *Mugil so-iuy* Basilewsky: biology, behavior and organization of rational fishery. Extended abstract of Candidate's (Biology) Thesis]. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 2001, 24 p. (In Russian).
2. Matishov G.G., Ponomareva E.N., Zhuravleva N.G., Grigor'ev V.A., Luzhnyak V.A. Prakticheskaya akvakul'tura [Practical aquaculture]. Rostov-on-Don: Yuzhnyy nauchnyy tsentr RAN [Southern Scientific Centre of the RAS] Publ., 2011, 284 p. (In Russian).
3. Polyarush V.P., Ovechko V.Yu., Ivanova G.N., Shevtsova V.P. Rol' pilengasa v prudovoy akvakul'ture [Role of so-iuy mullet in the pond aquaculture]. In: *Problemy i perspektivy akvakul'tury v Rossii : materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Adler, 24–27 sentyabrya, 2001 g.) [Problems and prospects of aquaculture in Russia. Proceedings of the International Research and Practice Conference (Adler, 24–27 September, 2001)]*. Krasnodar, 2001, pp. 226–227. (In Russian).
4. Turkulova V.N., Novoselova N.V., Bulli L.I., Bobova A.S., Bulli F.A., Zaichenko E.A. Analiz rosta i vyzhivaemosti pilengasa v techenie trekhletnego tsikla vyrashchivaniya v usloviyakh basseynovogo khozyaystva FGBNU “YugNIRO” [Analysis of so-iuy mullet growth and survivability rate during the 3-year rearing cycle in conditions of the indoor fish farm of the Federal State Budgetary Scientific Institution “YugNIRO”]. *Trudy YugNIRO [YugNIRO Proceedings]*, 2015, vol. 53, pp. 80–91. (In Russian).
5. Semenenko L.I., Kudlina E.A. Vselenie pilengasa v Molochnyy liman [The introduction of far-eastern mullet in the Molochnyi Estuary of the Sea of Azov]. *Rybnoe khozyaystvo [Fisheries]*, 1982, no. 8, pp. 33–34. (In Russian).

- pilengasa (*Liza haematocheila* Temminck & Shlegel) v Azovo-Chernomorskom basseyne [Disturbances in the reproductive system of the haarder *Liza haematocheila* Temminck & Shlegel living in the Azov and Black Sea Basin]. *Veterinarnaya patologiya* [*Veterinary Pathology*], 2011, no. 4 (38), pp. 74–78. (In Russian).
12. Bugaev L.A., Voykina A.V., Ruzhinskaya L.P., Lozhichevskaya T.V. Referentsnye znacheniya nekotorykh pokazateley pilengasa *Liza haematocheilus* (Temminck & Schlegel, 1845) Azovo-Chernomorskogo basseyna na raznykh etapakh reproduktivnogo tsikla [Reference values of some indicators of the so-iuy mullet *Liza haematocheilus* (Temminck & Schlegel, 1845) from the Azov and Black Seas Basin at different stages of reproductive cycle]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [*Aquatic Bioresources & Environment*], 2019, vol. 2, no. 1, pp. 27–46. (In Russian).
 13. Kornienko G.G., Dudkin S.I., Sergeeva S.G., Ruzhinskaya L.P., Tsema N.I., Bugaev L.A., Voykina A.V. Fiziologo-biokhimicheskaya kharakteristika ryb Azovo-Chernomorskogo basseyna v usloviyakh sovremennoy antropogennoy nagruzki [Physiological and biochemical characteristics of the Azov and Black Sea fishes undergoing anthropogenic pressure]. *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [*Bulletin of Kamchatka State Technical University*], 2017, issue 40, pp. 58–67. (In Russian).
 14. Bugaev L.A., Voykina A.V., Ruzhinskaya L.P. Funktsional'noe sostoyanie pilengasa (*Liza haematocheila*, Temminck & Sshlegel) Azovo-Chernomorskogo basseyna v 2016 g. [Functional status of the haarder (*Liza haematocheila*, Temminck & Schlegel) in the Azov and Black Sea Basin in 2016]. In: *Prirodnye resursy, ikh sovremennoe sostoyanie, okhrana, promyslovoe i tekhnicheskoe ispol'zovanie: materialy VIII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 75-letiyu rybokhozyaystvennogo obrazovaniya na Kamchatke (g. Petropavlovsk-Kamchatskiy, 12–14 aprelya 2017 g.)* [*Natural resources, their current state, conservation, commercial and industrial use. Proceedings of the 8th All-Russian Research and Practice Conference with international participation, dedicated to the 75th anniversary of fisheries education in Kamchatka (Petropavlovsk-Kamchatskiy, 12–14 April, 2017)*]. N.G. Klochkova. (Ed.). Petropavlovsk-Kamchatskiy: Kamchatskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet [Kamchatka State Technical University] Publ., 2017, vol. 1, pp. 50–52. (In Russian).
 15. GOST 7636-85 Ryba, morskije mlekoopitayushchie, morskije bespozvonochnye i produkty ikh pererabotki. Metody analiza [State Standard 7636-85 Fish, marine mammals, invertebrates and products of their processing. Methods for analysis]. Moscow: Standartinform [Russian Scientific and Technical Centre for Information on Standardization, Metrology and Conformity Assessment] Publ., 2010, pp. 38–123. (In Russian).
 16. Sakun O.F., Butskaya N.A. Opredelenie stadiy zrelosti i izuchenie polovykh tsiklov ryb [Determination of maturity stage and analysis of reproductive cycles in fish]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry], 1963, 84 p. (In Russian).
 17. Moiseeva E.B., Lyubomudrov A.K. Morfofunktsional'naya kharakteristika semennikov pilengasa *Mugil soiuy* Basilewsky, akklimatizirovannogo v Azovo-Chernomorskom basseyne [Morpho-functional characteristics of testes of *Mugil soiuy* acclimatized in the Azov-Black Sea Basin]. *Voprosy ikhtiologii* [*Journal of Ichthyology*], 1997, vol. 37, no. 2, pp. 231–241. (In Russian).
 18. Nakano T., Kanmuri T., Sato M., Takeuchi M. Effect of astaxanthin rich red yeast (*Phaffia rhodozyma*) on oxidative stress in rainbow trout. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1999, vol. 1426, no. 1, pp. 119–125. doi: 10.1016/s0304-4165(98)00145-7.
 19. Nakano T., Tosa M., Takeuchi M. Improvement of biochemical features in fish health by red yeast and synthetic astaxanthin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1995, vol. 43, no. 6, pp. 1570–1573. doi: 10.1021/jf00054a029.
 20. Pogoda i klimat [Weather and climate]. Available at: <http://www.pogodaiklimat.ru> (accessed 18.02.2020). (In Russian).
 21. Metallov G.F., Kovaleva A.V. Prizhiznennaya diagnostika stepeni podgotovlennosti proizvoditeley osetrovyykh ryb k nerestu [Diagnosis of the degree of preparedness of the producers of sturgeon to spawn]. In: *Akvakul'tura osetrovyykh ryb: problemy i perspektivy: sbornik nauchnykh statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Astrakhan', 10–12 oktyabrya 2017 g.)* [*Aquaculture of sturgeons: problems and perspectives. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Astrakhan, 10–12 October, 2017)*]. S.S. Astafeva, N.V. Sudakova, K.A. Vetrova, S.A. Gutsulyak. (Eds.). Astrakhan: Astrakhanskiy gosudarstvennyy universitet [Astrakhan State University] Publ., 2017, pp. 144–148. (In Russian).
 22. Kudryavtsev A.A., Kudryavtseva L.A., Privol'nev T.I. Gematologiya zhivotnykh i ryb [Hematology of animals and fish]. Moscow: Kolos [Spike], 1969, 320 p. (In Russian).
 23. Yarzhombek A.A., Limanskiy V.V., Shcherbina T.V., Lysenko P.V., Bekina E.N. Spravochnik po fiziologii ryb [Reference book on physiology of fishes]. Moscow: Agropromizdat [Agriculture Industry Publishing House], 1986, 428 p. (In Russian).
 24. Guliev R.A., Melyakina E.I. Nekotorye biokhimicheskie pokazateli krovi ryb del'ty Volgi [Some biochemical parameters of blood of Volga Delta fish]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Rybnoe khozyaystvo* [*Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*], 2014, no. 2, pp. 85–91. (In Russian).

25. Regerand T.Ch. Lipoproteidy syvorotki krovi pozvonochnykh zivotnykh [Lipoproteins in blood serum of vertebrates]. In: *Biokhimiya ekto- i endotermnykh organizmov* [Biochemistry of ectothermic and endothermic organisms]. V.S. Sidorov, R.U. Vysotskaya. (Eds.). Petrozavodsk: Karel'skiy nauchnyy tsentr RAN [Karelian Research Centre of RAS] Publ., 1989, pp. 27–63. (In Russian).
26. Kulikova N.I. Opyt polucheniya zrelykh polovykh kletok kefaley [Procurement practice for mature reproductive cells in mullets]. *Rybnoe khozyaystvo* [Fisheries], 1982, no. 9, pp. 22–25. (In Russian).
27. Kulikova N.I., Bulli A.F., Gnatchenko L.G., Pisarevskaya I.I., Fedulina V.N., Bulli L.I. Fiziologicheskoe sostoyanie proizvoditeley pilengasa v period migratsiy cherez Kerchenskiy proliv [Physiological state of haarder brood stock during migration via the Kerch Strait]. *Trudy YugNIRO* [YugNIRO Proceedings], 1996, vol. 42, pp. 210–216. (In Russian).
28. Shul'man G.E., Abolmasova G.I., Stolbovaya A.Ya. Ispol'zovanie belka v energeticheskom obmene gidrobiontov [Protein utilization in energy metabolism of hydrobionts]. *Uspekhi sovremennoy biologii* [Biology Bulletin Reviews], 1993, vol. 113, issue 5, pp. 576–586. (In Russian).

Поступила 12.12.2019

Принята к печати 20.02.2020