

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ГИДРОБИОНТОВ

DOI: 10.24143/2073-5529-2018-3-105-112
УДК 576.3/.7

М. П. Грушко, Н. Н. Федорова, Тхи Хонг Ван Нгуен

РАЗВИТИЕ ОСНОВНЫХ СИСТЕМ ОРГАНОВ СУДАКА *STIZOSTEDION LUCIOPERCA* (PERCIFORMES: PERCIDAE) В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Рассмотрены особенности формирования основных систем органов у предличинок и личинок судака на разных стадиях развития. У предличинок к моменту перехода на экзогенное питание было выявлено неравномерное развитие основных жизненно важных систем. Быстрее всего развиваются пищеварительная, центральная нервная и опорно-двигательная системы. В то же время дыхательная, сердечно-сосудистая и выделительная системы развивались более медленно. К началу экзогенного питания у личинок судака совершенствовались пищеварительная, нервная и опорно-двигательная системы: появились вкусовые почки, зубы в ротовой полости, происходило интенсивное образование хрящевой ткани, особенно у основания черепа. У личинок в сердечно-сосудистой системе продолжалась дифференцировка систем клапанов сердца. Результаты исследования показали неравномерный характер развития органов у предличинок и личинок судака.

Ключевые слова: жизненно важные системы, предличинка, личинка судака, развитие, экзогенное питание.

Введение

В научной литературе широко представлены основные характеристики биологии, половых циклов, особенностей питания судака, разработана биотехника развития, рассмотрены вопросы организации выращивания племенного материала [1, 2]. Менее изучены вопросы морфо- и гистогенеза судака на эмбриональном и личиночном этапах развития. Особенности развития и взаимосвязи жизненно важных систем организма судака до сих пор мало изучены [3–5].

В связи с этим *целью данной работы* явился анализ формирования основных систем органов у предличинок и личинок судака.

Материал и методика

Исследования формирования отдельных систем на ранних стадиях развития судака осуществлялись в лаборатории при кафедре «Гидробиология и общая экология» Астраханского государственного технического университета. Объектом исследования являлись предличинки (20 шт.) и личинки (20 шт.) судака, выращенные на Александровском рыбноводном заводе в 2017 г.

Первичный анализ предличинок и личинок был проведен с помощью окуляр-микрометра и торсионных весов ВТ-500: измерялись длина и масса исследуемых объектов. Гистологический анализ был основан на методиках, предложенных О. В. Волковой и Ю. К. Елецким [6]. Приготовлено 27 фронтальных и сагиттальных серий срезов зародышей судака. Микроскопический анализ формирования жизненно важных органов судака проведен под световым микроскопом марки Olympus BH-2, фотографирование осуществлено при помощи фотонасадки Sony DSC-W7. Окраска гематоксилин-эозином.

Результаты исследования

Развитие нервной системы. С первых суток жизни судака спинной мозг напоминал полый тяж округлой формы, который опустился до хвостового отдела. Кпереди он продолжался в продол-

говатый мозг, который являлся наиболее длинным отделом головного мозга. Как в спинном мозге, так и в головном имелись три слоя: эпендимный (самый узкий), плащевой (широкий, который был образован нейробластами) и наружная вуаль (образован из отростков этих клеток).

На ранних стадиях у предличинок в отделах головного мозга желудочки представляли собой узкие щели; только четвертый желудочек напоминал четырехугольник, вытянутый в краниокаудальном направлении; особенно большой казалась его нижняя часть, переходившая в спинномозговой канал. К началу личиночного периода передний мозг оставался незначительным по величине возвышением. Дифференцировка промежуточного мозга наблюдалась в личиночном периоде, когда в подталамической области появился эпителиальный гипофиз, а в надталамической области – эпифиз. Средняя часть промежуточного мозга выглядела как небольшое возвышение из нескольких рядов нейробластов, покрытых тонким слоем белого вещества (рис. 1).

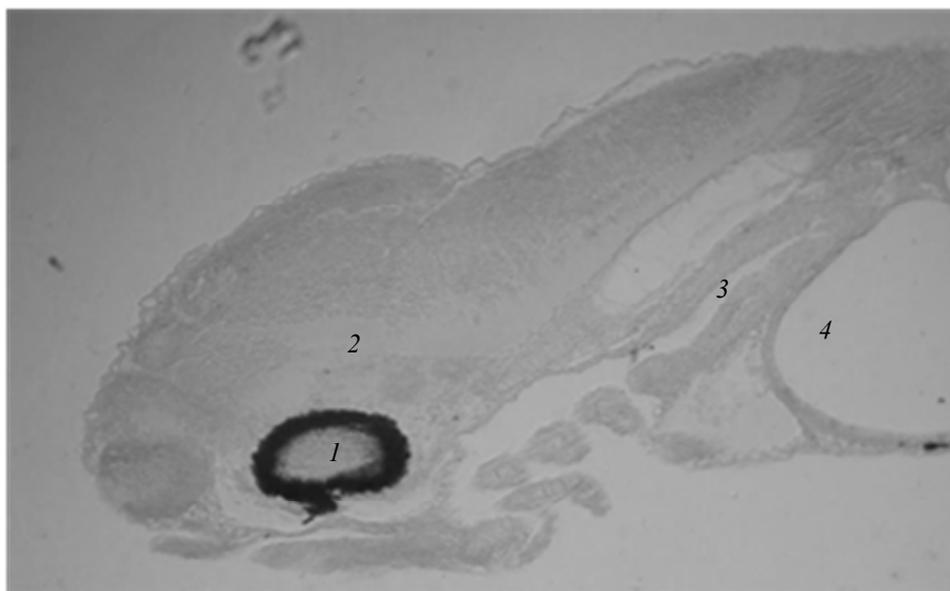


Рис. 1. Фрагмент головного и туловищного отдела 4-суточной предличинки (увеличение 100):

1 – глазное яблоко; 2 – головной мозг;
3 – глотка и пищевод; 4 – желточный мешок

В личиночном периоде значительно увеличивалось двуххолмие среднего мозга. В мозжечке наметилось разделение на две аурикулярные доли. Увеличились желудочки мозга, но ромбовидная ямка оставалась наибольшей. К этим стадиям развития головной и спинной мозг имели соединительнотканые оболочки, содержавшие пигментные клетки. Снизу и с боков мозг был окружен гиалиновым хрящом формировавшегося основания черепа.

Формирование органов чувств. На передне-боковых отделах головы предличинок располагались оба глазных яблока, имевших к моменту вылупления все три оболочки. Склера была образована молодой соединительной тканью со значительным количеством циркулярно расположенных коллагеновых волокон. Собственно сосудистая оболочка была представлена рыхлой волокнистой неоформленной соединительной тканью с сосудистой сетью и высоким содержанием меланоцитов, которые придавали ей черный цвет. На границе с сетчаткой находился довольно широкий ее наружный пигментный слой. Сетчатка была представлена 12–14 слоями нейробластов. Примерно 1/4 часть объема глазного яблока занимал хрусталик, в нем были заметны хрусталиковые клетки; он был покрыт толстой гомогенной капсулой. К началу личиночного периода в хрусталике стали заметны хрусталиковые волокна. В роговице передний эпителий выглядел кубическим, задний был плоским.

В личиночном периоде происходила дальнейшая дифференцировка и формирование оболочек глазного яблока, в том числе вокруг соединительнотканной склеры начала формироваться хрящевая пластинка (рис. 2).

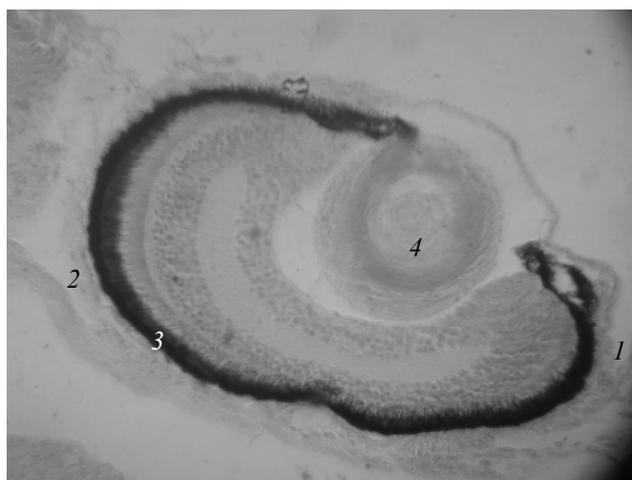


Рис. 2. Фрагмент головного отдела 11-дневной личинки (увеличение 400):
 1 – хрящевая капсула глаза; 2 – соединительнотканная часть склеры;
 3 – наружный пигментный слой сетчатки; 4 – хрусталик

У предличинок слуховые пузырьки были крупными. К личиночному периоду соединительнотканная структура внутреннего уха была уже четко выражена: обнаружены отолиты в мешочках, выражены гребешки в полукружных каналах. В личиночном периоде сформировалась хрящевая капсула, которая плотно прилегала к соединительнотканному лабиринту.

К началу экзогенного питания в слизистой оболочке ротовой полости были обнаружены вкусовые почки; такие же вкусовые почки отмечены на границе глотки и пищевода.

Развитие эндокринной системы. К моменту вылупления в передней части мезонефроса можно было наблюдать мелкие скопления интерреналовых клеток, число которых заметно увеличивалось к началу экзогенного питания. Клетки хромоаффинной ткани появились в этой области мезонефроса к концу личиночного периода. Хромоаффинная ткань состояла из 3–5 клеток (26 день после вылупления).

К началу экзогенного питания уже имелся эпителиальный зачаток щитовидной железы, состоявший из 3–4 фолликулов разной величины; позже щитовидная железа уже имела 7–8 фолликулов, образованных из клеток кубического эпителия. В полостях некоторых из них имелся гомогенный коллоид; ядра клетки щитовидной железы были круглыми, располагались в центре этих клеток, занимая их большую часть (рис. 3).

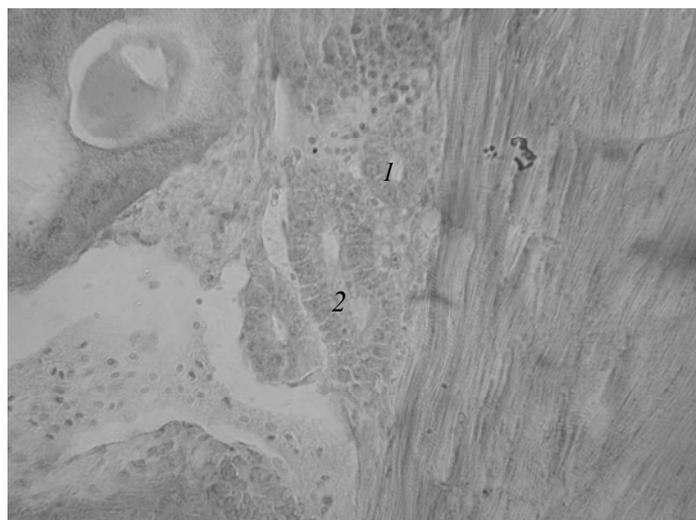


Рис. 3. Фрагмент туловищного отдела 14-дневной личинки (увеличение 400):
 1 – фолликулы щитовидной железы; 2 – кубический эпителий

После начала экзогенного питания на внутренней поверхности жаберной крышки стало заметным небольшое возвышение из мозговой соединительной ткани (мезенхимы) – закладка вилочковой железы.

Формирование пищеварительной системы. К моменту вылупления в развивающемся пищеварительном тракте наблюдалось несколько физиологические атрезии: между зачатком кишечника и глоткой не было соединения, на этой стадии развития еще не сформировалось анальное отверстие. В желточном мешке оставалось значительное количество желтка. Формирующийся желудочно-кишечный тракт был представлен тонкой трубкой, не имевшей отверстий. Полость ее была выстлана цилиндрическим эпителием. На предличиночных стадиях развития появилось соединение между глоткой и формирующимся пищеводом, сформировалось анальное отверстие, зачаточный пищеварительный тракт разделился на самостоятельные органы: пищевод, желудок, кишечник (рис. 4).

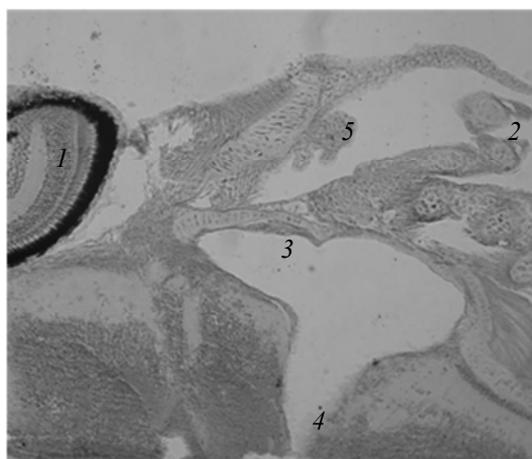


Рис. 4. Фрагмент головного и туловищного отдела (увеличение 400):

1 – глазное яблоко; 2 – формирующиеся жаберы; 3 – глотка; 4 – пищевод; 5 – наджаберный орган

В личиночном периоде продолжилось развитие оболочек пищеварительного тракта, совершенствовалось функционирование пищеварительных желез: трубчатых желез желудка, печени и поджелудочной железы. В ротовой полости появились вкусовые почки, зубы.

Развитие дыхательной системы. У предличинок уже имелись жаберные дуги, на которых развивались жаберные филаменты, выполняющие на данных стадиях дыхательные функции. Позднее на филаментах появились ламеллы; именно в них в респираторном эпителии происходил газообмен (рис. 5).

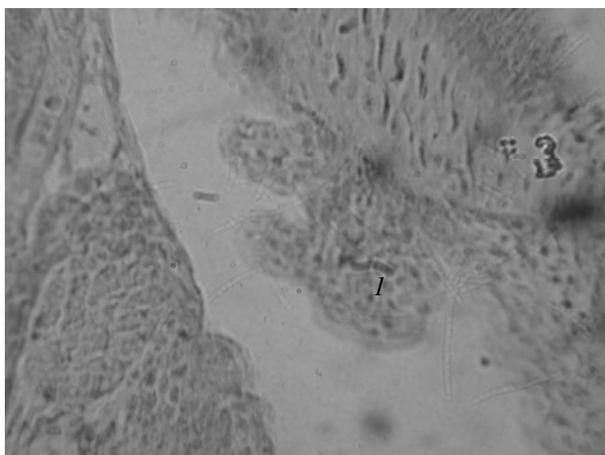


Рис. 5. Фрагмент головного и туловищного отдела 9-дневной личинки (увеличение 400):

1 – наджаберный орган

Формирование сердечно-сосудистой системы. Две главных камеры – предсердие и желудочек – разделились к моменту массового вылупления судака. В самом начале личиночного периода происходила дифференцировка венозного синуса, артериального конуса, створок желудочно-предсердного клапана и клапанов артериального конуса. С развитием личинок судака увеличивались размеры сердца, нарастала его личиночная масса, совершенствовалась система его клапанов (рис. 6).

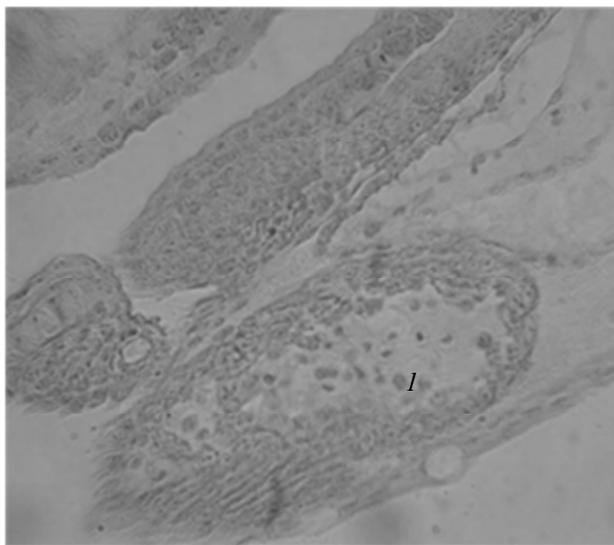


Рис. 6. Фрагмент туловищного отдела 9-дневной личинки (увеличение 400):
1 – предсердие, наполненное форменными элементами крови

Развитие мочевыделительной системы. Мезонефрос на ранних стадиях представлял собой узкий мезенхимный тяж, проходивший в каудальном направлении, несколько суживающийся книзу. С латеральной стороны от мезонефроса опускался Вольфов канал, выстланный кубическим эпителием.

На ранних стадиях развития сразу после вылупления в ткани мезонефроса находились почечные везикулы, располагавшиеся сегментарно. К началу экзогенного питания, кроме будущих почечных телец, появились извитые канальца, которые, вырастая, открывались в мезонефральный проток (рис. 7).

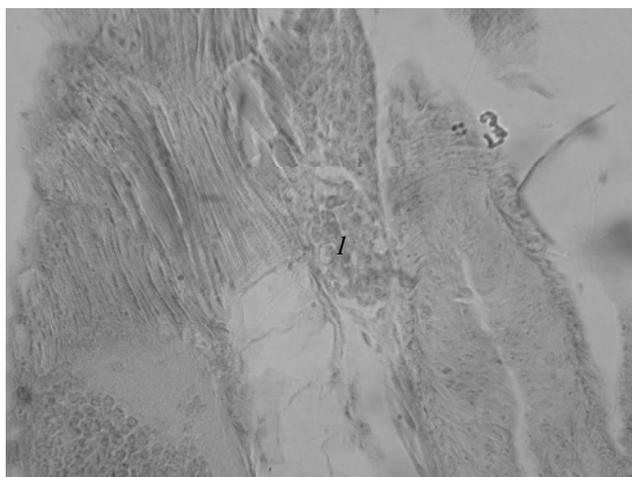


Рис. 7. Фрагмент туловищного отдела 9-дневной личинки (увеличение 400):
1 – мезонефральное тельце

Развитие опорно-двигательной системы. После вылупления наблюдалась первая фаза миогенеза – миобластическая. Затем миобласты преобразовывались в миосимпласты (вторая фаза), или мышечные трубочки. В связи с изменением скорости движения и усложнением дыхательных реакций к моменту перехода на экзогенное питание началась третья стадия гистогенеза мышечной ткани – стадия мышечных волокон. Преобразование мышечных трубочек в мышечные клетки сопровождалось увеличением количества миофибрилл (рис. 8).

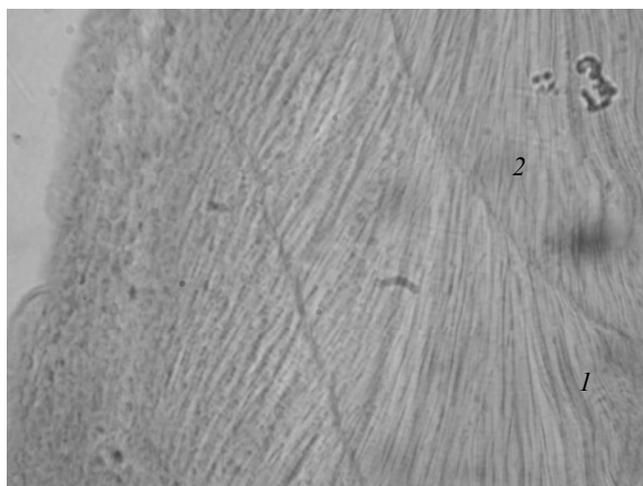


Рис. 8. Фрагмент туловищного и хвостового отдела 16-дневной личинки (увеличение 400):
1 – скелетные мышцы спины; 2 – соединительнотканые перегородки

Весь предличиночный и личиночный период происходил интенсивный хондрогенез: появились слуховая хрящевая капсула, хрящевая капсула вокруг глаз, значительные хрящевые закладки в основании черепа, хрящевые закладки верхней и нижней челюстей.

Заключение

Таким образом, у предличинок к моменту перехода на экзогенное питание было выявлено неравномерное развитие основных жизненно важных систем. Быстрее всего развиваются пищеварительная, центральная нервная и опорно-двигательная системы. В то же время дыхательная, сердечно-сосудистая и выделительная системы развивались более медленно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов В. П., Еришова Т. С. Икhtiология: лаборатор. практикум. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2014. 312 с.
2. Пьянов Д. С. Рыбоводно-экологические особенности выращивания товарного судака в условиях замкнутого водоснабжения: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калининград: Изд-во КГТУ, 2017. С. 3–21.
3. Бочарникова А. В. Данные по биологии размножения и развития кубанского судака // Зоолог. журн. 1952. Т. 31. С. 12–17.
4. Шатуновский М. И. Эколого-физиологические исследования рыб в онтогенезе // Экология размножения и развития рыб. М: Знание, 1980. С. 29–47.
5. Беляков А. А., Федорова Н. Н., Грушко М. П., Каниева Н. А., Журавлева Г. Ф. Состояние внутренних органов предличинок шемаи в момент вылупления // Естественные науки. 2017. № 1 (58). С. 37–42.
6. Волкова О. В., Елецкий Ю. К. Основы гистологии с гистологической техникой. М.: Медицина, 1982. 304 с.

Статья поступила в редакцию 01.08.2018

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Грушко Мария Павловна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р биол. наук, доцент; профессор кафедры гидробиологии и общей экологии; mrgushko@mail.ru.

Федорова Надежда Николаевна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р мед. наук, профессор; профессор кафедры гидробиологии и общей экологии; fedorova37@mail.ru.

Нгуен Тхи Хонг Ван – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры аквакультуры и рыболовства; hongvannguyen@mail.ru.



M. P. Grushko, N. N. Fedorova, Thi Hong Van Nguyen

**DEVELOPMENT OF MAJOR ORGAN SYSTEMS IN PIKE PERCH
STIZOSTEDION LUCIOPERCA (PERCIFORMES: PERCIDAE)
IN EARLY ONTOGENESIS**

Abstract. The article describes the features of developing major organ systems in pre-larvae and larvae of pikeperch at different stages. In the period of transition to exogenous feeding the nervous, musculoskeletal and digestive systems in pre-larvae body were the most developed. At the same time, cardiovascular, respiratory, excretory systems developed slower. In the beginning of active feeding the digestive, nervous and musculoskeletal systems in pike perch larvae were completely developed: there emerged taste buds, teeth in the oral cavity, were formed cartilaginous tissues, particularly at the skull base. In the cardiovascular system of larvae there continued process of differentiating the heart valves. The research results showed uneven development of main organ systems in pike perch pre-larvae and larvae, which is connected to the development of swim bladder and digestive system during transition to active feeding.

Key words: essential systems, pre-larva, pike perch larva, development, exogenous feeding.

REFERENCES

1. Ivanov V. P., Ershova T. S. *Ikhtiologiya: laboratornyi praktikum* [Ichthyology: laboratory practical manual]. Astrakhan', Izd-vo AGTU, 2014. 312 p.
2. P'ianov D. S. *Rybovodno-ekologicheskie osobennosti vyrashchivaniia tovarnogo sudaka v usloviakh zamknutogo vodosnabzheniia. Avtoreferat dis. ... kand. biol. nauk* [Fish-breeding and ecological characteristics of pike perch commercial growing in circulating aquaculture systems]. Kaliningrad, Izd-vo KGTU, 2017. Pp. 3-21.
3. Bocharnikova A. V. *Dannye po biologii razmnozheniia i razvitiia kubanskogo sudaka* [Materials on biology of breeding and development of the Kuban' pike perch]. *Zoologicheskii zhurnal*, 1952, vol. 31, pp. 12-17.
4. Shatunovskii M. I. *Ekologo-fiziologicheskie issledovaniia ryb v ontogeneze* [Ecological and physiological study of fish in ontogenesis]. *Ekologiya razmnozheniia i razvitiia ryb*. Moscow, Znanie Publ., 1980. Pp. 29-47.
5. Beliakov A. A., Fedorova N. N., Grushko M. P., Kanieva N. A., Zhuravleva G. F. *Sostoianie vnutrennikh organov predlichinok shemai v moment vylupleniia* [Body organs of shemaya pre-larvae at the moment of hatching]. *Estestvennye nauki*, 2017, no. 1 (58), pp. 37-42.
6. Volkova O. V., Eletskaia Iu. K. *Osnovy gistologii s gistologicheskoi tekhnikoi* [Histological backgrounds and histological techniques]. Moscow, Meditsina Publ., 1982. 304 p.

The article submitted to the editors 01.08.2018

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Grushko Maria Pavlovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Assistant Professor; Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; mgrushko@mail.ru.

Fedorova Nadezhda Nickolaevna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Medicine, Professor; Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; fedorova37@mail.ru.

Nguyen Thi Hong Van – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department of Aquaculture and Fisheries; hongvannguyen@mail.ru.

