

## РЕАКЦИИ ПОЧЕК ГУСТЕРЫ (*Blicca bjoerkna*) ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ НА УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ

*И. А. Бурлаков, В. Н. Крючков, И. В. Волкова*

*Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Российская Федерация*

Интенсивное антропогенное воздействие на водные экосистемы вызывает необходимость осуществления мониторинга популяций разных видов рыб. Методом морфофизиологических индикаторов были изучены почки густеры из различных водоемов дельты Волги. Представлена морфометрическая характеристика почек густеры. Показано, что следствием влияния условий среды на живые организмы являются реакции органов и систем органов, отражением которых, в частности, служат патологические изменения в организме рыб. Реакции в организме рыб являются следствием сочетанного воздействия факторов среды и естественных физиологических процессов, связанных с нагулом, миграциями, генеративными циклами и т. п. Выявляемые у рыб изменения в структуре органов дают возможность оценить влияние окружающей среды на рыб. Показана сезонная и половая вариабельность индексов мезонефроса густеры дельты Волги. В ходе анализа почек рыб из двух водоемов обнаружена изменчивость массы этого органа в зависимости от антропогенной нагрузки на водоем, в частности, увеличение индекса почек у густеры *Blicca bjoerkna* отмечено в экосистеме с повышенной токсической нагрузкой. Установлено, что увеличение относительной массы мезонефроса является следствием ряда изменений в органе. Выявлены изменения как в межканальцевой ткани, так и в извитых канальцах и почечных капсулах. Проведенное исследование позволило выявить различия в относительной массе и структуре почек густеры, обитающей в водоемах с различной антропогенной нагрузкой. Выявлено достоверное увеличение индекса почек у рыб из водоема с более высоким уровнем антропогенного воздействия.

**Ключевые слова:** густера, индекс почки, морфофизиологические индикаторы, масса, мезонефрос, водоем.

**Для цитирования:** Бурлаков И. А., Крючков В. Н., Волкова И. В. Реакции почек густеры (*Blicca bjoerkna*) дельты Волги на условия обитания // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2021. № 3. С. 142–149. DOI: 10.24143/2073-5529-2021-3-142-149.

### Введение

Одним из условий сохранения популяции в конкретном водоеме может считаться соответствие качества среды требованиям обеспечения нормальной жизнедеятельности организма гидробионтов и сохранения способности воспроизводства вида. Следовательно, для объективной оценки качества окружающей среды необходимо не только и не столько определение параметров ее абиотических компонентов, сколько изучение влияния свойств вод на водные организмы, состояние их органов и тканей, а также на состояние популяции или сообщества [1]. Таким образом, если свойства среды не отвечают требованиям нормальной жизнедеятельности гидробионтов, в том числе и рыб, то качество вод нельзя считать удовлетворительным для сохранения устойчивости экосистемы.

Антропогенное влияние на экосистемы обуславливает необходимость осуществления мониторинга состояния популяций разных видов рыб с различных точек зрения. Так, например, здоровье рыб может быть важным и информативным показателем качества окружающей среды, поскольку изменения свойств воды вне зоны оптимума вызывают ответные реакции в организме рыб, которые могут быть как адаптивными, так и патологическими [2, 3]. В ранее проведенных исследованиях [4, 5] убедительно показано, каким образом изменения в структуре органов у рыб становятся следствием влияния окружающей среды. Несомненный интерес представляют данные, получаемые с применением метода морфофизиологических индикаторов [6, 7]. Во вто-

рой половине XX в. этот метод был весьма популярен среди исследователей. Несмотря на кажущуюся простоту метод морфофизиологических индикаторов позволяет решать целый ряд вопросов, связанных с оценкой условий существования видов [8].

Роль почек в организме рыб заключается в осуществлении выделения продуктов метаболизма и регуляции водно-солевого обмена, соответственно, относительная масса почек является одним из индикаторов интенсивности метаболизма в организме рыб [6]. Реакции, в том числе и патологические, у почек разнообразны, болезни почек сложны, что обусловлено строением органа (в данном случае речь идет о мезонефросе) и выполняемыми функциями [5].

Густера *Blicca bjoerkna*, как известно, является типичным многочисленным видом, важным компонентом ихтиофауны Нижней Волги. Особенно много густеры в дельте и нижнем течении Волги, где она держится преимущественно в слабопроточных водоемах, ильменях и култуках, может также обитать в слабоосолоненных акваториях авандельты, которые примыкают к речным устьям. В настоящее время густера хотя и совершает сезонные перемещения, однако в большей степени, чем раньше, привязана к водоемам речной системы, особенно к нижним участкам дельты, култочной зоне и к авандельте [9]. В связи с этими особенностями густеры данный вид может быть использован для выявления реакций организма рыб на локальные воздействия качества водной среды.

### Материал и методы исследования

Исследования проводились на водотоках дельты Волги, при этом постулировалось, что эти реки подвержены антропогенному влиянию в различной степени.

Объектом исследований послужила густера *Blicca bjoerkna* (L., 1758). Морфофизиологический анализ проводился сразу после поимки рыбы. Органы перед взвешиванием перфузировали физраствором для освобождения от крови, затем обсушивали фильтровальной бумагой. Почки взвешивались обе. Индексы внутренних органов рассчитывали как отношение массы органа к массе тела.

Для гистологического анализа органы (почки) фиксировались в жидкости Буэна, изготовленные срезы толщиной 7 мкм окрашивались гематоксилин-эозином [10]. Анализ микропрепаратов проводили на микроскопе «Альтами» с применением методов морфометрии [11]. Достоверность различий определяемых показателей определяли по критерию Стьюдента [12].

### Результаты и обсуждение

Размерно-весовые и возрастные показатели густеры, взятой для анализа, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Возрастной и размерно-весовой состав исследовательских уловов густеры

Возрастная группа	Средняя длина, см	Средняя масса, г	Доля рыб в каждой возрастной группе, %
2+	13,48 ± 0,13	25,24 ± 0,48	6,6
3+	18,82 ± 0,30	89,91 ± 5,37	36,3
4+	20,75 ± 0,42	120,15 ± 11,85	27,3
5+	21,36 ± 0,26	146,42 ± 15,80	19,2
6+	22,59 ± 0,31	187,20 ± 15,82	5,9
7+	24,22 ± 0,34	204,32 ± 19,11	4,8

Минимальная длина густеры составила 12 см, при этом минимальная масса была 23,0 г. Наибольшая длина густеры из исследовательских уловов составляла 26 см.

Самки были несколько крупнее самцов, однако различия в средней длине были незначительными. Масса самок достоверно превышала массу одновозрастных самцов весной, надо полагать, за счет большей массы гонад.

Масса внутренних органов изменялась в зависимости от размерно-весовых показателей рыб. Наиболее изменчив этот показатель был у печени. Масса таких органов, как жабры, селезенка и мезонефрос была менее вариабельна.

Как указано в работе Т. И. Моисеенко [13], при изучении влияния факторов среды на морфофизиологические показатели рыб необходимо достаточно строго подходить к идентичности сравниваемых групп и исключить естественную вариабельность показателей, которая может зависеть от эндогенных (возраст, пол, зрелость гонад) и экзогенных (сезонная динамика условий среды и др.) факторов. Ранее на половой диморфизм относительной массы органов указывали и другие исследователи [14]. Поэтому в первую очередь необходимо было учесть влияние этих факторов на индексы органов у рыб и для сравнения так формировать кластеры рыб, чтобы нивелировать возможное влияние сезонных и половых различий на изменчивость морфофизиологических индикаторов.

Зависимость относительной массы почки от возраста (массы) густеры неоднозначна. Наибольшие значения показателя были выявлены у относительно молодых рыб в возрасте 2–3+, среднее значение индекса почки составило  $0,62 \pm 0,42$  %. У рыб возрастов 4–5+ и 6–7+ значения индекса туловищной почки составили  $0,56 \pm 0,04$  и  $0,57 \pm 0,04$  % соответственно. При этом у старших возрастных групп густеры увеличилась вариабельность признака с 36,4 до 48,7 %.

Сезонная изменчивость индекса почки не имеет статистически достоверных различий. То же самое можно сказать и о половых различиях относительной массы почки густеры (табл. 2).

Таблица 2

## Сезонная и половая изменчивость индексов мезонефроса густеры

Весна (май)		Лето (август)		Осень (октябрь)	
♀	♂	♀	♂	♀	♂
Индекс мезонефроса, %					
$0,57 \pm 0,04$	$0,58 \pm 0,04$	$0,55 \pm 0,03$	$0,56 \pm 0,04$	$0,61 \pm 0,04$	$0,59 \pm 0,05$

Следует отметить, что наибольшее значение индекса мезонефроса у самок густеры было отмечено в осенний период ( $0,61 \pm 0,04$  %), так же, как и у самцов, однако значение индекса почек самцов было несколько меньше ( $0,59 \pm 0,05$  %) ( $P > 0,05$ ). Таким образом, сезонными и половыми различиями индекса мезонефроса в дальнейшем можно было пренебречь.

Для оценки реакции густеры на различные условия обитания методом морфофизиологических индикаторов использовали рыб в возрасте от 3 до 5 лет, преимущественно это были самки. В приведенных ниже данных показаны результаты наблюдений в летний период (август), данные обобщены за 3 года наблюдений. Это было сделано для того, чтобы по возможности максимально нивелировать вероятную разнокачественность рыб из разных водоемов, о чем было сказано выше.

В [13] Т. И. Моисеенко указывала, что почки рыб из загрязненных водоемов достоверно увеличиваются в массе по сравнению с аналогичными показателями у рыб из благополучных водоемов. Это объясняется возрастанием роли почек в детоксикации посредством усиления выведения токсикантов и продуктов их метаболизма.

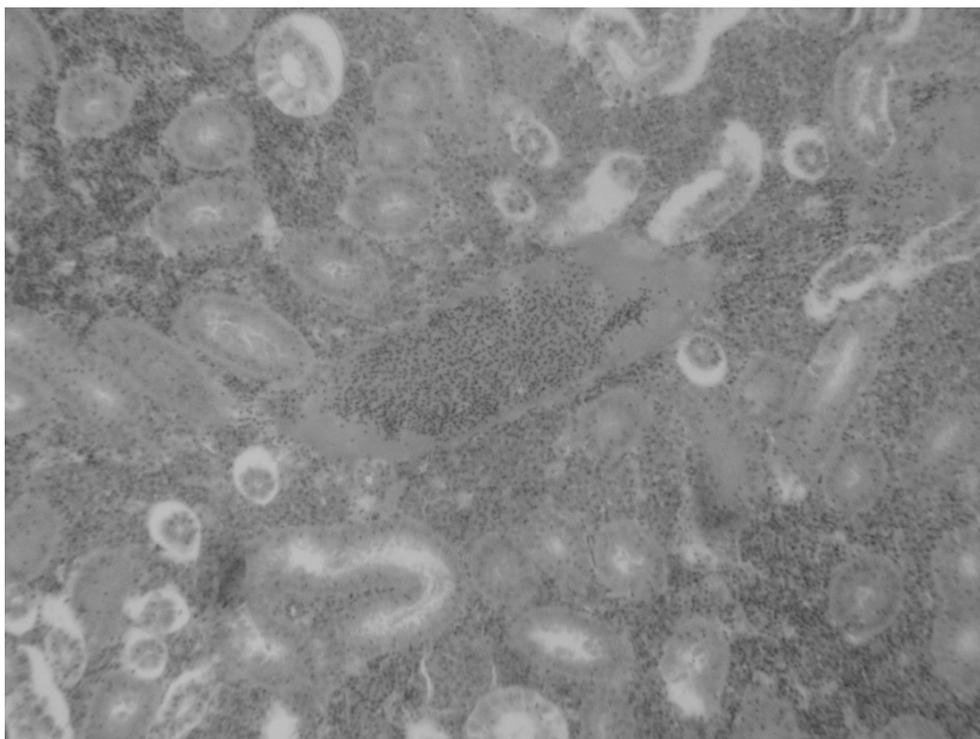
Анализ почек рыб из двух исследованных водоемов показал изменчивость массы этого органа в зависимости от местообитания. Установлено, что в водоеме, для которого постулировалась высокая степень антропогенной нагрузки (ерик Берекет), наблюдается статистически достоверное ( $P < 0,05$ ) увеличение относительной массы почек густеры. Так, у рыб в ерике Берекет индекс почек составил  $0,66 \pm 0,05$  %, что на 20 % больше, чем у рыб из относительно благополучного водоема (р. Костыль в нижней части дельты), где значение индекса составило в среднем  $0,55 \pm 0,03$  %.

Можно полагать, что выявленное увеличение индекса почек у густеры из ерика Берекет связано с повышенной токсической нагрузкой, т. к. этот водоток находится в непосредственной близости от газоконденсатного комплекса, является рукавом р. Ахтуба, которая в этом районе сама, несомненно, подвержена антропогенному влиянию. Однако Ю. Г. Юровицкий и В. С. Сидоров ранее показывали, что при отравлении наиболее значимые изменения в почках рыб происходят на биохимическом уровне, т. е. косвенно указывали, что морфологические изменения при отравлениях не настолько явно выражены по сравнению с функциональными [15]. Кроме того, встречаются высокие значения индекса почек у рыб и в зонах с низкими дозами токсиче-

ских веществ [1]. Поэтому утверждать, что непосредственной причиной увеличения относительной массы мезонефроса у густеры является действие токсикантов, мы не можем, однако предположить это с высокой степенью вероятности есть основания. В пользу нашего предположения может свидетельствовать то обстоятельство, что для функциональных изменений органа необходима материальная основа, и если, например, при тех или иных функциональных сдвигах мы не можем обнаружить морфологические изменения, в частности на органном уровне, то их (эти изменения) следует искать на клеточном или субклеточном уровне.

Выделительную функцию выполняют нефроны, с нефронами и со стенками сосудов тесно связана интерстициальная ткань. Интерстиций мезонефроса состоит из ретикуло-лимфомиелоидной ткани, идентификация клеток которой весьма затруднена. Интерстиций играет важную роль в осморегуляции, а наличие в его составе лимфомиелоидных компонентов свидетельствует об участии в иммуногенезе. Таким образом, вероятные изменения в указанных физиологических процессах, несомненно, могут найти отражение в изменении морфологических показателей почки, т. е. если увеличение массы почек связано с усилением детоксикации организма посредством транспортных процессов [13], то изменения следует искать в тех структурных элементах, которые отвечают за выделительную функцию.

Из анализа гистологических препаратов следует, что наиболее характерными были сосудистые изменения либо как единственный симптом неблагополучия мезонефроса, либо в сочетании с отеками и инфильтрациями интерстиция. Застой крови зачастую является первым признаком патологических изменений в органах и тканях. В интерстиции мезонефроса отмечались кровоизлияния различной величины, от точечных до обширных, захватывавших большую часть межканальцевой ткани (рис.).



Почка густеры. Окраска гематоксилин-эозином. Об.  $\times 20$ .  
Геморрагии в межканальцевую ткань. Отеки перитубулярного пространства

Отеки образуются вследствие нарушения оттока тканевой жидкости. Морфологически отеки в почках густеры проявлялись вокруг извитых канальцев. В норме в световом микроскопе перитубулярное пространство малоразлично. При отеках перитубулярное пространство было существенно увеличено, окружало извитой каналец своеобразным кольцом (см. рис.).

Объем, занятый межканальцевой тканью, в почках с явно выраженными отеками перитубулярного пространства был увеличен на 10 %. Следует отметить, что это касается рыб из обоих водоемов, а не только из ерика Берекет, однако частота встречаемости подобного рода изменений у густеры из ерика Берекет была достоверно выше.

Одним из показателей гломерулярных изменений была вариабельность диаметра почечных телец. Коэффициент вариации размера капсулы нефрона *CV* в почках густеры из «загрязненного» водоема достигал 50 % и более. В неизмененных почках *CV*, как правило, не превышал 12 %.

Таблица 3

#### Морфометрическая характеристика мезонефроса густеры

Показатель	р. Костыль	ер. Берекет
Диаметр почечной капсулы, мкм	63,6 ± 5,4	68,3 ± 7,2
Диаметр капиллярного клубочка, мкм	48,5 ± 3,3	56,4 ± 6,5
Количество клеток в сосудистом клубочке, шт.	51,5 ± 2,2	59,6 ± 4,3
Диаметр канальцев 1 типа, мкм	20,2 ± 0,9	21,6 ± 2,0
Диаметр канальцев 2 типа, мкм	53,5 ± 1,8	70,2 ± 3,5
Диаметр канальцев 3 типа, мкм	46,2 ± 2,4	46,8 ± 1,0
Площадь интерстициальной ткани, %	50,5 ± 0,5	58,5 ± 1,8

Кроме того, в почках рыб из ерика Берекет чаще, чем у густеры из р. Костыль, выявлялась гиперклеточность в капиллярном клубочке. Так, среднее количество клеток в сосудистом клубочке составило  $59,6 \pm 4,3$  шт., тогда как у рыб из условно незагрязненного водоема –  $51,5 \pm 2,2$ . Анализ микропрепаратов показал, что увеличение количества клеток в клубочке является преимущественно следствием стаза в капиллярах, видимое в микроскоп большее количество клеток достигается преимущественно за счет хорошо видных ядер эритроцитов в просвете капилляров. Впрочем, возрастание числа эритроцитов можно интерпретировать не только как стаз, но и как следствие усиления кровотока в почке при усилении детоксикации. Одновременно наблюдалось и увеличение диаметра почечной капсулы, который составлял у рыб из разных водоемов в среднем  $68,3 \pm 7,2$  мкм (ерик Берекет) и  $63,6 \pm 5,4$  мкм (р. Костыль). При увеличенных почечных капсулах капиллярные петли полностью заполняли объем капсулы, мочевое пространство в микроскоп практически не просматривалось.

В целом можно констатировать, что в почках густеры были выявлены изменения, которые можно рассматривать как патологические (геморрагии, окклюзия извитых канальцев, отеки интерстиция), так и компенсаторно-приспособительные, направленные на усиление выделительных процессов.

#### Заключение

В ходе исследования выявлены различия в относительной массе и структуре почек густеры, обитающей в водоемах с разной антропогенной нагрузкой. Выявлено достоверное увеличение индекса почек у рыб из водоема, для которого постулирован более высокий уровень антропогенного воздействия. Показано, что увеличение массы мезонефроса происходит как за счет увеличения объема интерстиция, который, в свою очередь, увеличивается вследствие нарушения оттока тканевой жидкости, так и вследствие застоя крови, который проявляется как в капиллярах почечных телец, так и в виде геморрагий в межканальцевой ткани.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моисеенко Т. И., Лукин А. А. Патологии рыб в загрязняемых водоемах Субарктики и их диагностика // Вопр. ихтиологии. 1999. Т. 39. № 4. С. 535–547.
2. Bin Dohaish El-G. A. Effect of water pollution of the Redseacoastal zone of Jeddah, Saudi Arabia on the histological characters of some body organs of Red spot emperor lethrinslentjan (*Teleosts: Lethrinidae*) // J. Egypt. Ger. Soc. Zool. 2003. V. 42C. P. 21–42.
3. Zaki M. I., Sederak I. A., Khadre S., Aziz K., Wahbi O. M. Effect of tanning processing waste water on physiological characteristics of solea. Spp. 1 Histological study on the effect of pollutant on fish // Envi. Manag. Health. & Sustainable Develop. Alex. Egypt. 1999. P. 2–25.

4. Корниенко Г. Г., Рудницкая О. А., Жильцова А. В. Гистоструктура некоторых органов азовских осетровых в условиях антропогенного воздействия // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна. Ростов н/Д.: Изд-во Азов. НИИ рыб. хоз-ва, 1996. С. 262–263.
5. Крючков В. Н., Абдурахманов Г. М., Федорова Н. Н. Морфология органов и тканей водных животных. М.: Наука, 2004. 144 с.
6. Шварц С. С. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии животных // Зоологический журнал. 1958. Т. 37. № 4. С. 58–63.
7. Шварц С. С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. 278 с.
8. Моисеенко Т. И., Яковлев В. А. Антропогенные преобразования водных экосистем Кольского Севера. Л.: Наука, 1990. 220 с.
9. Казанчев Е. Н. Рыбы Каспийского моря. М: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. 167 с.
10. Ромейс Б. Микроскопическая техника. М.: Иностран. лит., 1953. 720 с.
11. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия: руководство. М.: Медицина, 1990. 384 с.
12. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1980. 293 с.
13. Моисеенко Т. И. Морфофизиологические перестройки организма рыб под влиянием загрязнения (в свете теории С. С. Шварца) // Экология. 2000. № 6. С. 463–472.
14. Смирнов В. С., Божко А. М., Рыжков А. М., Добринская Л. А. Применение метода морфологических индикаторов в экологии рыб // Тр. СевНИОРХ. 1972. № 7. 168 с.
15. Юровицкий Ю. Г., Сидоров В. С. Эколого-биохимический мониторинг и эколого-биохимическое тестирование в районах экологического неблагополучия // Изв. РАН. Сер. биол. 1993. № 1. С. 74–82.

Статья поступила в редакцию 25.05.2021

### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Иван Алексеевич Бурлаков** – соискатель кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; Россия, 414056, Астрахань; bur-444@mail.ru.

**Виктор Николаевич Крючков** – д-р биол. наук, доцент; профессор кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; Россия, 414056, Астрахань; kvn394@rambler.ru.

**Ирина Владимировна Волкова** – д-р биол. наук, доцент; профессор кафедры гидробиологии и общей экологии; Астраханский государственный технический университет; Россия, 414056, Астрахань; gridasova@mail.ru.



### **REACTIONS OF KIDNEYS OF SILVER BREAM (*Blicca bjoerkna*) FROM VOLGA DELTA TO HABITAT**

***I. A. Burlakov, V. N. Kriuchkov, I. V. Volkova***

*Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russian Federation*

**Abstract.** The article focuses on the intensive anthropogenic impact on the aquatic ecosystems, which makes it necessary to monitor the populations of different fish species. The method of morphophysiological indicators was used to study the kidneys of silver bream in different water bodies

of the Volga Delta. The morphometric characteristics of the kidneys of silver bream are presented. It is shown that the reactions of organs and body systems are caused by the environmental impact on the living organisms, which results, in particular, in the pathological changes in the fish body. Reactions in the body of fish are the result of a combined effect of environmental factors and natural physiological processes related to feeding, migrations, generative cycles, etc. The detected changes in the organ structure make it possible to assess the impact of the environment on fish. The seasonal and sexual variability of the indices of the mesonephros of silver bream from the Volga Delta is shown. Analysis of the kidneys of fish from two water bodies showed the variability of kidney mass due to the anthropogenic load on the water body, in particular, an increase in the kidney index in silver bream *Blicca bjoerkna* was registered in the ecosystem with an increased toxic load. It has been stated that the increase in the relative mass of mesonephros was caused by the changes in the organ. Changes were detected both in the intratubular tissue, and in the convoluted tubules and renal capsules. The study helped to find the differences in the relative weight and structure of the kidneys of silver bream, which lives in the water bodies with different anthropogenic load. A real increase of the kidney index was found in fish from the water body with a higher level of anthropogenic impact.

**Key words:** silver bream, kidney index, morphophysiological indicators, mass, mesonephros, water body.

**For citation:** Burlakov I. A., Kriuchkov V. N., Volkova I. V. Reactions of kidneys of silver bream (*Blicca bjoerkna*) from Volga Delta to habitat. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2021;3:142-149. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2021-3-142-149.

#### REFERENCES

1. Moiseenko T. I., Lukin A. A. Patologii ryb v zagriazniaemykh vodoemakh Subarktiki i ikh diagnostika [Pathology of fish in polluted water bodies of Subarctic and their diagnostics]. *Voprosy ikhtiologii*, 1999, vol. 39, no. 4, pp. 535-547.
2. Bin Dohaish El-G. A. Effect of water pollution of the Redseacoastal zone of Jeddah, Saudi Arabia on the histological characters of some body organs of Red spot emperor lethrinslentjan (Teleosts: Lethrinidae). *J. Egypt. Ger. Soc. Zool.*, 2003, vol. 42C, pp. 21-42.
3. Zaki M. I., Sederak I. A., Khadre S., Aziz K., Wahbi O. M. Effect of tanning processing waste water on physiological characteristics of solea. Spp. 1 Histological study on the effect of pollutant on fish. *Envi. Manag. Health. & Sustainable Develop.*, Alex. Egypt, 1999, pp. 2-25.
4. Kornienko G. G., Rudnitskaia O. A., Zhil'tsova A. V. Gistostruktura nekotorykh organov azovskikh osetrovnykh v usloviakh antropogennoy vozdeystviya [Histostructure of organs of Azov sturgeon in conditions of anthropogenic impact]. *Osnovnye problemy rybnogo khoziaistva i okhrany rybokhoziaistvennykh vodoemov Azovskogo basseina*. Rostov-na-Donu, Izd-vo Azov. NII ryb. khoz-va, 1996. Pp. 262-263.
5. Kriuchkov V. N., Abdurakhmanov G. M., Fedorova N. N. *Morfologiya organov i tkanei vodnykh zhivotnykh* [Morphology of organs and tissues of aquatic animals]. Moscow, Nauka Publ., 2004. 144 p.
6. Shvarts S. S. Metod morfofiziologicheskikh indikatorov v ekologii zhivotnykh [Method of morphophysiological indicators in animal ecology]. *Zoologicheskii zhurnal*, 1958, vol. 37, no. 4, pp. 58-63.
7. Shvarts S. S. *Ekologicheskie zakonomernosti evoliutsii* [Environmental laws of evolution]. Moscow, Nauka Publ., 1980. 278 p.
8. Moiseenko T. I., Iakovlev V. A. *Antropogennye preobrazovaniya vodnykh ekosistem Kol'skogo Severa* [Anthropogenic transformations of aquatic ecosystems in the north of Kola Peninsula]. Leningrad, Nauka Publ., 1990. 220 p.
9. Kazanchev E. N. *Ryby Kaspiiskogo moria* [Fish of Caspian Sea]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 1981. 167 p.
10. Romeis B. *Mikroskopicheskaia tekhnika* [Microscopic technique]. Moscow, Inostrannaia literatura Publ., 1953. 720 p.
11. Avtandilov G. G. *Meditinskaya morfometriya: rukovodstvo* [Medical morphometry: teaching guide]. Moscow, Meditsina Publ., 1990. 384 p.
12. Lakin G. F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, Vysshaia shkola Publ., 1980. 293 p.
13. Moiseenko T. I. Morfofiziologicheskie perestroiki organizma ryb pod vliyaniem zagriazneniya (v svete teorii S. S. Shvartsa) [Morphophysiological rearrangements of fish organism caused by pollution (in light of theory of S. S. Schwartz)]. *Ekologiya*, 2000, no. 6, pp. 463-472.

14. Smirnov B. C., Bozhko A. M., Ryzhkov A. M., Dobrinskaia L. A. Primenenie metoda morfologicheskikh indikatorov v ekologii ryb [Using method of morphological indicators in fish ecology]. *Trudy SevNI-ORKh*, 1972, no. 7, 168 p.

15. Iurovitskii Iu. G., Sidorov V. S. Ekologo-biokhimicheskii monitoring i ekologo-biokhimicheskoe testirovanie v raionakh ekologicheskogo neblagopoluchiia [Ecological and biochemical monitoring and ecological and biochemical testing in areas of ecological trouble]. *Izvestiia RAN. Seriya biologicheskaya*, 1993, no. 1, pp. 74-82.

The article submitted to the editors 25.05.2021

### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Ivan A. Burlakov** – Competitor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; Russia, 414056, Astrakhan; bur-444@mail.ru.

**Victor N. Kriuchkov** – Doctor of Biology, Assistant Professor; Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; Russia, 414056, Astrakhan; kvn394@rambler.ru.

**Irina V. Volkova** – Doctor of Biology, Assistant Professor; Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology; Astrakhan State Technical University; Russia, 414056, Astrakhan; gridasova@mail.ru.

