



УДК 597; 574.64; 504.4.054

**СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ (Hg) В МЫШЦАХ РЫБ ГОРЬКОВСКОГО  
ВОДОХРАНИЛИЩА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ МАССЫ ТЕЛА (ПО  
РЕЗУЛЬТАТАМ 2023 ГОДА)**

**Ревухин Александр Андреевич**, аспирант кафедры экологии  
ИББМ ННГУ им. Лобачевского,  
603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23  
специалист лаборатории водных биоресурсов «НижегородНИРО»  
Нижегородский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»,  
603116, Нижний Новгород, Московское ш., 31

**Воронин Роман Евгеньевич**, студент кафедры экологии  
ИББМ ННГУ им. Лобачевского,  
603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

**Постнов Дмитрий Иванович**, старший специалист лаборатории водных биоресурсов  
«НижегородНИРО»  
Нижегородский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»,  
603116, Нижний Новгород, Московское ш., 31

**Гремячих Вера Алексеевна**, к.б.н, старший научный сотрудник  
Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН  
152742 пос. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н

**Шурганова Галина Васильевна**, д.б.н., профессор кафедры экологии  
ИББМ ННГУ им. Н.И. Лобачевского  
603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23

*Аннотация.* Проведено исследование содержания ртути (Hg) в мышцах промысловых видов рыб из разных участков Горьковского водохранилища по результатам 2023 года. Установлена положительная корреляционная зависимости содержания ртути в мышцах рыб и массой их тела.

*Ключевые слова:* ртуть, рыба, Горьковское водохранилище, концентрация ртути, масса тела, зависимость.

Ртуть (Hg) — один из наиболее опасных тяжёлых металлов, который способен накапливаться в организмах гидробионтов и передаваться по пищевым цепям, создавая риск для здоровья человека и теплокровных животных, в рацион которых рыба входит как ключевой компонент [6,7]. Исследования концентрации ртути в мышцах рыб водохранилищ волжского каскада, в частности Горьковского водохранилища,

немногочисленны. Наибольший интерес представляет выявление зависимости содержания ртути в мышцах промысловых видов рыб и массы их тела.

Отлов ихтиологического материала осуществляли стационарными сетями и неводами в летне-осенний период 2023 года на четырех станциях речного, пяти станциях озёрно-речного и двух станциях озёрного участков Горьковского водохранилища. Всего было поймано 289 экземпляров различных видов рыб: речной окунь (*Perca fluviatilis*, L., 1758), обыкновенная плотва (*Rutilus rutilus*, L., 1758), густера (*Blicca bjoerkna*, L., 1758), уклейка (*Alburnus alburnus*, L., 1758) и тюлька (*Clupeonella cultriventris*, Nordmann, 1840).

Рыбу замораживали (-14 °С) и хранили до определения содержания Hg в мышцах. Перед анализом измеряли длину и массу тела, определяли пол, отбирали образцы мышц из средней части тела между боковой линией и спинным плавником [2]. Содержание ртути определяли в 3 повторностях атомно-абсорбционным методом холодного пара на ртутном анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО (Льюэкс) без предварительной подготовки проб. Точность аналитических методов измерения контролировали с использованием сертифицированного биологического материала DORM-4 и DORM-5. Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась в специальной программной «Среде R».

Масса тела исследованных видов рыб находилась в интервале 0,7–248,6 г., концентрация Hg в мышцах – 0,013–0,382 мг/кг сырой массы. Наиболее высокие показатели массы тела отмечены у окуня, меньшие – у плотвы и густеры, самые низкие – у тюльки и уклейки. Содержание металла в мышцах исследованных видов уменьшалось в следующей последовательности: окунь ≥ тюлька ≥ уклейка ≥ густера ≥ плотва.

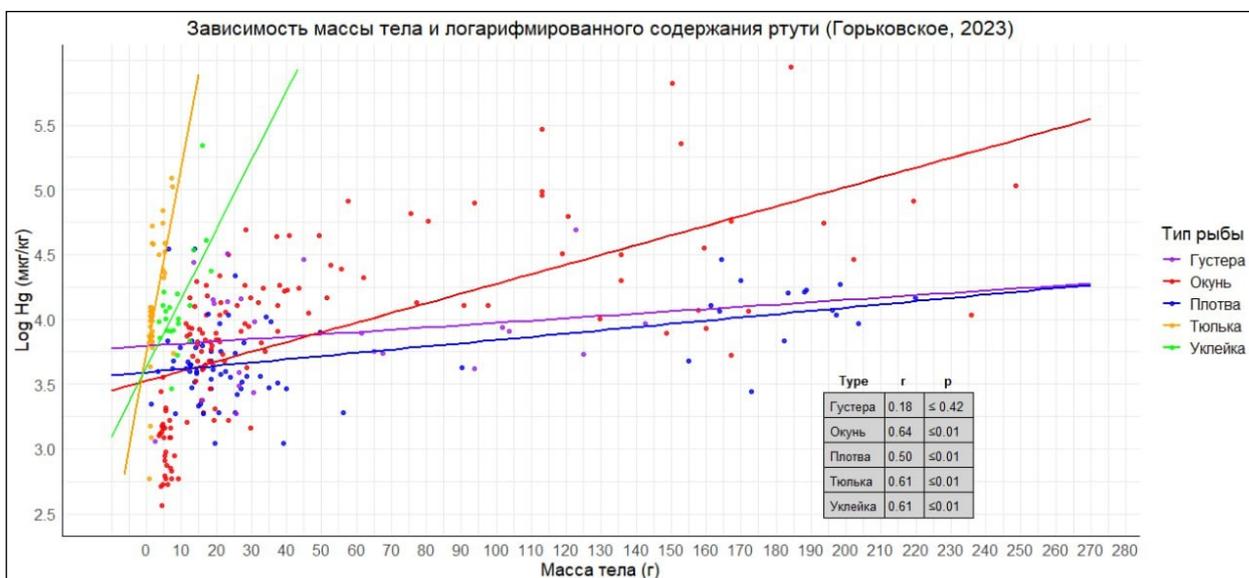
Анализ результатов исследований показал, что наибольшая концентрация ртути зафиксирована у окуня, масса которого варьировала от 3,6 до 248,6 г (в среднем  $46,6 \pm 5$  г), а содержание Hg — от 0,013 до 0,382 мг/кг (в среднем  $0,063 \pm 0,005$  мг/кг). У тюльки при средней массе  $2,5 \pm 0,32$  г (0,7–7,6 г) концентрация ртути составляла  $0,062 \pm 0,005$  мг/кг (0,016–0,152 мг/кг). Уклейка имела массу 3,6–18,4 г ( $8,93 \pm 0,96$  г) и концентрацию Hg 0,032–0,100 мг/кг ( $0,060 \pm 0,005$  мг/кг). У густеры масса варьировала от 2,5 до 142,6 г ( $52,73 \pm 8,73$  г), содержание Hg — от 0,021 до 0,109 мг/кг ( $0,053 \pm 0,005$  мг/кг). Плотва имела наименьшую концентрацию ртути: 0,021–0,094 мг/кг ( $0,044 \pm 0,002$  мг/кг) при массе тела 1,4–219,7 г ( $55,79 \pm 8,07$  г) (Табл. 1).

Таблица 1

Зависимость содержания ртути (Hg) в мышцах рыб от их массы тела

Вид		Кол-во	Масса тела, г			Содержание ртути, мг/кг			Коэф. Корреляции	Стат. Значимость
			min	max	ср. знач.	min	max	ср. знач.		
Окунь реч.	<i>Perca fluviatilis</i> , L., 1758	134	3,6	248,6	$46,6 \pm 5$	0,013	0,382	$0,063 \pm 0,005$	r=0,64	p≤0,01
Тюлька	<i>Clupeonella cultriventris</i> , Nordmann, 1840	40	0,7	7,6	$2,5 \pm 0,32$	0,016	0,152	$0,062 \pm 0,005$	r=0,61	p≤0,01
Уклейка	<i>Alburnus alburnus</i> , L., 1758	21	3,6	18,4	$8,93 \pm 0,96$	0,032	0,100	$0,060 \pm 0,005$	r=0,61	p≤0,01
Густера	<i>Blicca bjoerkna</i> , L., 1758	23	2,5	142,6	$52,73 \pm 8,73$	0,021	0,109	$0,053 \pm 0,005$	r=0,18	p≤0,42
Плотва обик.	<i>Rutilus rutilus</i> , L., 1758	71	1,4	219,7	$55,79 \pm 8,07$	0,021	0,094	$0,044 \pm 0,002$	r=0,50	p≤0,01

На основе проведенного анализа было установлено, что наиболее интенсивное накопление ртути в мышцах рыб по мере увеличения массы тела наблюдалось у тюльки и уклейки, после которых следуют окунь и плотва. Минимальное накопление металла отмечено у густеры. Важно отметить, на всем диапазоне все исследуемые особи показали положительную корреляцию (Рис.1). Корреляционный анализ продемонстрировал значимые положительные взаимосвязи между массой тела и содержанием ртути для всех исследуемых видов  $p \leq 0.01$  (за исключением густеры:  $r = 0.18$ ,  $p \leq 0.42$ ).



*Рис.1. Зависимость содержания ртути (log Hg) в мышцах всех исследуемых видов рыб от их массы тела.*

По результатам исследования выявлена зависимость увеличения содержания ртути в мышцах рыб с увеличением их массы тела. Зарегистрированные уровни накопления ртути в мышцах рыб Горьковского водохранилища соответствуют или близки ранее установленным значениям на других водоемах [1,3,5]. Согласно нормативам РФ [4], содержание ртути у исследованных рыб не превышает допустимые пределы.

### Список литературы:

1. Болотова, Н. Л. Биоиндикация ртутного загрязнения водных объектов Вологодской и Нижегородской областей (на примере рыб как тест-объектов) / Н. Л. Болотова, Н. Ю. Тропин, Г. В. Шурганова // Экология и промышленность России. – 2015. – Т. 19, № 5. – С. 13-19. – EDN TUIYGR.
2. Комов, В.Т., Степанова, И.К., Гремячих, В.А., 2004. Содержание ртути в мышцах рыб из водоемов Северо-Запада России: причины интенсивного накопления и оценка негативного эффекта на состояние здоровья людей. В: Флерова, Б.А. (ред.), Актуальные проблемы водной токсикологии. ИБВВ РАН, Борок, Россия, 99-123.
3. Ложкина Р. А., Гремячих В. А., Антипов И. А Комов В. Т. // Ртуть в мышцах леща водохранилищ Волжского каскада / Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем : Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 25 ноября 2021 года. – Киров: Вятский государственный университет, 2021. – С. 96-99. – EDN ZMTEFI.
4. СанПиН 2.3.2.1078-01 от 14 ноября 2001 г. № 36. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. 2001. 269 с.
5. Степанова, И. К. Накопление ртути в рыбе из водоемов Вологодской области / И. К. Степанова, В. Т. Комов // Экология. – 1997. – № 4. – С. 196-202. – EDN RZNBGR.

6. Scheuhammer, A.M., Meyer, M.W., Sandheinrich, M.B., Murray, M.W., 2007. Effects of environmental methylmercury on health of wild birds, mammals, and fish. *Ambio* 36, 12–18. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[12:EOEMOT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[12:EOEMOT]2.0.CO;2).
7. Wiener, J.G., Bodaly, R.A., Brown, S.S., Lucotte, M., Newman, M.C., Porcella, D.B., Reash, R.J., Swain, E.B., 2007. Monitoring and evaluating trends in methylmercury accumulation in aquatic biota. In: Harris, R., Krabbenhoft, D.P., Mason, R.F., Murray, M.W., Reash, R.J., Saltman T. (eds.), *Ecosystem Responses to Mercury Contamination: Indicators of Change*. Society of Environmental Toxicology and Chemistry, Pensacola, Florida, USA, 87–122. <https://doi.org/10.1201/9780849388897.ch4>.

**THE CONTENT OF MERCURY (HG) IN THE MUSCLES OF THE FISH OF THE GORKY RESERVOIR, DEPENDING ON THEIR BODY WEIGHT (ACCORDING TO THE RESULTS OF 2023)**

Alexander A. Revukhin, Roman E. Voronin, Dmitry I. Postnov, Vera A. Gremyachikh, Galina V. Shurganova

*Annotation.* A study of the mercury (Hg) content in the muscles of coastal commercial fish species from different areas of the Gorky reservoir was conducted based on the results of 2023. A positive correlation has been established between the mercury content in fish muscles and their body weight.

*Keywords:* mercury, fish, Gorky reservoir, mercury concentration, body weight, dependence.