

Д. А. Гаерилова, М. П. Грушко

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СИСТЕМ И ОРГАНОВ У РАННИХ ЛИЧИНОК КЕФАЛИ (*LIZA AURATA*, RISSO, 1810)

Целью работы явилось исследование особенностей морфологической организации кефали (*Liza aurata*, Risso, 1810) в раннем онтогенезе. Отбор проб осуществлялся с научно-исследовательского судна Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства с июня по сентябрь 2015 г. на российской акватории Каспийского моря. Для личинок в возрасте 10 суток была характерна гетерохронность в развитии основных систем органов. Хорошо были развиты нервная система и органы чувств. В глазном яблоке все оболочки были дифференцированы, в сетчатке все слои сформированы. В обонятельных ямках выделялись клетки трех типов: рецепторные обонятельные, поддерживающие и базальные. Наблюдалось интенсивное формирование дыхательной, сердечно-сосудистой, выделительной и пищеварительной систем. Раннее развитие нервной системы и органов чувств личинок указывало на адаптацию кефали к активному образу жизни.

**Ключевые слова:** личинки кефали, строение, нервная система, оболочки глаз, обонятельные ямки, жаберная полость, сердце, пищеварительная система, зачаток поджелудочной железы, печень, туловищная почка.

### Введение

Развитие – это процесс систематического и строгого упорядоченного накопления структурных и функциональных качеств прогрессивного характера, происходящий сопряженно на всех уровнях структурной организации живой материи. Все эти изменения в развивающемся организме определены во времени и осуществляются в строгой последовательности, взаимосвязи и взаимообусловленности на всех уровнях структурной организации живого [1]. Процесс развития органов личинки сопровождается возникновением новых структурных изменений, которые характерны только для представителя данного вида, что позволяет использовать эти данные для его идентификации [2].

Условия окружающей среды влияют на особенности индивидуального развития рыб и их жизнеспособность – в первую очередь на начальном этапе [3]. Знание специфики развития организма позволяет оценить условия среды, необходимые для дальнейшего существования и роста рыб, осуществлять биологический контроль за их развитием в природных условиях, а также выявлять эколого-морфологические особенности различных систем органов на разных этапах развития. Исследование раннего онтогенеза важно для оценки состояния популяции в этот период. Жизнеспособность рыб в раннем онтогенезе определяется сложным комплексом биотических и абиотических параметров. Особенности морфологической изменчивости личинок кефалей, наблюдающиеся в процессе роста, изучены недостаточно, в связи с чем целью работы явилось исследование особенностей морфологической организации кефалей в раннем онтогенезе.

### Материал и методика исследования

Объектами исследования являлись личинки кефали (*Liza aurata*, Risso, 1810) в возрасте 10 суток, отбор проб которых осуществлялся с научно-исследовательского судна Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (КаспНИРХ) с июня по сентябрь 2015 г. на российской акватории Каспийского моря. Биоматериал был зафиксирован 10 %-ным формалином, затем залит в парафин с последующим выполнением серийных срезов толщиной 4–5 мкм и окраской гематоксилин-эозином [4]. Микроскопирование препаратов осуществлялось с помощью светового микроскопа «Микромед-2» с применением иммерсии. Микрофотосъемка срезов органов проводилась при помощи фотонасадки SONI DSC-W7. Было просмотрено 168 фронтальных и сагиттальных срезов личинок кефалей.

### Результаты исследования

К возрасту 10 суток длина личинок кефали составляла  $6,5 \pm 0,2$  мм. У личинок четко визуализировалась нервная система, состоящая из головного и спинного мозга. Передний конец

нервной трубки был значительно расширен и представлен пятью хорошо заметными отделами формирующегося головного мозга, снаружи защищенными хрящами черепной коробки. Передние отделы мозга имели сравнительно малые размеры, передний конец головного мозга загибался вперед. Размеры среднего отдела мозга практически не отличались от размеров переднего отдела. Заметно больших размеров был задний отдел головного мозга – за счет развития продолговатого мозга, который имел вид ромбовидной полости. Отмечено расширение в дорсальном направлении – мозжечок (рис. 1).

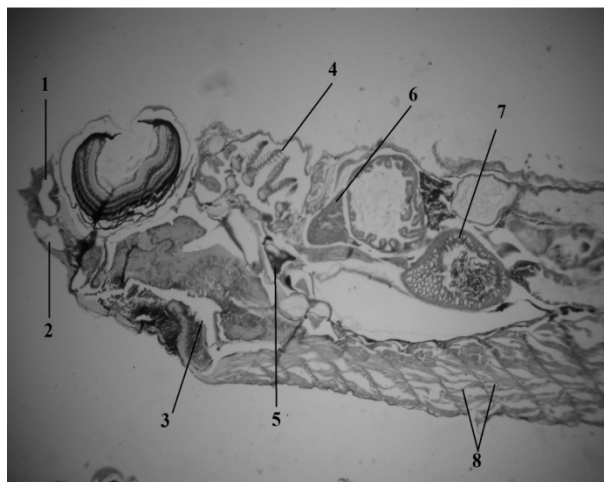


Рис. 1. Строение личинки кефали.

Окраска – гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 4. 1 – первый желудочек головного мозга; 2 – второй желудочек головного мозга; 3 – ромбовидная ямка; 4 – формирующиеся жабры; 5 – первичная почка; 6 – печень; 7 – желудок; 8 – мышечные сегменты

Относительно крупные глаза имели все три оболочки: наружную – склеру; среднюю – сосудистую и внутреннюю – сетчатку. Роговица была образована склерой и налегающей на неё кожей. Основу хрусталика составляли хрусталиковые волокна. Сосудистая оболочка состояла из сосудов, между которыми находилась рыхлая соединительная ткань и пигментированные меланоциты. В сетчатке были сформированы все слои, самым мощным из которых был слой палочек и колбочек (рис. 2).

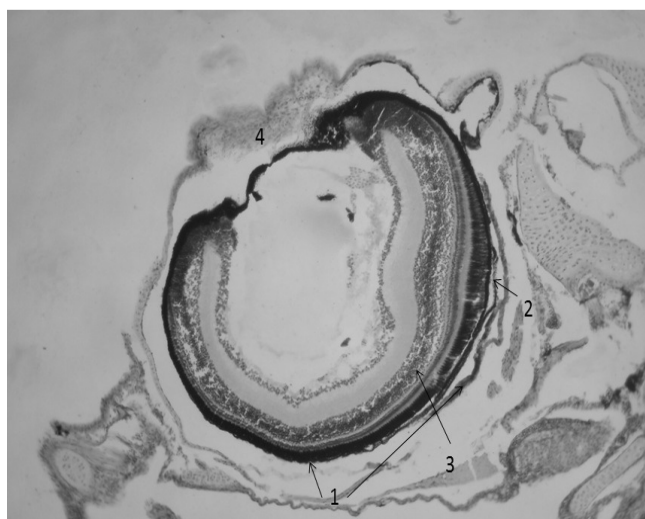


Рис. 2. Строение глаза личинки кефали.

Окраска – гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40. 1 – склера; 2 – сосудистая оболочка; 3 – сетчатка; 4 – роговица

На дорсальной стороне передней части головы личинок кефали находились парные обонятельные ямки, выстланные высоким многорядным реснитчатым призматическим эпителием (рис. 3). Здесь выделялись клетки трех типов: рецепторные обонятельные, поддерживающие и базальные.

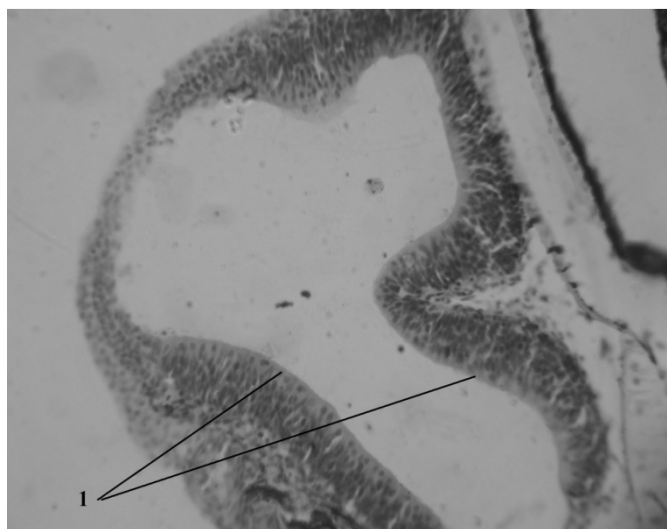


Рис. 3. Обонятельная ямка личинки кефали.  
Окраска – гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.  
Реснитчатый призматический эпителий

Парные полукружные каналы, расположенные по бокам черепной коробки, образовывали систему замкнутых полостей, выстланных эпителием.

Спинальный канал, располагающийся над хордой, проходил вдоль всего тела личинки, немного сужаясь в каудальном направлении. Вдоль спинномозгового канала, в соответствии с сегментами туловища, располагались мелкие спинномозговые узлы. На всем своем протяжении нервная трубка состояла из трех слоев: внутреннего – эпендимной выстилки, среднего – плащевых и наружного слоя, в котором почти отсутствовали клетки (рис. 4).

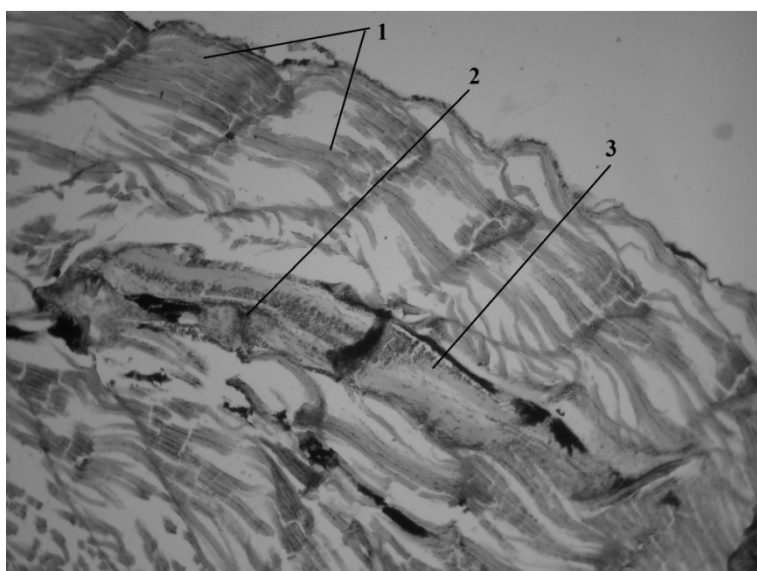


Рис. 4. Спинальный мозг личинки кефали.  
Окраска – гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.  
1 – мышечные сегменты; 2 – спинномозговой узел; 3 – спинномозговой канал

У личинок с обеих сторон головы в жаберной полости располагались четыре жаберные дуги с развивающимися филаментами и одна – пятая, на которой филаменты отсутствовали. Основу жаберных дуг составлял гиалиновый хрящ. На филаментах, отходящих от жаберных дуг, имелись небольшие эпителиальные выросты – формирующиеся ламеллы (рис. 5). В основании жабр имелось эпителиальное утолщение – тимус.

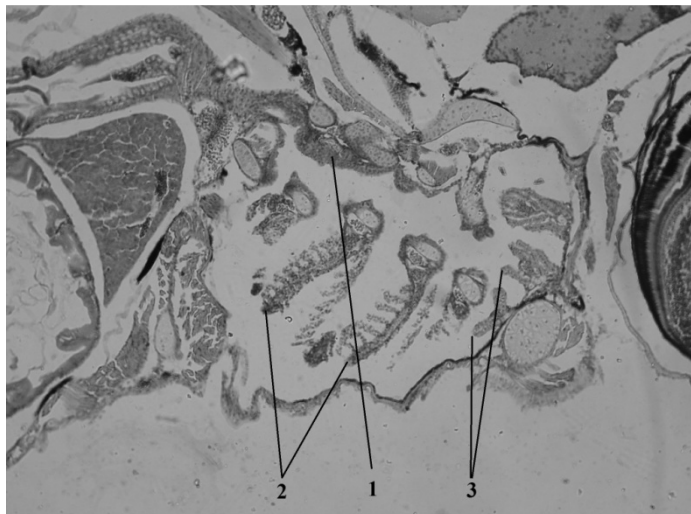


Рис. 5. Жаберная полость личинки кефали.

Окраска – гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 10.

1 – зачаток тимуса; 2 – филаменты формирующихся жабр; 3 – эпителиальные выросты

В жаберной полости со стороны переднего конца тела личинки находились отростчатые эпителиальные выросты, которые имели центрально расположенный сосуд с элементами крови. Возможно, данные образования функционируют у личинок как дополнительные органы дыхания.

Сердце личинок состояло из двух камер – предсердия и желудочка, между которыми был хорошо заметен атриовентрикулярный клапан – производное эндотелия, который не полностью разделял эти камеры (рис. 6). Желудочек по объему незначительно превосходил предсердие. Визуализировалась также перикардальная полость, выстланная плоским эпителием. Как предсердие, так и желудочек имели три оболочки: эпикард, миокард, и эндокард. В отличие от желудочка, у предсердия эти оболочки были очень тонкими.

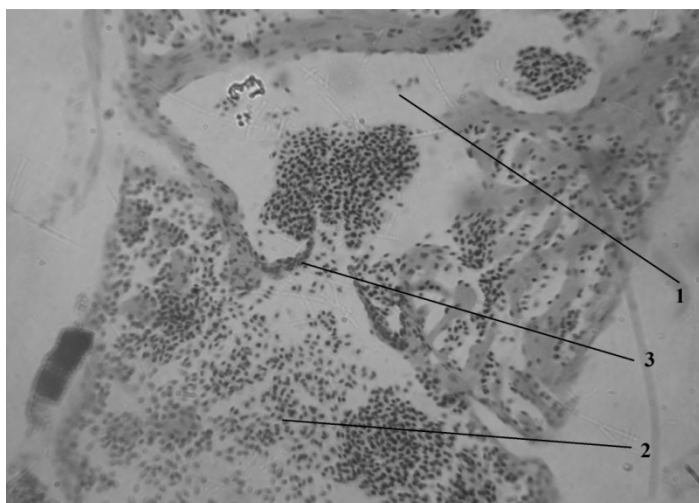


Рис. 6. Строение сердца личинки кефали.

Окраска – гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.

1 – желудочек; 2 – предсердие; 3 – атриовентрикулярный клапан

Личинки в возрасте 10 суток уже перешли на активное питание. Пищеварительная система личинок была представлена пищеварительной трубкой, которая начиналась ротовым отверстием, продолжающимся и переходящим в глотку, сообщаемую с жаберной полостью. Глотка плавно переходила в удлиненную трубку – пищевод. Стенка пищевода состояла из трех оболочек. Снаружи пищевод был покрыт тонкой соединительнотканной оболочкой, далее располагалась мышечная пластинка. Слизистая оболочка состояла из многослойного плоского неороговевающего эпителия и собственной пластинки слизистой оболочки, которая включала большое количество слизистых желез (рис. 7).



Рис. 7. Строение глотки личинки кефали.

Окраска – гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.

1 – глотка, сообщаемая с жаберной полостью; 2 – пищевод; 3 – слизистые железы

Глотка сообщалась с заметно расширяющимся желудком, в просвете которого находился пищевой комок. Желудок был выстлан однослойным призматическим эпителием. Полость кишки была выстлана однослойным призматическим каемчатым эпителием, между клетками которого располагались бокаловидные клетки (рис. 8). Задний отдел кишки личинки снаружи был покрыт тонкой серозной оболочкой, мышечный слой практически не визуализировался, слизистая была представлена однослойным призматическим эпителием с большим количеством бокаловидных клеток. Были заметны кишечные крипты. Анус открывается на двенадцатом сегменте.

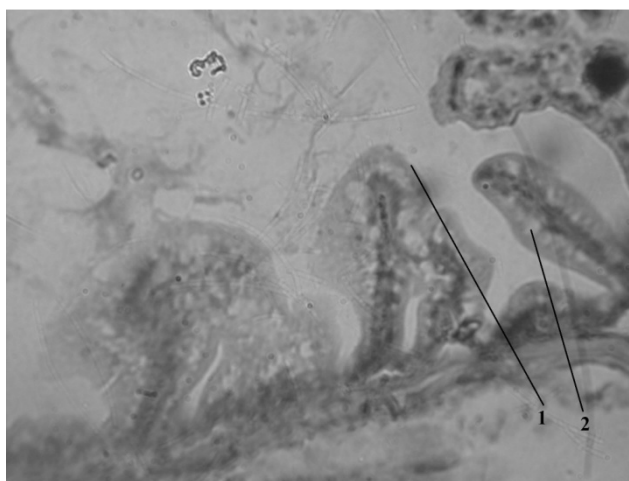


Рис. 8. Задний отдел кишечника личинки кефали.

Окраска – гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.

1 – однослойный призматический эпителий; 2 – бокаловидные клетки

Между петлями кишечника у личинок обнаруживалась сравнительно небольшая, треугольной формы селезенка. Она представляла собой плотное скопление клеток, покрытых тонкой соединительнотканной оболочкой. Внутри орган был пронизан сосудами, были отмечены также формирующиеся трабекулы, которые представляли собой тяжи вытянутых светлых клеток. Среди молодых ретикулярных клеток, которые составляли основу органа, обнаруживались дифференцирующиеся клетки крови (рис. 9).

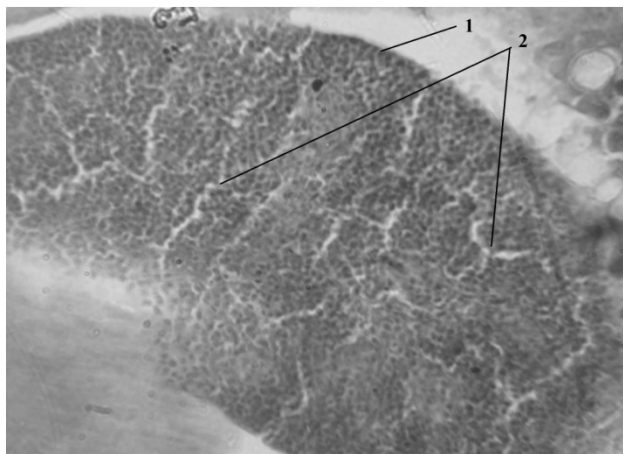


Рис. 9. Селезенка личинки кефали. Окраска – гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.  
1 – соединительнотканная оболочка; 2 – формирующиеся трабекулы

Зачаток поджелудочной железы у личинок в возрасте 10 суток был довольно мал, имел вытянутую форму и располагался между желудком и передним отделом кишечника, представляя собой скопление небольшого количества ацинусов округлой формы. Поджелудочную железу окружала жировая ткань (рис. 10).

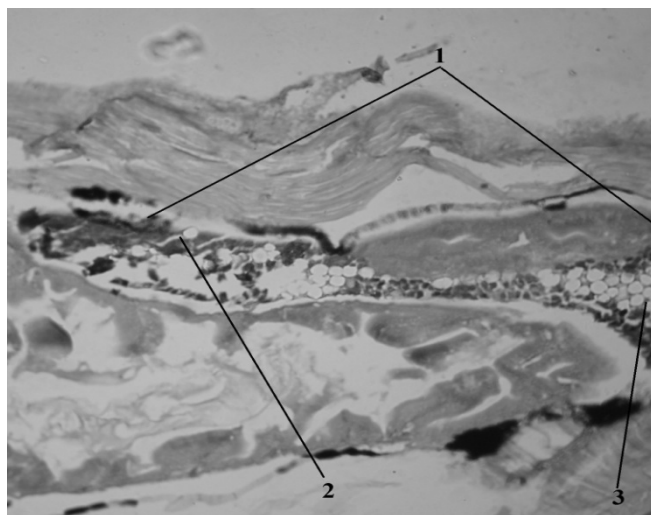


Рис. 10. Зачаток поджелудочной железы личинки кефали.  
Окраска – гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.  
1 – поджелудочная железа; 2 – ацинусы железы; 3 – скопление клеток жировой ткани

Печень у личинок кефали имела довольно значительные размеры и располагалась за жаберной полостью. Снаружи орган был покрыт очень тонкой соединительнотканной капсулой. Гепатоциты формирующегося органа образовывали развивающиеся печеночные балки, между которыми регистрировались синусоиды, заполненные дифференцирующимися клетками крови. Часть гепатоцитов имела жировые пустоты, другая часть характеризовалась наличием крупного округлого ядра, расположенного в центре клетки (рис. 11).

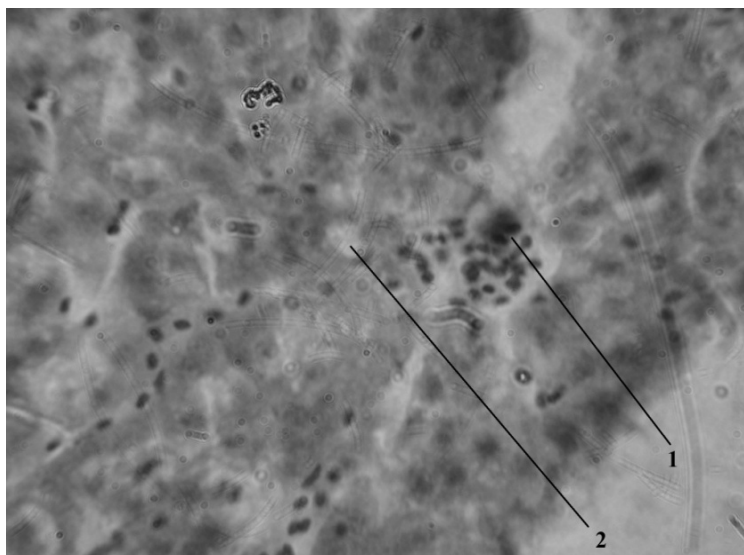


Рис. 11. Строение печени личинки кефали.  
Окраска – гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 100.  
1 – синусоид с дифференцирующимися клетками крови;  
2 – жировая капля в гепатоците

У личинок в краниальной части тела локализовались канальцы предпочки. Число этих канальцев было небольшим – всего 2–3 шт. на срезе. Почечных телец здесь отмечено не было. Между канальцами находились дифференцирующиеся клетки крови (рис. 12).

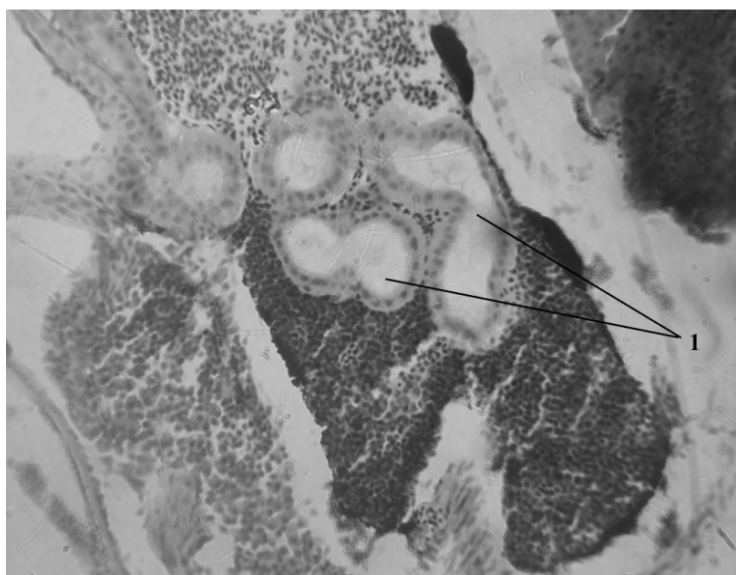


Рис. 12. Строение первичной почки личинки кефали.  
Окраска гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 100.  
1 – почечные канальцы

В каудальном направлении тела личинки по обеим сторонам тела находилась формирующаяся туловищная почка. Здесь были заметны сформированные и формирующиеся канальцы. Формирующиеся канальцы представляли собой везикулы округлой и грушевидной формы. У сформированных канальцев эпителиальные клетки имели кубическую форму. Здесь регистрировались также почечные тельца небольшого размера. Часть телец уже имела сформированные сосудистые клубочки, у другой части клубочки были еще плохо выражены (рис. 13).

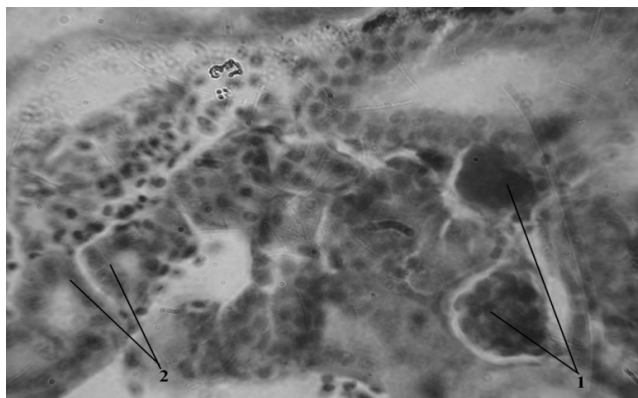


Рис. 13. Строение туловищной почки личинки кефали.

Окраска – гематоксилин-эозин. Ок. 10. Об. 40.

1 – почечные тельца; 2 – формирующиеся каналцы мезонефроса

Канальцы формирующегося мезонефроса открывались в пару длинных мезонефральных каналов – вольфовы протоки, которые тянулись к хвостовому отделу тела личинки.

### Заключение

Исследование морфологических особенностей ранних личинок кефалей показало, что для них была характерна гетерохронность в развитии основных систем органов. У личинок отмечались хорошо развитые нервная система и органы чувств. В глазном яблоке все оболочки были дифференцированы, в сетчатке все слои сформированы. В обонятельных ямках выделялись клетки трех типов: рецепторные обонятельные, поддерживающие и базальные. Наблюдалось интенсивное формирование дыхательной, сердечно-сосудистой, выделительной и пищеварительной систем.

Сформированность органов чувств у личинок кефали в возрасте 10 суток подтверждает их адаптацию к активному образу жизни.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валькович Э. И. Общая и медицинская эмбриология. Ростов н/Д: Феникс, 2008. 395 с.
2. Павлов Д. А. Морфологическая изменчивость в раннем онтогенезе костистых рыб и ее эволюционное значение: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2004. 40 с.
3. Кузнецов В. А., Ананин А. Н., Муртазина Л. Р. Видовой состав и численность рыб в раннем онтогенезе в низовьях Свяжского залива Куйбышевского водохранилища в 2001–2006 гг. // Уч. зап. Казан. гос. ун-та. Сер.: Естественные науки. 2009. Т. 151, кн. 2. С. 287–296.
4. Волкова О. В., Елецкий Ю. К. Гистология с основами гистологической техники. М.: Медицина, 1982. 304 с.

Статья поступила в редакцию 28.12.2016

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Гаврилова Дарья Александровна** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры гидробиологии и общей экологии; gavrilovadarya2014@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.





D. A. Gavrilova, M. P. Grushko

## FEATURES OF FORMATION OF THE MAIN SYSTEMS AND ORGANS IN EARLY LARVAE OF MULLET (*LIZA AURATA*, RISSO, 1810)

**Abstract.** The aim of this work was to study peculiarities of mullet morphological organization during early ontogeny. Sample selection was made on board Caspian research and development Institute of Fisheries' research vessel in period from June to September, 2015 in Russian waters of the Caspian Sea. Larvae aged 10 days could be characterized by heterochrony in the development of major organ systems. Nervous system and sense organs were well developed. The eyeball had all membranes well-differentiated, in the retina all the layers were formed. The olfactory fossae had cells of 3 types: olfactory receptor cells, supporting cells and basal cells. There was observed intensive formation of respiratory, cardiovascular, excretory and digestive systems. The early development of the nervous system and sensory organs of the larvae indicated adaptation of mullet to active life.

**Key words:** larvae of mullet, structure, nervous system, eye membranes, olfactory fossae, gill cavity, heart, digestive system, the germ of the pancreas, liver, mesonephros.

### REFERENCES

1. Val'kovich E. I. *Obshchaia i meditsinskaia embriologiya* [General and medicinal embryology]. Rostov-on-Don, Feniks Publ., 2008. 395 p.
2. Pavlov D. A. *Morfologicheskaya izmenchivost' v rannem ontogeneze kostistykh ryb i ee evoliutsionnoe znachenie. Avtoreferat dis. ... d-ra biol. nauk* [Morphological variability in the early ontogeny of teleosts and its evolutionary importance. Abstract of dis. cand. biol. sci.]. Moscow, 2004. 40 p.
3. Kuznetsov V. A., Ananin A. N., Murtazina L. R. Vidovoi sostav i chislennost' ryb v rannem ontogeneze v nizov'iakh Sviyazhskogo zaliva Kuibyshevskogo vodokhranilishcha v 2001–2006 gg. [Species composition and abundance of fish in early ontogeny in the Lower Sviyazhsky Bay of Kuibyshev water basin]. *Uchenye zapiski Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*, 2009, vol. 151, kniga 2, pp. 287–296.
4. Volkova O. V., Eletskaia Iu. K. *Gistologiya s osnovami gistologicheskoi tekhniki* [Histology and basic principles of histological technologies]. Moscow, Meditsina Publ., 1982. 304 p.

The article submitted to the editors 28.12.2016

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Gavrilova Dariya Aleksandrovna** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department of Hydrobiology and General Ecology; gavrilovadarya2014@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.

