

**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ КЛЕТОК  
ПЕЧЕНИ И ПОЧЕК БАЙКАЛЬСКОГО ОМУЛЯ  
В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*Игнатьева Маргарита Викторовна – магистрант 1-го года обучения института пищевой инженерии и биотехнологии ФГБОУ ВО Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления.*

*Научный руководитель – Жамсаранова Сэсэгма Дашиевна, д.б.н., профессор, профессор кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления.*

*Аннотация: проведено гистологическое исследование состояния клеток печени и почек байкальского омуля при воздействии негативных факторов окружающей среды. Выявлено наличие морфологических аномалий в структуре клеток изучаемых органов. Микроструктурные изменения клеток печени и почек рыб позволят рекомендовать их для оценки качества неблагоприятного воздействия паразитарных инвазий и экологического состояния среды обитания гидробионтов.*

*Ключевые слова: Озеро Байкал, омуль, печень, почки, цестоды *Diphyllbothrium dendriticum*, морфоструктурные изменения.*

В экосистеме озера Байкал за последние десятилетия отмечается усиление антропогенной нагрузки. Это создает проблему глобального характера, что подтверждается работами многих исследователей [1. С. 105; 2. С. 388; 8. С. 44].

Загрязнение водоемов отрицательно воздействует на всю экосистему в целом, на все жизненные процессы, протекающие в организме рыб [4. С. 89]. В большей части аккумуляция токсинов происходит в органах с усиленным метаболизмом, таких как печень и почки. Совместное функционирование указанных органов играет ключевую роль в детоксикации и выведении из организма большей части ксенобиотических соединений [3. С. 192-193].

В последние годы в Байкале наблюдается сокращение численности популяции омуля *Coregonus migratorius*, экономически значимого и важного промыслового объекта. В связи с этим с начала октября 2017 года вылов омуля разрешен только для научных исследований [6. С. 140-141]. Неблагоприятные изменения в окружающей среде, по всей видимости, пагубно воздействуют на защитные механизмы организма рыб, что, скорее всего, приводит к усилению степени зараженности их паразитами и впоследствии сокращению численности [12. С. 267]. Данная проблема особо акту-

альна в связи с широким распространением в Байкальском регионе лентеца чаечного *Diphyllobothrium dendriticum*. Экстенсивность зараженности им омуля в некоторых районах Бурятии достигает свыше 80% [7. С. 296].

По этой причине изучение ответных реакций гидробионтов на внешние воздействия является одной из актуальных проблем [13. С. 1-2]. Оценка их состояния, проводимая с применением гистологических методов, позволит обнаружить на ранней стадии патологические изменения в структуре клеток органов и тканей как индивидуальный ответ на неблагоприятное воздействие окружающей среды.

*Целью* исследования явилась морфофункциональная оценка состояния клеток печени и почек омуля на фоне влияния факторов окружающей среды (среда обитания, паразитарные инвазии).

*Задачи исследования:*

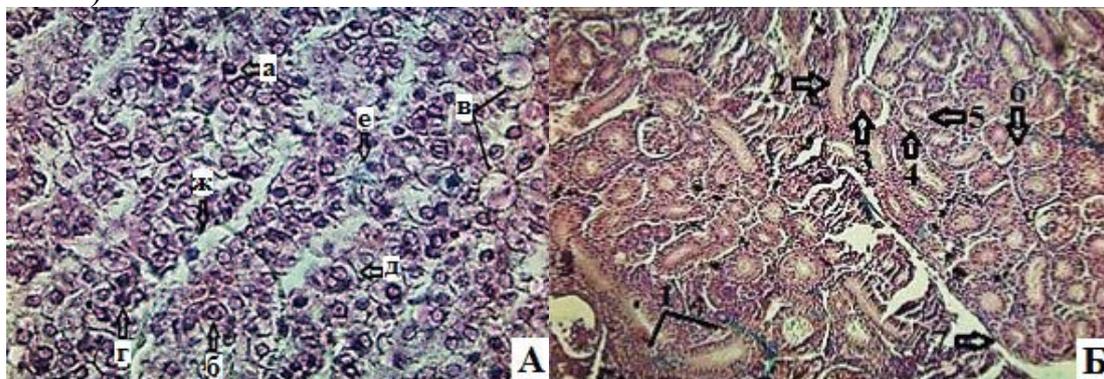
1) Оценить морфогистологическую структуру клеток печени и почек незараженного и зараженного гельминтами омуля;

2) Исследовать морфометрические показатели печени и почек омуля в зависимости от степени зараженности цестодами.

Материалами исследования явились образцы печени и почек особей омуля, выловленные в количестве 17 экз. Особи были разделены на три группы: I группа рыб – здоровые особи, незараженные; II группа рыб – особи с низкой степенью инвазии, зараженность одной рыбы составила 2–3 гельминта; III группа омуля – особи в высокой степени инвазии – от 18 и выше капсул лентецов. Промеры морфоструктуры клеток изучаемых органов осуществляли путем микроскопирования гистологических препаратов. Полученные цифровые данные подвергали статистической обработке.

По результатам исследования клеток печени незараженных омулей обнаружили ряд изменений, представленных мелкими липидными каплями и темными пятнами различной формы (рис. 1 А).

При гистологическом исследовании почек особей данной группы в структуре органа наблюдали фокальные темные пятна разного размера (рис. 1 Б).

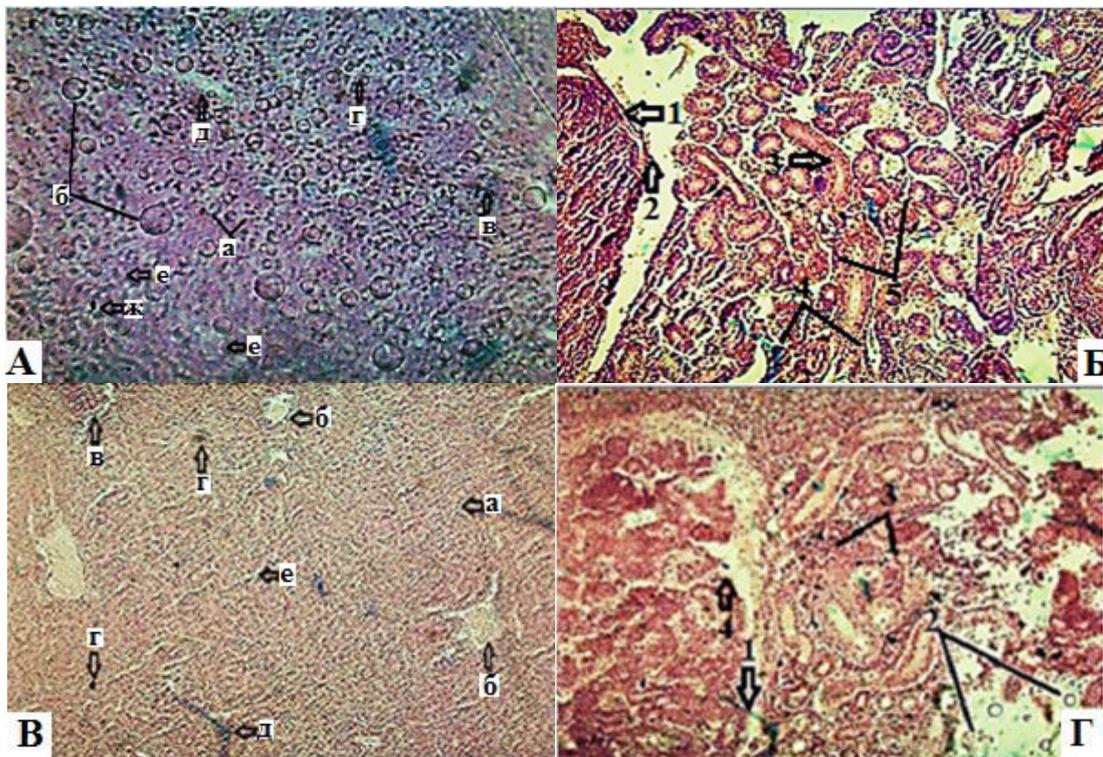


**Рис. 1.** Микроструктура клеток печени и почек незараженного омуля: А – микрофотография печени (10х40): а) гепатоцит с кровеносным капилляром, б) ядро с ядрышком, в) липидные капли, г) 2,3-х ядерный гепатоцит, д) желчный проток, е) темные пятна, ж) расширение стенки синусоида; Б – микрофотография почек (10х10):

1) темные вкрапления в собирательных трубочках, 2) проксимальные извитые канальцы, 3) почечное тельце, 4) собирательные трубочки, 5) дистальный извитой каналец, 6) капсула Шумлянско-Боумена, 7) почечная чашечка. Окраска: гематоксилин и эозин

При микроскопическом исследовании препаратов печени особей омуля с низкой степенью инвазии выявили признаки острой гиперемии. Отчетливо просматривалось значительное увеличение темных пятен. Обнаружены крупные жировые капли (рис. 2 А).

При анализе препаратов почек омулей отмечали очаги воспаления, кровоизлияния почечных телец, отек стромы, деструкцию почечных телец (рис. 2 Б).



**Рис. 2.** Микроструктура клеток печени и почек инвазированного цестодами омуля. Низкая степень инвазии: А – структура печени (10x20): а) 2,3-х ядерные гепатоциты, б) липидные капли, в) полнокровные венозные сосудов, г) синусоида с желчным протоком, д) образование каверн, е) клетка Купфера, ж) некроз гепатоцитов; Б – структура почек (10x10): 1) артериола, 2) гранулы юкстагломерулярных клеток, 3) деструкция проксимального отдела, 4) вкрапления темных пятен, 5) собирательные трубочки; Высокая степень инвазии: В – структура печени (10x20): а) эндотелиальные клетки синусоида, б) клетки Купфера на разных стадиях роста, в) некротизированный участок, г) некротизированный гепатоцит, д) темные пятна, е) синусоида; Г – структура почек (10x10): 1) темные вкрапления пятен, 2) жировые капли, 3) черные округлые пятна. Окраска: гематоксилин и эозин

Анализ препаратов печени омулей с высокой степенью инвазии позволил обнаружить признаки выраженной застойной гиперемии (рис. 2 В). В гепатоцитах были выявлены участки пустот по причине разрыва оболочек

чек клеток и вытекания их содержимого. Результаты морфометрии клеток печени показали значительное увеличение размеров гепатоцитов, площадей с некротизированными клетками, по сравнению с незараженными особями (табл. 1).

При исследовании препаратов почек отмечали деструкцию почечных телец, частичную гибель сосудистых клубочков, их фиброз. Обнаружили большие отложения крупных жировых капель в эпителии извитых канальцев (рис. 2 Г).

Таблица 1

**Данные морфометрии структуры клеток  
печени и почек байкальского омуля**

Показатели структуры органов, мкм	Незараженные особи	Степень инвазии зараженных рыб	
		Низкая степень	Высокая степень
	1 группа	2 группа	3 группа
<b>Печень</b>			
Диаметр гепатоцитов	23,83±0,98 (20,9-27,0)	19,83±4,08 (18,54-24,52)	42,45±2,21 (31,70-48,82)
Диаметр ядер	14,00±0,6 (11,7-16,1)	6,92±0,73 (5,32-9,25)	7,74±0,52 (6,4-8,9)
Площадь гепатоцитов	1863,34±75,12 (1613,9-1975,08)	1245,80±78,22 (1098,12-1380,04)	5992,8±108,1 (3896,09-7038,85)
<b>Почки</b>			
Диаметр почечных телец	185,5±14,07 (167,3-305,4)	259,9±22,05 (171,1-324,7)	284,92±25,35 (188,8-336,9)
Диаметр проксимальных канальцев	58,04±4,85 (45,8-78,04)	57,63±5,28 (45,9-85,8)	79,73±3,32 (65,6-92,4)
Диаметр дистальных канальцев	52,35±5,16 (44,05-58,12)	50,38±4,11 (33,9-59,9)	58,33±4,92 (44,8-70,5)

Проведенные нами исследования в период нерестовой миграции байкальского омуля в 2019 году дали возможность оценить зараженность рыб гельминтами [9. С. 136-139; 10. С 37-40].

На исследованных нами образцах печени и почек неинвазированных цестодами омулей изменения в виде мелких жировых капель в гепатоцитах и очаговых темных пятен в структуре почек в какой-то мере могут указывать на неблагоприятные условия среды обитания рыб.

Обнаруженные участки фокальных воспалений с мелкими очаговыми кровоизлияниями, появлением крупных липидных капель и явлениями отека ткани печени и почек омулей с низкой степенью инвазии, скорее всего, являются следствием влияния продуктов секреции лентецов.

Отмеченные выраженные патологические нарушения в виде дистрофии, хронического полнокровия сосудов, отложения крупных жировых капель в структуре исследуемых органов омулей с высокой степенью инвазии,

по всей вероятности, являются результатом комплексного воздействия продуктов жизнедеятельности паразитов и загрязнения среды обитания рыб.

Подобные результаты исследований отражены в работах следующих авторов [5. С. 217-219; 11. 332-333].

Таким образом, проведенное гистоморфологическое исследование структуры клеток печени и почек особей омуля показало развитие патологических процессов в клетках органов, что, судя по всему, явилось результатом негативного воздействия на организм антропогенных факторов окружающей среды и паразитарной инвазии. На наш взгляд, выявленные морфологические аномалии в структуре клеток органов иммунной системы рыб могут являться возможной причиной снижения численности популяции омуля.

### Библиографический список:

1. Барабанщиков Д.А. Экологические проблемы озера Байкал / Д.А. Барабанщиков, А.Ф. Сердюкова // Молодой ученый. – 2017. – № 25 (159). – С. 104-107.

2. Зилов Е.А. Современное состояние антропогенного воздействия на озеро Байкал / Е.А. Зилов // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. – 2013. – Т. 6. - № 4 – С. 388-404.

3. Куценко С.А. Основы токсикологии / С.А. Куценко. – СПб.: Фолиант, 2004. – 570 с.

4. Металлов Г.Ф. Многолетний мониторинг физиологического состояния основных видов каспийских осетровых рыб / Г.Ф. Металлов, П.П. Гераскин, В.П. Аксенов, О.А. Левина // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2016. – № 1. – С. 88-98.

5. Минеев А.К. Гистопатологии почек у рыб из загрязненного участка р. Позимь (Удмуртская Республика) / А.К. Минеев // Журнал: Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17. – № 4. – С. 215-221.

6. Петухова Н.Г. Состояние селенгинской популяции байкальского омуля в условиях моратория на вылов / Н.Г. Петухова, А.Е. Бобырев, А.В. Соколов // Труды ВНИРО. – 2019. – Т. 177. – С. 140-150.

7. Пронин Н.М., Пронина С.В., Амагзаева Г.С. Динамика зараженности селенгинской популяции омуля *Coregonus migratorius* (Coregonidae) плероцеркоидами *Diphyllbothrium dendriticum* и заболеваемости дифиллоботриозом населения Республики Бурятия / Н.М. Пронин, С.В. Пронина, Г.С. Амагзаева и др. // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2012. – №5-1(87). – С. 296-299.

8. Раднаева В.Д., Цыцыктуева Л.А. Антропогенное загрязнение озера Байкал / В.Д. Раднаева, Л.А. Цыцыктуева // Дизайн, технологии и иннова-

ции в текстильной и легкой промышленности (Инновации-2020). Сборник материалов Международной научно-технической конференции. Изд-во: ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина». – 2020. – Ч. 3. – С. 44-50.

9. Тыхеев А.А. Морфологическая структура туловищного отдела почек (Mesonephros) нерестового омуля, зараженного *D. dendriticum* / А.А. Тыхеев, С.Д. Жамсаранова, В.А. Петерфельд и др. // Вестник ИрГСХА. – 2020. - № 98. – С. 133-146.

10. Тыхеев А.А. Особенности морфологических изменений клеток печени нерестовых омулей разной степени зараженности гельминтами *D dendriticum* / А.А. Тыхеев, С.Д. Жамсаранова, Ю.С. Путункеева и др. // Вестник ВСГУТУ. – 2020. – № 3 (78). – С. 35-44.

11. Bhatkar N.V. Chromium, nickel and zinc induced histopathological alterations in the liver of Indian Common Carp *Labeo rohita* (Ham.). J. Appl. Sci. Environ. Manage. – 2011. - № 5. – pp. 331-336.

12. Hanzelová, Vladimíra, Oros et al. Pollution and diversity of fish parasites: Impact of pollution on the diversity of fish parasites in the Tisa River in Slovakia. Species Diversity and Extinction. – 2011. – vol. 8. – pp. 265-296.

13. Salamat N. and Zarie. M. Fish histopathology as a tool for use in marine environment monitoring: a review. Comp. Clinical Pathol. – 2014. vol. 25. – pp. 1-6.

#### MORPHOFUNCTIONAL STATE OF CELLS LIVER AND KIDNEYS OF BAIKAL OMUL UNDER THE INFLUENCE OF NEGATIVE ENVIRONMENTAL FACTORS

**Ignatieva Margarita Viktorovna** – 1st year master's student of the Institute of Food Engineering and Biotechnology of the East Siberian State University of Technology and Management. Russian Federation, Ulan-Ude.

**Scientific supervisor** – **Zhamsaranova Sesegma Dashievna**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Biotechnology, East Siberian State University of Technology and Management. Russian Federation, Ulan-Ude.

**Abstract:** a histological study of the condition of the liver and kidney cells of the Baikal omul under the influence of negative environmental factors was carried out. The presence of morphological anomalies in the cell structure of the studied organs was revealed. Microstructural changes in the liver and kidney cells of fish will allow them to be recommended for assessing the quality of the adverse effects of parasitic invasions and the ecological state of the habitat of hydrobionts.

**Keywords:** Lake Baikal, omul, liver, kidneys, cestodes of *Diphyllobothrium dendriticum*, morphostructural changes.