

УДК 574.5.(478)

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯИЧНИКОВ ОКУНЯ СОЛНЕЧНОГО *LEPOMIS GIBBOSUS* (LINNAEUS, 1758) В УСЛОВИЯХ КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (ВОДОЁМА- ОХЛАДИТЕЛЯ МОЛДАВСКОЙ ГРЭС)

© 2018 Фулга Н.И.*, Тодераш И.К.**, Булат Дм.Е.***,
Булат Ден.Е.****, Райлян Н.К.*****

Институт зоологии, Молдова, Кишинев 2028;

e-mail: * fulganina@yahoo.com, ** iontoderas@yahoo.com, *** bulatdm@yahoo.com, **** bulatdenis@gmail.com,
***** nadejdarailean@yahoo.com

Поступила в редакцию 01.03.2018

Представлены результаты исследований репродуктивной системы половозрелых самок окуня солнечного *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) (Centrarchidae) в период нереста в Кучурганском водохранилище (лимане), являющемся водоёмом-охладителем Молдавской ГРЭС. Этот инвазийный вид характеризуется асинхронным развитием половых клеток в яичнике. При трёхразовом нересте, в течение мая – июля, у самок происходит уменьшение относительной массы гонад последующих поколений, что последовательно приводит к снижению величины гонадосоматического индекса перед вторым и третьим икротетанием. Это подтверждается уменьшением массы икры и относительной массы гонад в период формирования второй и третьей порций яйцеклеток текущего сезона размножения. Выявлены самки с глубокими нарушениями в развитии гонад.

Ключевые слова: окунь солнечный *Lepomis gibbosus*, генерация ооцитов, порционный нерест, вителлогенез, резорбция, гонадосоматический индекс, ГСИ, стадия зрелости яичников, стерильные самки.

Введение

Окунь солнечный *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) относится к семейству Центрахтовые Centrarchidae, к роду солнечные рыбы – *Lepomis*, а его регионом-донором является верхнее течение р. Миссисипи в Северной Америке. Впервые в Европу окунь солнечный попал в начале 1980-х гг., в основном, как аквариумная рыбка. Первой страной-реципиентом этого вида была Германия [Freyhof, 2003]. В 1903 г. вид был отмечен в Верхнем Рейне и его притоке р. Майн [Vnngrescu, 1964]. Впоследствии из Рейна, Одера и Дуная окунь солнечный попал в Восточную Европу и распространился по её водоёмам. В Испанию, Италию, Бельгию, Нидерланды данный вид был преднамеренно интродуцирован непосред-

ственно из США «для обогащения природных запасов и в качестве пищи для других хищников» [Iacob, Petrescu-Mag, 2008, с.47]. В 2002 г. он был зафиксирован в Дании, а в 2005 г. уже достиг внутренних водоёмов Норвегии [Przybylski, Zikba, 2011].

Из дельты Дуная через прибрежные менее солёные участки этот вид распространился по всему северо-западному региону Чёрного моря, в том числе, и в р. Днестр [Мовчан, 2009]. На территорию Республики Молдова из Дуная он проник в р. Прут, его притоки, озёра (Братеш, Белеу, Манта, Кагул и др.) и русловые пруды [Cozarietal., 2003]. В некоторых антропогенных экосистемах, таких как Кучурганский лиман (водохранилище), окунь солнечный стал абсолютным доминантом. Достигнув высокой численности, данный вид на-

нёт огромный урон аборигенным видам рыб, таким как краснопёрка *Scardinius erythrophthalmus*, плотва *Rutilus rutilus*, лещ *Abramis brama*, линь *Tincatinca*, ёрш обыкновенный *Gymnocephalus cernuus*, речной окунь *Percas fluviatilis* и др. Его высокая конкурентная способность, питание икрой и молодьё этих видов значительно снизили выживаемость их потомства, скорость роста и, вследствие этого, величину рыбной продукции водоёма [Креписи др., 2013].

Сведения о характере развития половых желёз у окуня солнечного до недавнего времени были немногочисленны. Морфология половых клеток на протяжении сезона размножения описаны [Magalhães, Ratton, 2005; Rangelet al., 2012] для особей из водоёмов, расположенных на территории Бразилии. В литературе приводятся сведения, касающиеся количества порций откладываемой икры данным видом в р. Миссисипи (исторический ареал) [Scott, Crossman, 1973] и в водоёмах инвазивного ареала Южной Америки и Европы [Andre et al., 2005; Copp, Fox, 2007].

Целью наших исследований было изучение биологии размножения окуня солнечного, обитающего в Кучурганском водохранилище, используемом как водоём-охладитель Молдавской ГРЭС, а также установление характера развития яйцеклеток и количества порций выметываемой икры в течение нерестового периода.

Материал и методы

Ихтиологический материал был собран в 2010–2014 гг. в Кучурганском водохранилище-охладителе Молдавской ГРЭС. Для обловов использовали набор из четырёх одностенных ставных сетей со следующими характеристиками: 1) размер ячеи 15×15 мм, высота сети 1.5 м, длина сети 50 м; 2) размер ячеи 20×20 мм, высота сети 1.5 м, длина сети 50 м; 3) размер ячеи 30×30 мм, высота сети 3 м, длина сети 75 м; 4) размер ячеи 30×30 мм, высота сети 3 м, длина сети 75 м, а также, волокушу длиной 6 м с размером ячеи 5×5 мм.

Для гистологических исследований были использованы гонады четырёх- и пятигодовалых самок окуня солнечного в период размно-

жения в количестве 74 экземпляров. Размер проб яичников, по ширине и высоте, составляет 0.5 см. Исследуемые образцы фиксировали в жидкости Буэна с дальнейшим обезживанием в спиртах возрастающей концентрации (от 70° до 100°). Затем пробы переносили в смесь 100°-й спирт + эфир с последующим их просветлением в целлоидиновом масле в течение 5 сут. Перед заливкой в парафин пробы гонад последовательно перекладывали из масла в хлороформ I, хлороформ II, хлороформ + парафин, парафин. Зрелость гонад определяли по Мейену [1939] с уточнениями Сакун и Буцкой [1963], а степень развития ооцитов – по классификации Казанского [1949]. Срезы толщиной 7 мкм окрашивали по методу Маллори [Роскин, Левинсон, 1957]. Все пойманные самки были подвергнуты общему биологическому анализу с определением линейно-массовых показателей, возраста и гонадосоматического индекса (ГСИ) [Правдин, 1966]. Гонадосоматический индекс вычисляли по отношению массы гонад к массе тела без внутренностей в процентах. Измерение ооцитов в фазе завершённого вителлогенеза, а также изготовление микрофотографий проводили с помощью микроскопа AxioImager A2. Полученные данные обработаны статистически с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Excel-2007 и STATISTICA 6.0 for Windows.

Результаты

Нерестовый сезон у окуня солнечного в Кучурганском водохранилище-охладителе начинается с третьей декады мая при температуре воды 20 °С и заканчивается в июле. Данный водоём питается, в основном, водой из р. Днестр через рукав Турунчук. Как охладитель Молдавской ГРЭС водохранилище функционирует с 1964 г. В контрольные уловы в третьей декаде мая попадались самки в преднерестовом состоянии с гонадами на IV завершённой стадии зрелости, у которых старшая генерация ооцитов, завершившая накопление гранул желтка, достигла среднего диаметра 621.0 ± 1.24 мкм. Гонадосоматический индекс у них в этот период максимален (таблица).

Таблица. Функциональная характеристика самок *Lepomis gibbosus* внеерстовый период

Декада, месяц	Стадия зрелости гонад	ГСИ, %	t	P	Число рыб
III декада мая	IV	23.29 ± 0.92 27.11 – 19.36	–	–	16
III декада мая	VI–IV ₂	11.03 ± 0.45 13.48–9.51	–	–	9
I декада июня	IV ₂	16.74 ± 0.56 18.26–14.48	6.06	0.999	13
II декада июня	VI–IV ₃	6.61 ± 0.54 8.48 – 4.21	–	–	10
I декада июля	IV ₃	12.78 ± 0.57 15.72 – 10.12	4.92	0.999	14
II декада октября	II–III	1.90 ± 0.22 3.07 – 0.92	–	–	12

После завершения процесса накопления питательных веществ в яйцеклетках происходят изменения, связанные с их подготовкой к выведению из яичника. Перед овуляцией половые клетки содержат единую жировую каплю, желток в виде гомогенной массы заполняет всю цитоплазму яйцеклетки, фолликулярный эпителий становится тонким и несколько отходит от студенистой оболочки ооцита.

В этот период исследований в уловах также присутствовали отнерестившиеся самки с гонадами на VI–IV₂ стадии зрелости, о чём свидетельствует наличие в них опустевших фолликулярных оболочек и ооцитов в фазах интенсивного вителлогенеза, начала накопления желтка и вакуолизации. Из данных, приведённых в таблице видно, что более высокое значение ГСИ у самок наблюдается перед первым нерестом, тогда как у особей перед вторым и третьим икрометанием данный показатель достоверно снижается (таблица).

После вымета первой порции икры в яичниках присутствуют, наряду с опустевшими фолликулярными оболочками, ооциты на разных фазах периода трофоплазматического роста, что указывает на асинхронный характер развития. В первых числах июня, перед вторым в сезоне икрометанием, старшая генерация ооцитов завершает накопление желтка и

переходит в фазу созревания. Начало овуляции зрелых половых клеток у самок осуществляется во второй декаде июня.

Самки, выловленные в конце первой декады июля, имеют IV₃ стадию зрелости гонад. В течение короткого времени ооциты третьей генерации завершают интенсивное накопление питательных веществ и приступают к процессу слияния жира в более крупные капли. Вымет третьей генерации яйцеклеток у самок в данном водоёме происходит во второй декаде июля.

Перед третьим в нерестовом сезоне икрометанием были выявлены самки с дегенерирующими половыми железами. На гистологических препаратах деструктивные изменения в вителлогенных ооцитах выражены в отсутствии тургора клеток, исчезновении ядер и частичной гомогенизации желтка. Резорбции также подвергнуты и яйцеклетки резервного фонда в фазах вакуолизации цитоплазмы, которая сопровождается разрушением вакуолей и слиянием их содержимого в гомогенную массу (рис. 1).

Среди пойманных самок обнаружена одна особь длиной 11 см и массой 45 г со стерильным яичником, что является следствием глубоких нарушений в развитии её репродуктивной системы. Генеративная ткань замещена

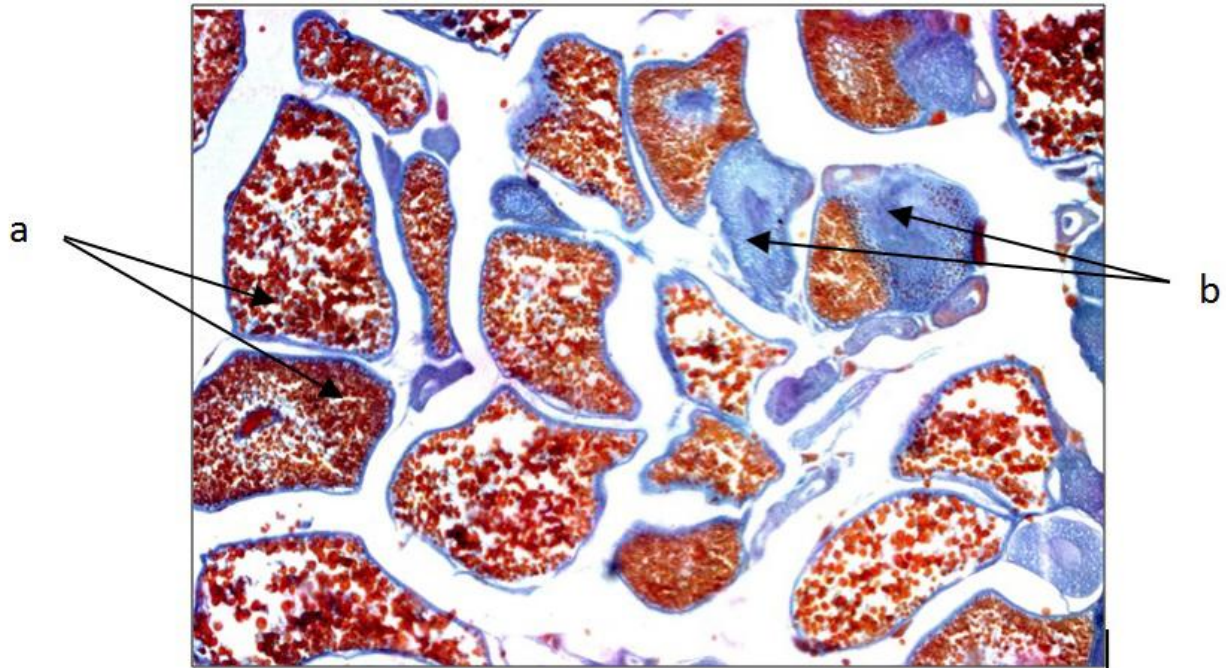


Рис. 1. Фрагмент яичника окуня солнечного с резорбирующимися ооцитами третьей генерации: а – деформация желтковых яйцеклеток, b – невыметанные ооциты в состоянии резорбции.

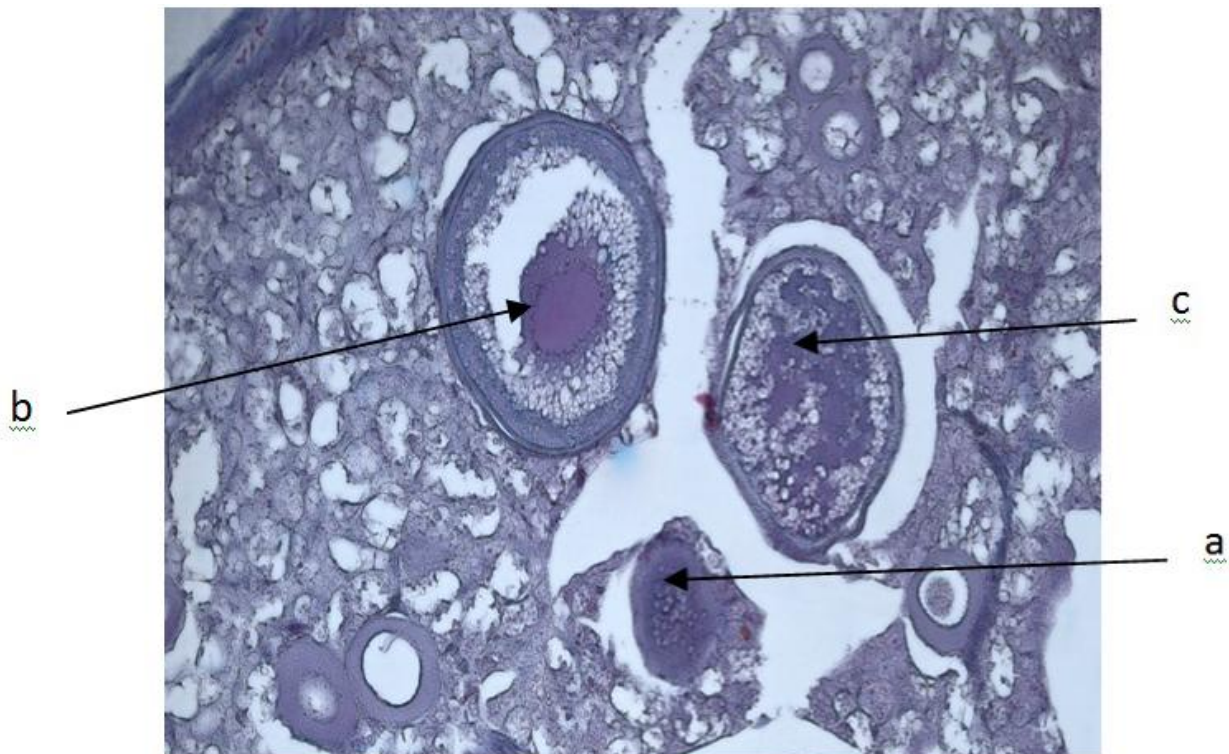


Рис. 2. Фрагмент гонады стерильной самки окуня солнечного: а – ооцит протоплазматического роста, b – ооцит в фазе вакуолизации, с – ооцит в фазе вителлогенеза.

рыхлой соединительной тканью, среди которой размещаются единичные дегенерирующие ооциты периодов протоплазматического роста, вакуолизации и вителлогенеза (рис. 2).

Согласно проведённым исследованиям, установлено, что в течение мая – июля формируются и подготавливаются к вымету три генерации яйцеклеток (таблица). После завершения нерес-

тового сезона в гонадах самок остаётся небольшое количество невыметанных желтковых ооцитов в процессе резорбции и комплекс ооцитов протоплазматического роста, что соответствует II стадии зрелости гонад, которая длится до начала октября текущего года.

У отнерестившихся рыб после окончания резорбционных процессов начинается новая волна оогенеза. С понижением температуры воды (вторая декада октября) ооциты переходят к трофоплазматическому росту (в фазу вакуолизации цитоплазмы), а гонады во II–III стадию зрелости. Зимуют самки с яичниками на III стадии зрелости, с ооцитами на разных фазах вакуолизации.

Обсуждение

В Кучурганском лимане (водохранилище-охладителе Молдавской ГРЭС) обитают самки окунясолнечного с порционным типом икротетания (три порции), который характеризуется асинхронным развитием половых клеток в течение всего репродуктивного цикла. Подобный характер развития яйцеклеток у самок этого вида наблюдается в бразильском оз. Гамба [Rangeletal., 2012]. Порционный нерест *Lepomis gibbosus* характерен как в нативном ареале, в р. Миссисипи [Scott, Crossman, 1973], так и в инвазионном ареале, в водоёмах Южной Америки [Magalhães, Ratton, 2005] и Европы [Copp, Fox, 2007]. Срок нереста самок определяется температурным режимом водоёма. В Кучурганском вдхр. нерестовый сезон у *L. gibbosus* начинается с третьей декады мая при температуре воды 20 °С и продолжается до июля включительно. В 20 км от оз. Гамба (Южная Америка) этот вид воспроизводится круглогодично с февраля текущего года по март следующего [Magalhães, Ratton, 2005]. В пределах нативного ареала, р. Висконсин (приток Миссисипи), самки вымётывают икру с мая по август текущего года [Becker, 1983]. В Греции и Испании этот вид воспроизводится в течение четырёх весенне-летних месяцев [Neophytou, Giapris, 1994].

В Кучурганском вдхр. в период нереста у половозрелых самок наибольшие значения

гонадосоматического индекса отмечаются перед первым икротетанием по сравнению с последующими нерестами, подготавливающимися к вымету в текущем сезоне размножения. Об этом свидетельствуют уменьшение количества икры и относительной массы гонад (ГСИ) в период формирования второй и третьей генераций яйцеклеток данного сезона размножения. Более низкие величины гонадосоматического индекса после каждого очередного икротетания связаны с тем, что после вымета очередной порции икры в яичниках остаются, в основном, ооциты в фазах вакуолизации цитоплазмы и небольшое количество яйцеклеток в фазе вителлогенеза.

Стерильность гонад является следствием глубоких нарушений половой системы, возникающих, по-видимому, вследствие загрязнения водоёма сбросными водами Молдавской ГРЭС. При этом отмечается мощное развитие стромы в яичнике и большое количество соединительной ткани, среди которой размещаются единичные резорбирующиеся ооциты. Стерильные гонады были отмечены у самок других инвазивных видов рыб, как например, у *Neogobius melanostomus* Pallas, 1814 Саратовского вдхр. [Минеев, 2009].

Выводы

1. В Кучурганском вдхр., используемом как водоём-охладитель Молдавской ГРЭС, чужеродный вид рыб – окунь солнечный, является порционно нерестующим видом с асинхронным развитием половых клеток в течение всего периода размножения. Его нерестовый сезон в водоёме вселения начинается с третьей декады мая и заканчивается в июле.

2. При трёхпорционном икротетании у самок отмечается уменьшение относительной массы гонад последующих генераций, что приводит к последовательному снижению величины гонадосоматического индекса перед вторым и третьим нерестами. Более низкие величины этого показателя после очередного икротетания связаны с уменьшением количества желтковых ооцитов текущей генерации.

3. Стерильность гонад у самок окуня солнечного из Кучурганского водохранилища является следствием глубоких нарушений в развитии репродуктивной системы.

Литература

- Казанский Б.Н. Особенности функции яичников у рыб с порционным икрометанием // Тр. лаб. основ рыбководства. Л.: Изд-во АН СССР, 1949. Т. 2. С. 64–121.
- Крепис О., Усатый М., Стругуля О., Усатый А., Шаптефраць Н. Изменение биоразнообразия ихтиофауны Кучурганского водохранилища в процессе его экологической сукцессии // В сб.: Управление бассейном трансграничного Днестра в условиях нового бассейнового договора: Мат. Межд. конференции / Под ред. д.б.н. И. Тромбицкого. Кишинёв, 2013. С. 178–182.
- Мейен В.А. К вопросу о годовом цикле размножения костистых рыб // Изв. АН СССР. Серия биология. 1939. №3. С. 389–420.
- Минеев А.К. Некоторые гистологические нарушения гонад у головешки ротана (*Percottus glenii* Dibowski, 1877) и бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) Саратовского водохранилища // Изв. Самарского науч. центра Российской академии наук. 2009. Т.11. №1. С.185–190.
- Мовчан Ю.В. Рыбы України (таксономія, номенклатура, зауваження) // Збірник праць Зоологічного музею. 2009. № 40. С. 47–86.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность. 1966. 376 с.
- Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. Микроскопическая техника. М.: Советская наука, 1957. 487 с.
- Сакун О.Ф., Буцкая Н.Ф. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1968. 48 с.
- André L.B., Magalhães A.L., Ratton T.F. Reproduction of a South American population of pumpkinseed sun fish *Lepomis gibbosus* (Linnaeus) (Osteichthyes, Centrarchidae) : a comparison with the European and North American population // Revist a Brasileira de Zoologia. 2005. Vol. 22. No. 2. P. 477–483.
- Bécnescu P. Fauna Republicii Populare Române Pisces – Osteichthyes. Ed. Academiei Republicii Populare Române. 1964. 959 p.
- Becker G.C. Fishes of Wisconsin. The University of Wisconsin Press, 1983. P. 828–833.
- Copp G.H., Fox M.G. Growth and life history traits of introduced pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*) in Europe, and the relevance to its potential invasiveness // Biological invaders in inland waters. British Crown. 2007. P. 289–306.
- Cozari T., Usatoiu M., Vladimirov M. Seria: Lumea animală a Moldovei. Peeti. Amfibieni. Reptile. 2003. Vol. 2. Chişinău: Ştiinţa. 150 p.
- Freyhof J. Immigration and potential of invasive freshwater fishes in Germany // Berichte des IGB. 2003. No.17. P.51–58.
- Iacob M., Petrescu-Mag I. Inventarul speciilor non-native de pești în apele dulci ale României. Ed. Bioflux. Cluj-Napoca. 2008. 89 p.
- Magalhães A.L., Ratton T.F. Reproduction of a South American population of pumpkinseed sunfish *Lepomis gibbosus* (Linnaeus) (Osteichthyes, Centrarchidae): a comparison with the European and North American populations // Rev. Bras. Zool. 2005. 22. P. 477–483.
- Neophytou C., Giapis A.J. A study of the biology of pumpkinseed *Lepomis gibbosus* (L.) Lake Kerkini (Greece) // J. Appl. Ichthyol. 1994. No.10. P. 123–133.
- Przybylski M., Ziźba G. Invasive Alien Species Fact Sheet – *Lepomis gibbosus* // Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS. 2011 // (www.nobanis.org). Проверено: 09.05.2007 / 07.02.2011.
- Rangel E., Santos R.E., Tayara P., Silva T.R. et al. Reproduction of the non-native fish *Lepomis gibbosus* (Perciformes: Centrarchidae) in Brazil // Revista de Biologia Tropical. 2012. Vol. 60(3). P. 1327–1334.
- Scott W.B., Crossman E.J. Freshwater Fishes of Canada // Fish. Res. Bd. Canada Bull. 1973. 184. P. 1–966.

MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTIC OF SOLAR PERCH *LEPOMIS GIBBOSUS* (LINNAEUS, 1758) OVARY IN CONDITIONS OF KUCHURGAN RESERVOIR (COOLING WATER RESERVOIR OF MOLDAVIAN HYDROPOWER STATION)

Fulga N.I.*, Toderash I.K.**, Bulat Dm.E.***,
Bulat Den.E.****, Railyan N.K.*****

Institute of Zoology, Moldova, Kishinev 2028;

e-mail: * fulganina@yahoo.com, ** iontoderas@yahoo.com, *** bulatdm@yahoo.com, **** bulatdenis@gmail.com,
***** nadejdarailean@yahoo.com

The results of studies of the reproductive system in mature females of solar perch *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) (Centrarchidae) during spawning in the Kuchurgan Reservoir (Liman), a cooling water reservoir of the Moldavian Hydropower Station, are presented. This invasive species is characterized by the asynchronous development of germ cells in the ovary. In the case of three-time spawning occurring during May-July, a decrease in the relative mass of the gonads of subsequent generations was observed in females, which led consistently to a decrease in the gonad and somatic index value before the second and the third spawning. This is confirmed by a decrease in the mass of eggs and relative mass of gonads during the formation of the second and third portions of the eggs in the occurring breeding season. Females with serious deterioration of gonad development were revealed.

Key words: solar perch *Lepomis gibbosus*, oocyte generation, fractional spawning, vitellogenesis, resorption, gonad and somatic index, GSI, stage of ovarian maturity, sterile females.