

# ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 597.113.2

А. А. Беляков, Н. Н. Фёдорова,  
М. П. Грушко, Н. А. Каниева, О. В. Бондаренко

## ОСОБЕННОСТИ МАЛЬКОВОГО ПЕРИОДА ШЕМАИ (*CHALCALBURNUS CHALCOIDES*) ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ВЫРАЩИВАНИИ

Анализ особенностей формирования внутренних органов молоди шемаи (*Chalcalburnus chalcoides*), выращиваемой на Темрюкском рыбноводном заводе (Краснодарский край), показал, что у мальков достаточно дифференцированы все жизненно важные органы. Обонятельные доли имели вид небольших парных выростов на переднем мозге, третий желудочек приобрел округлую форму, к его верхнему отделу примыкал сформировавшийся эпифиз, к нижнему – эпителиальный гипофиз. В среднем мозге можно было рассмотреть зрительные доли. Мозжечок был представлен значительным скоплением нервных клеток, продолговатый мозг оказался короче мозжечка; ромбовидная ямка была относительно широкой. Продолговатый мозг переходил в суживающийся спинной мозг. Обонятельные ямки очень широкие, с открытой полостью, их эпителий собран в грубые продольные складки, которые сформировали розетку. В глазном яблоке присутствовали все достаточно дифференцированные оболочки. Все отделы пищеварительного тракта имели все три оболочки: слизистую, мышечную, соединительную, толщина которых немного отличалась в разных отделах. Масливая печень имела четко выраженную трабекулярную архитектуру. В поджелудочной железе шли активные процессы выработки ферментов. У молоди шемаи были полностью сформированы жабры, состоявшие из филламентов и ламелл. В сердце малька шемаи имелись четыре хорошо сформированные камеры: очень широкое предсердие с довольно тонкими стенками; желудочек; небольшие венозный синус и артериальный конус. Выявлены видовые особенности: в жабрах мальков шемаи обнаружены филламенты I и II порядков, один ряд карманообразных клапанов в артериальном конусе. Обнаружены патологические изменения: в печени (жировая дистрофия) и жабрах (разрастания многослойного неороговевающего эпителия в межламеллярных промежутках), что связано, по-видимому, с нарушением условий технологий искусственного выращивания шемаи.

**Ключевые слова:** молодь шемаи, формирование, нервная система, органы чувств, жабры, пищеварительная система.

### Введение

В Черноморско-Азовском бассейне шемая распространена в водоемах северо-западной части Малой Азии, в реках Восточной Болгарии и Дуная до Кубани и рек Западного Закавказья [1].

В настоящее время в водах России обитают шесть форм шемаи [2, 3]. Из них один, основной вид, – в бассейне Каспийского моря, четыре подвида – в Азово-Черноморском бассейне, один подвид – в Аральском море [4]. Область обитания шемаи не выходит за пределы бассейнов этих морей. В бассейне Каспийского моря распространены проходная курунская шемая – *Chalcalburnus chalcoides*, являющаяся типичной формой шемаи, и ее подвиды: ленкоранская – *Chalcalburnus chalcoides* (Wagr.) и иранская – *Chalcalburnus chalcoides iranicus*. В реках западной части Среднего Каспия шемая представлена типичной проходной формой номинативного подвида. Живая форма шемаи отмечена в малых реках Южного Каспия и Мингечаурском водохранилище. Держится в прибрежных водах Среднего и Южного Каспия, в Северном Каспии встречается редко.

Шемая – проходная рыба. Для икрометания входит в Куру, Терек и другие реки западного и южного побережий. В реки Волга и Урал заходят единичные экземпляры [3–7].

**Целью исследования** являлся анализ особенностей формирования внутренних органов молоди шемаи, выращиваемой в искусственных условиях.

#### Материал и методы исследования

Объектом исследования служили мальки шемаи (длина  $17 \pm 5,0$  мм, масса  $0,215 \pm 0,065$  г), полученные на Темрюкском рыбноводном заводе (Краснодарский край), из которых были приготовлены фронтальные и сагиттальные серии срезов по общепринятым методам (20 серий) [8]. В ходе исследований применялся ихтиологический метод: при помощи окулярмикрометра и торсионных весов ВТ-500 измеряли общую длину и массу каждой особи.

Гистологический анализ серий среза мальков шемаи проводился под микроскопом БиоМед-2, 13х-40. Окраска – гематоксилин-эозин. Цифровой материал был обработан статистически.

#### Обсуждение результатов исследования

**Формирование нервной системы.** Обонятельные доли имели вид небольших парных выростов на переднем мозге. Третий желудочек приобрел округлую форму; вокруг его полости в зрительных буграх промежуточного мозга располагалось от 15 до 18 рядов тел нервных клеток, остальные две трети промежуточного мозга составляло белое вещество. К его верхнему отделу примыкал сформировавшийся эпифиз, к нижнему – эпителиальный гипофиз, причем гипофиз был значительно больше эпифиза. В среднем мозге можно было рассмотреть зрительные доли. Мозжечок был представлен значительным скоплением нервных клеток, на периферии стромы мозжечка располагались крупные клетки Пуркинью. Продолговатый мозг оказался короче мозжечка; ромбовидная ямка была относительно широкой. Продолговатый мозг без резких границ переходил в суживающийся спинной мозг. Все отделы головного мозга и спинной мозг были покрыты соединительнотканной оболочкой, в твердой мозговой оболочке было много крупных пигментных клеток. В спинном мозге серое вещество состояло из 10–12 рядов тел нервных клеток, белое вещество занимало две трети его объема.

**Органы чувств молоди шемаи.** Кожа молоди шемаи была выстлана многослойным (5–6 слоев клеток, напоминающих мелкие кубические) неороговевающим эпителием, причем над ротовым отверстием в коже имелись отдельные вкусовые почки. В базальном слое этого эпителия имелись крупные пигментные клетки. Обонятельные ямки очень широкие, с открытой полостью, их эпителий был собран в грубые продольные складки, которые сформировали розетку; складки были покрыты 2–3 слоями высоких призматических эпителиальных клеток (рис. 1). Дно обонятельных ямок было выстлано рецепторными клетками, апикальные части которых несли микроворсинки.

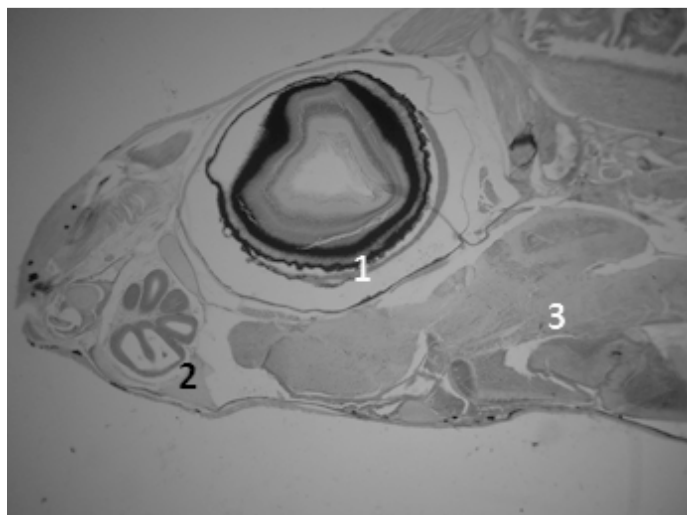


Рис. 1. Фрагмент молоди шемаи. Окраска гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 4.  
1 – оболочки глазного яблока; 2 – обонятельная ямка; 3 – головной мозг

Были сформированы межноздревая перегородка и хрящевая капсула ямок, в которых, кроме рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани, имелась довольно широкая пластинка гиалинового хряща. В хряще активно шел хондрогенез. Надхрящница была образова-

на плотной волокнистой соединительной ткани. Глазница также была окружена тонким слоем гиалинового хряща: его клетки были расположены в один слой; сверху глазницу покрывала плотная волокнистая соединительная ткань. Следовательно, в глазном яблоке присутствовали все достаточно дифференцированные оболочки (рис. 1), причем сосудистая, состоявшая из тончайших капилляров, была самой тонкой. Самой широкой оказалась сетчатка. Наиболее широким слоем в сетчатке малька шемаи оказался наружный ядерный слой, в нем насчитывалось до 10–12 рядов ядер светочувствительных клеток. Хрусталик был округлой формы, небольшим, его оболочка насчитывала 2 слоя мелких кубических эпителиальных клеток; остальную, центральную часть хрусталика занимало гомогенное плотное вещество – хрусталиковые волокна.

В роговице можно было рассмотреть два слоя: поверхностный из многослойного неороговевающего эпителия (3–4 ряда клеток) и внутренний – однослойный, плоский.

Вся структура внутреннего уха четко просматривалась; четко были выражены гребешки в полукружных каналах, присутствовали статические тела в мешочках. Хрящевая капсула плотно прилегалась к соединительнотканному лабиринту.

*Пищеварительная система.* Губы молоди шемаи были покрыты многослойным ороговевающим эпителием, имевшим 7 клеточных слоев. В ротовой полости эпителий менялся на многослойный неороговевающий с большим количеством раздутых слизистых клеток. Глоточная полость была выстлана этим же эпителием, как и довольно широкий пищевод. Между пищеводом и желудком отмечалось значительное сужение, именно здесь происходила смена или граница эпителиев – с многослойного неороговевающего эпителия пищевода на однослойный высокий призматический эпителий желудка.

В нижней трети пищевода имелись глубокие продольные складки. Пищевод имел все три оболочки: слизистую, мышечную, особенно широкую в нижней трети органа из гладкой мышечной ткани, и адвентициальную из рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани, переходящую в средостение.

В слизистой оболочке желудка отмечалось значительное количество трубчатых желез.

Вся слизистая оболочка желудка была собрана в поперечные складки; в этих складках наблюдались более мелкие листообразные складочки. Из трех оболочек желудка наиболее мощной оказалась мышечная (рис. 2). В средней кишке отмечались небольшие, разной формы, кишечные ворсинки, довольно редко расположенные. В средней кишке имелось несколько петель; чем ниже была расположена кишка, тем больше была высота кишечных ворсинок и тем больше различий было в их форме. Основой кишечной ворсинки являлась рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань, окружавшая кровеносный сосуд. Сверху эпителий, который покрывал кишечную ворсинку был однослойным, призматическим, каемчатым, с незначительным количеством бокаловидных клеток. В основании кишечных ворсинок находились скопления ретикулярной ткани. Средняя кишка также была покрыта тремя оболочками: серозной, очень тонкой мышечной и самой обширной – слизистой, из которой и были сформированы кишечные ворсинки.

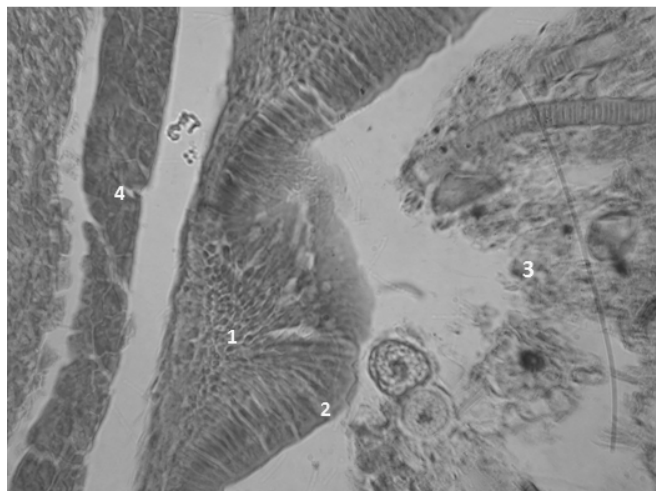


Рис. 2. Фрагмент молоди шемаи. Окраска гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.  
1 – оболочка желудка; 2 – каемчатый эпителий; 3 – пищевой детрит; 4 – селезенка

Справа от желудка находилась массивная печень, с четко выраженной трабекулярной архитектоникой (рис. 3). Имелись незначительные признаки жировой дистрофии: во многих гепатоцитах имелись мелкие пустоты.

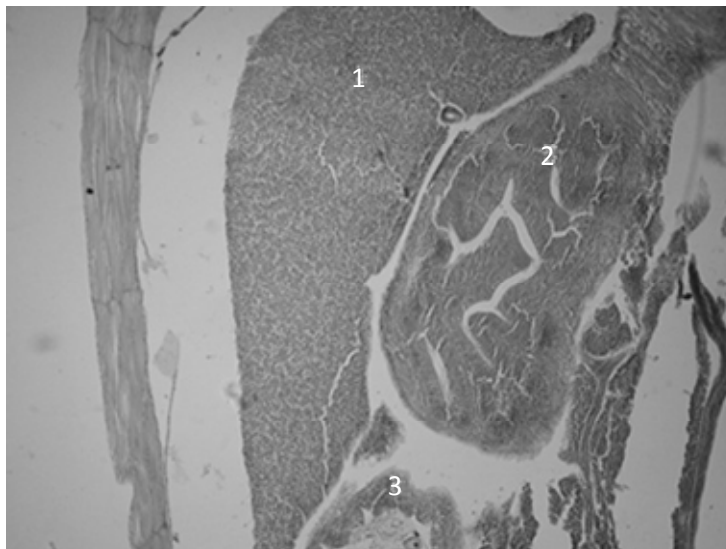


Рис. 3. Фрагмент молоди шемаи. Окраска гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 10.  
1 – печень; 2 – желудок; 3 – средняя кишка

Слева, сзади и книзу по стенкам желудка и средней кишки опускалась довольно крупная поджелудочная железа; в ней шли активные процессы выработки ферментов. Между петлями кишечника располагалась небольшая селезенка.

*Дыхательная система.* У молоди шемаи были полностью сформированы жабры, состоявшие из филламентов и ламелл, в которых происходило обогащение крови кислородом (рис. 4).

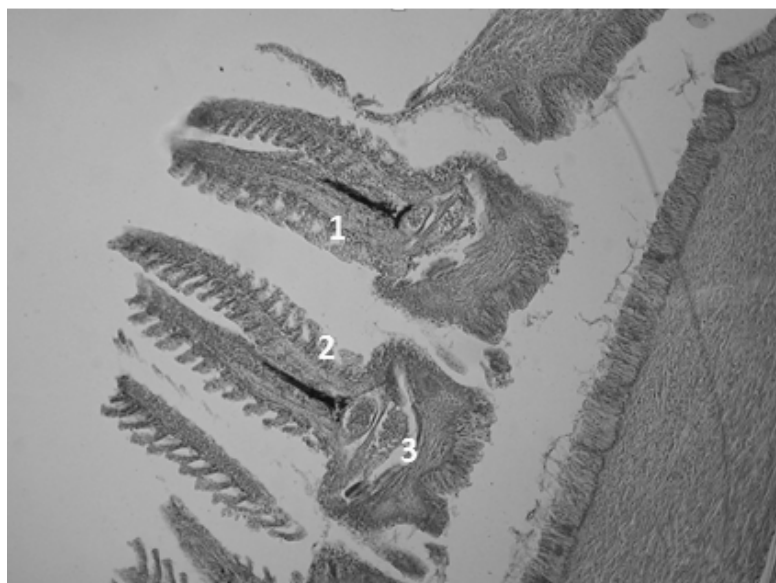


Рис. 4. Фрагмент молоди шемаи. Окраска гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 10.  
1 – жаберные филламенты; 2 – ламеллы; 3 – жаберные дуги

Внутри четырех жаберных дуг находились кровеносные сосуды, которые на уровне оснований филламентов напоминали лакуны, заполненные эритроцитами. Жаберные дуги были покрыты многослойным неороговевающим эпителием. Основу жаберных дуг составляли довольно широкие пластинки из гиалинового хряща, в которых еще шли интенсивные процессы хондрогенеза.

Хрящи жаберных дуг были покрыты надхрящницей из плотной волокнистой соединительной ткани. Вокруг хрящевых образований и сосудов дуг находилась соединительная ткань. На каждой жаберной дуге находилось по 2–3 довольно длинных филамента первого порядка, от которых отходили 6–8 филаментов второго порядка. В самой середине филаментов находилась очень тонкая гиалиновая пластинка, которую сопровождал кровеносный сосуд. Вокруг них находилась рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань; филаменты с поверхности были выстланы многослойным неороговевающим эпителием. На отдельных филаментах, вместо ламелл, этот эпителий образовывал сплошные эпителиальные пластинки, что, естественно, мешало нормальному газообмену.

Ламеллы – это небольшие пальцеобразные выросты, в основе которых находится капилляр; вокруг него располагался однослойный респираторный эпителий. На верхушках некоторых ламелл были его булавовидные разрастания, которые можно расценивать как компенсаторные реакции на разрастание многослойного неороговевающего эпителия филаментов.

*Сердечно-сосудистая система.* В сердце малька шемаи были хорошо сформированы четыре камеры: очень широкое предсердие, которое имело довольно тонкие стенки, желудочек, небольшие венозный синус и артериальный конус; в артериальном конусе имелся один ряд карманообразных клапанов, очень крупных, выстланных эндотелием. В желудочке был мощно развит мышечный слой из кардиомиоцитов, слой перикарда и эндокарда довольно тонкие. В артериальный конус впадали, соединившись, брюшная и спинная аорты. Предсердие представляло собой широкий мешок с тонкими стенками, наполненный форменными элементами крови.

### Заключение

В ходе исследований установлено, что у мальков шемаи *Chalcalburnus chalcoides* достаточно дифференцированы все жизненно важные органы. У мальков выявлены видовые особенности: в жабрах обнаружены филаменты I и II порядков, один ряд карманообразных клапанов в артериальном конусе. Выявлены патологические изменения: в печени (жировая дистрофия) и жабрах (разрастания многослойного неороговевающего эпителия в межламеллярных промежутках), что связано, по-видимому, с нарушением технологий искусственного выращивания шемаи.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макеева А. П., Павлов Д. С., Павлов Д. А. Атлас молоди пресноводных рыб России. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2011. 383 с.
2. Карпенко Г. И. Экология шемаи *Chalcoidis schischcovi* Drewnsky в связи с ее искусственным разведением: дис. ... канд. биол. наук. М., 1984. 152 с.
3. Устарбеков А. К., Курбанов З. М. Изменчивость внешних морфологических признаков шемаи *Chalcalburnus chalcoides* (Guldenstadt, 1772) Каспийского бассейна // Каспийское море: прошлое, настоящее, будущее: материалы Междунар. науч. конф. (Махачкала, 26–28 октября, 2014 г.). М.: Эко-Пресс, 2014. С. 274–275.
4. Иванов В. Н., Комарова Г. В. Рыбы Каспийского моря. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2012. 255 с.
5. Беляков А. Н., Фёдорова Н. Н. Особенности морфологии суточной предличинки шемаи (*Chalcalburnus chalcoides*) // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2014. № 4. С. 76–81.
6. Беляков А. А., Грушко М. П., Каниева Н. А., Фёдорова Н. Н. Характер изменений внутренних органов шемаи (*Chalcalburnus chalcoides* Gueldenstadt) при искусственном выращивании // Изв. ТИПРО. 2015. Т. 181. С. 204–208.
7. Bănărescu P. Fauna Republicii Populare Romîne. Pisces – Osteichthyes. Bucureşti, Acad. Rep. Pop. Romîne, 1964. Vol. 5 (13). 962 p.
8. Волкова О. В., Елецкий Ю. К. Основы гистологии с гистологической техникой. М.: Медицина, 1982. 304 с.

Статья поступила в редакцию 20.12.2016

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Беляков Анатолий Александрович** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры гидробиологии и общей экологии; tfemrpt@mail.ru.

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

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

**Каниева Нурия Абдрахимовна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р биол. наук, профессор; профессор кафедры прикладной биологии и микробиологии; kanievana52@mail.ru.

**Бондаренко Ольга Вячеславовна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. биол. наук; доцент кафедры гидробиологии и общей экологии; mgrushko@mail.ru.



*A. A. Belyakov, N. N. Fedorova,  
M. P. Grushko, N. A. Kanieva, O. V. Bondarenko*

**DEVELOPMENT CHARACTERISTICS IN JUVENILE  
OF SHEMAYA (*CHALCALBURNUS CHALCOIDES*)  
AT ARTIFICIAL CULTIVATION**

**Abstract.** The analysis of forming internal organs of shemaya (*Chalcalburnus chalcoides*) juvenile grown up in Temryuk fish breeding farm (Krasnodar region) showed that juveniles have got rather differentiated vital organs. Olfactory lobe looked like a small pair of growths on a forebrain; the third ventricle grew round; a formed epiphysis adjoined its upper part; an epithelial hypothesis adjoined its lower part. In the midbrain one could see visual lobe. The cerebellum contained considerable number of nerve cells; the medulla was shorter than a cerebellum; fossa rhomboidea was rather wide. The medulla narrowed into the spinal cord. Olfactory lobe was very wide, with open cavity, its epithelium gathered into rough longitudinal folds creating a socket. An eyeball had all well-differentiated scleras. All parts of a digestive tract had all three coats: mucous, muscular and connective; their thickness was different. The massive liver had well pronounced trabecular architectonics. Pancreas was actively producing enzymes. Shemaya juveniles have got completely formed gills that consist of filaments and lamellas. The heart of a shemaya juvenile has four well developed cameras: very wide auricle with thin walls; a ventricle; a small sinus venosus and an arterial cone. There are found species characteristics: gills have filaments of I and II orders, an arterial cone has a row of the pocket-style valves. Pathological changes are revealed in liver (fatty dystrophy) and gills (growths of a multilayered non-keratinized epithelium in the intervals between lamellas). This can be connected with violation of shemaya artificial cultivation technologies.

**Key words:** shemaya juveniles, forming, nervous system, sense organs, gills, gastrointestinal tract.

REFERENCES

1. Makeeva A. P., Pavlov D. S., Pavlov D. A. *Atlas molodi presnovodnykh ryb Rossii* [Atlas of fresh-water fish youth of Russia]. Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2011. 383 p.
2. Karpenko G. I. *Ekologiya shemai Chalcoides schischcovi Drensky v sviazi s ee iskusstvennym razvedeniem: dis. ... kand. biol. nauk* [Ecology of shemaya Chalcoides schischcovi Drensky in terms of its artificial cultivation. Dis. of cand. biol. sci.]. Moscow, 1984. 152 p.
3. Ustarbekov A. K., Kurbanov Z. M. *Izmenchivost' vneshnikh morfologicheskikh priznakov shemai Chalcalburnus chalcoides (Guldenstadt, 1772) Kaspiiskogo basseina* [Changeability of external morphological

characteristics in shemaya *Chalcalburnus chalcoides* (Guldenstadt, 1772) in the Caspian basin]. *Kaspiiskoe more: proshloe, nastoiashchee, budushchee: materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii (Makhachkala, 26–28 oktiabria, 2014 g.)*. Moscow, Eko-Press Publ., 2014. P. 274–275.

4. Ivanov V. N., Komarova G. V. *Ryby Kaspiiskogo moria* [Fish species of the Caspian Sea]. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2012. 255 p.

5. Beliakov A. N., Fedorova N. N. Osobennosti morfologii sutochnoi predlichinki shemai (*Chalcalburnus chalcoides*) [Morphological characteristics of a shemaya day's prolarva (*Chalcalburnus chalcoides*)]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Rybnoe khoziaistvo*, 2014, no. 4, pp. 76–81.

6. Beliakov A. A., Grushko M. P., Kanieva N. A., Fedorova N. N. Kharakter izmenenii vnutrennikh organov shemai (*Chalcalburnus chalcoides* Guldenstadt) pri iskusstvennom vyrashchivanii [Analysis of changes in internal organs of shemaya (*Chalcalburnus chalcoides* Guldenstadt) under artificial cultivation]. *Izvestiia TINRO*, 2015, vol. 181, pp. 204–208.

7. Bănărescu P. *Fauna Republicii Populare Romîne. Pisces – Osteichthyes*. București, Acad. Rep. Pop. Romine, 1964. Vol. 5 (13). 962 p.

8. Volkova O. V., Eletskii Iu. K. *Osnovy gistologii s gistologicheskoi tekhniki* [General histology and histological technical equipment]. Moscow, Meditsina Publ., 1982. 304 p.

The article submitted to the editors 20.12.2016

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Belyakov Anatoliy Aleksandrovich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department of Hydrobiology and General Ecology; tfemrpt@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.

**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.

**Kanieva Nuria Abdrakhimovna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Professor; Professor of the Department of Applied Biology and Microbiology; kanievana52@mail.ru.

**Bondarenko Olga Vyacheslavovna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Biology; Assistant Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; mgrushko@mail.ru.

