

УДК: 619+574.3

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2021.4.103

СОВРЕМЕННЫЙ ИХТИОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ВОЛХОВСКОЙ ГУБЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

Романов А.Ю.1 – аспирант, Аршаница Н.М.1 – к.б.н., ведущий научный сотрудник, Стекольников А.А.2 – к.б.н., Гребцов М.Р.1

1 Санкт-Петербургский филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» ("ГосНИОРХ" им. Л.С. Берга), 2 ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», ул. Черниговская 5, Санкт-Петербург, 196084, Россия.

Ключевые слова: Волховская губа, лето, рыба, вода, донные отложения, токсикозы, токсичность

Key words: Volkhovskaya Bay, summer, fish, water, bottom sediments, toxicosis, toxicity



РЕФЕРАТ

В статье рассматривается вопрос современного эколого-токсикологического состояния Волховской губы Ладожского озера — одной из наиболее загрязненных акваторий водоема, имеющей важное рыбохозяйственное значение и оказывающей существенное влияние на качество воды р. Невы в зимний период. Биологические и химико-аналитические исследования, проведенные летом этого 2021 года — через семь лет после последних аналогичных исследований. Исследовались рыбы, как индикаторы качества вод и среды их обитания с пятибалльной оценкой их состояния. Биотестирование проб воды и элютриатов донных отложений проводили по общепринятой методике в остром и хроническом экспериментах (ФР.1.39.2007.03222). Химико-аналитическое исследование, проб воды, донных отложений, атмосферных осадков и рыб проводили в исследовательской лаборатории продуктов питания и объектов окружающей среды «АНАЛЭКТ» (аттестат аккредитации Росе Ru.001 МН 38) института токсикологии Минздрава Российской Федерации. Биологические и химико-аналитические исследования, проведенные летом этого года, показали массовые поражения рыб токсикозом, протекающим хронически. Исследование воды и донных отложений не выявили выраженных отклонений от нормы, что связано с гидрологическими особенностями этой акватории — характером донных отложений и наличием течений, что способствует выносу загрязняющих веществ за пределы губы в озеро. Рыбы оказались наиболее информативными индикаторами качества среды их обитания. Исследование различных видов рыб, отловленных на данных акваториях, показало их массовое поражение токсикозом, который, независимо от вида, протекает хронически в основном с легкими и средними по тяжести повреждениями в жаберной ткани и паренхиматозных органах. Показано, что поражение рыб более выражено на акваториях, тяготеющих к источникам загрязнения — устьем р. Волхов и стоком Сяського ЦБК. Оценивая экологотоксикологическое состояние Волховской губы в настоящее время по сравнению с результатами прошлых исследований, следует отметить что существенных изменений за указанный период не произошло и Волховская губа по-прежнему остается загрязняемой акваторией.

ВВЕДЕНИЕ

Ладожское озеро, расположенное в густонаселенном регионе с развитой промышленностью и сельским хозяйством, давно испытывает выраженное антропогенное воздействие и со второй половины XX века начало сказываться на его эколого-токсикологическом состоянии. Комплексные исследования, проведенные сотрудниками лаборатории экологической токсикологии ГосНИОРХ в восьмидесятых годах прошлого столетия в системе водоемов: оз.Ильмень-р.Волхов-оз.Ладожское-р.Нева и Невская губа, показали четко выраженное воздействие загрязняющих веществ на водные организмы и прежде всего на рыб и их кормовую базу. Было показано, что нижний участок реки Волхов является наиболее загрязненным во всей системе водоемов, а Волховская губа озера, как приемник загрязненных вод реки и стоков Сясьского ЦБК, оказалась наиболее загрязненной акваторией, где сложились неблагоприятные для рыбного хозяйства условия, связанные с влиянием антропогенных факторов, что отрицательно сказалось на всех звеньях экосистемы этой акватории. Поступление загрязняющих веществ и биогенов привело к тому, что она перешла в мезотрофный статус и сопровождалось изменениями биоты, включая ихтиофауну. Произошла перестройка ихтиофауны – стали доминировать виды с коротким жизненным циклом и инкубационным периодом и устойчивые к абиотическому воздействию. Существенно отодвинулась граница обитания сига и лосося, резко изменились их запасы [1].

Наряду с воздействием на ихтиофауну, влияние загрязняющих веществ привело к снижению активности процессов самоочищения, развитию процессов эвтрофикации, изменению качественного и количественного состава всех групп водных организмов, особенно представителей зоопланктона и зообентоса, составляющих кормовую базу рыб. Эти последствия четко сказались на завершающем звене трофических цепей в водоеме — рыбах, которые аккумулируют в себе изменения в среде обитания

на всех этапах своего развития. У рыб отмечено массовое проявление клинических, патологоанатомических, патоморфологических признаков токсикоза и нарушение процесса воспроизводства рыб [2].

Спад в промышленности и сельском хозяйстве, произошедший в 90-е годы прошлого столетия, положительно сказался на эколого-токсикологическом состоянии многих водоемов и в том числе Ладожского озера [3]. Однако, это по-разному сказалось на некоторых акваториях озера. Так, состояние Волховской губы не претерпело существенных улучшений, в связи с тем, что ряд промышленных предприятий бассейна р.Волхов — городов Великого Новгорода, Волхова, Сясьстроя продолжали работать, а гиганты нефтехимии в Киришах (Киришинефтесинтезгаз и Киришская ГРЭС) нарастили свои мощности. Это показали комплексные исследования на реке, проведенные в 2011-2014 гг. с использованием биологических и химико-аналитических методов контроля качества вод [4]

Результаты проведенных исследований выявили массовое поражение рыб токсикозом, особенно в нижнем течении реки и нарушение естественного воспроизводства рыб, наличие металлов в воде, донных отложениях и атмосферных осадках. Было показано, что река Волхов является важным источником выноса загрязняющих веществ в Ладожское озеро [5].

Дальнейшие исследования в Волховской губе были проведены уже в новом столетии и были связаны с оценкой состояния рыб и среды их обитания, которые показали, что Волховская губа остается загрязняемой акваторией и это прослеживается во все сезоны года по биологическим и химико-аналитическим критериям качества вод. [6]

Биоиндикация на рыбах с использованием метода патологоанатомического исследования показала их массовое поражение токсикозом, протекающим хронически. Исследование личинок рыб также показало их массовое поражение токсико-

зом с последующей гибелью — нарушение естественного воспроизводства рыб. Загрязнение акватории отмечено и по такому показателю как биотестирование проб воды и донных отложений. Наиболее неблагоприятные периоды отмечены весенние месяцы.

Исследование воды, донных отложений и мышечной ткани рыб на содержание металлов выявило их наличие, иногда с превышением допустимых нормативов по отдельным из них. В мышечной ткани рыб было отмечено содержание ртути, иногда незначительно превышающее ДОК (допустимое остаточное количество). Источником загрязнения Волховской губы являются загрязненные воды р. Волхов и сточные воды Сяського ЦБК, а также поступление токсических веществ аэрогенным путем [7,8].

Последнее патологоанатомическое исследование рыб на р. Волхов, как индикаторных организмов качества вод, показало их массовое поражение токсикозом, что указывает на довольно высокий уровень загрязнения водоема, особенно на нижнем участке реки. Содержание металлов в воде оказалось довольно высоким по ряду из них (медь, аммоний, марганец, свинец), чего ранее не наблюдалось. Результаты исследования показали, что улучшения эколого-токсикологического состояния реки за последние годы не произошло, и она по-прежнему является источником выноса загрязняющих веществ в Ладожское озеро [9].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Биологические и химико-аналитические исследования в Волховской губе Ладожского озера проведены летом 2021 года. Исследовались рыбы как индикаторы качества вод и среды их обитания с пятибалльной оценкой их состояния:

1 балл — не выявляется патологоанатомических изменений, реакции рыб этой группы на загрязнение, в основном этологические;

2 балла — наблюдаются легкие, обратимые повреждения, не угрожающие им гибелью;

3 балла — наблюдаются повреждения сред-

ней степени тяжести, гибель возможна при нарушении гидрохимического режима (O_2 , pH и др.);

4 балла — серьезные повреждения рыб, угрожающие им гибелью, особенно в зимний период и при действии стресс-факторов;

5 баллов — наблюдаются признаки предсмертного состояния рыб с последующей гибелью рыб. Нарушена координация движений и гидростатическое равновесие [10].

Биотестирование проб воды и элюатов донных отложений проводили по общепринятой методике в остром и хроническом экспериментах (ФР.1.39.2007.03222). Химико-аналитическое исследование, проб воды, донных отложений, атмосферных осадков и рыб проводили в исследовательской лаборатории продуктов питания и объектов окружающей среды «АНАЛЭКТ» (аттестат аккредитации Росе.Ru.001.МН.38) института токсикологии Минздрава Российской Федерации.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты патологоанатомического исследования рыб разных видов на акватории Волховской губы Ладожского озера и за ее пределами представленные в таблице, показывают их массовое поражение токсикозом, протекающим хронически

в основном с повреждениями, носящими легкий и средний характер. Проявление патологического процесса отмечено в жаберной ткани, паренхиматозных органах, кишечнике и головном мозге. Из таблицы видно, что на контрольной акватории процент поражения рыб несколько ниже, а выраженность патологоанатомического процесса слабее (акватория 5). В то же время на акваториях, тяготеющих к источникам загрязнения (акватория №1 и 3), процент поражения рыб несколько выше и преобладают особи с повреждениями средней степени тяжести и имеющие более высокий уровень поражения. Патологические процессы проявления токсикоза у рыб в основном связаны с нарушением гемодинамики, реге с процессами перерождения, и более четко

выражены у рыб старших возрастных групп. Внешне у рыб отмечалось изменение окраски наружных покровов тела и нарушение целостности мягких тканей плавников. В жабрах наблюдалось значительное ослизнение, изменение окраски, особенно её неравномерность, отечность, локальные очаги поверхностного некроза, слабовыраженная дисконкомплексация.

Для печени были характерны гиперемия, общая или локальная, реже анемия, кровоизлияния, очаги перерождения с вовлечением в процесс желчного пузыря. Отмечено перенаполнение кровью селезенки, а также отечность. Почка увеличе-

на, полнокровна, слизистая кишечника локально отечна, локально гиперемирована. У рыб с тяжелыми повреждениями отмечали общую анемию, выраженность процесса в жаберной ткани, перерождение печени, снижение упитанности. Сопоставляя результаты полученных данных с результатами аналогичных исследований прошлых лет, следует отметить их идентичность и несколько меньшую их выраженность [11,6]. Биотестирование проб воды и донных отложений, отобранных в Волховской губе, показало низкий уровень их токсичности и только на некоторых станциях их отбора. Это

Таблица 1
Результаты патологоанатомического исследования рыб Волховской губы Ладожского озера (лето 2021 г.)

Акватория вылова рыб №	Виды рыб	Количество исследованных рыб	Оценка состояния рыб		
			Доля поражения токсикозом %	Степень выраженности токсикоза в баллах	Количество экземпляров
1. 5 км от устья р.Волхов	Лещ	10	60	2-3-4,0	2-2,0;3-3,0;1-4,0
	Судак	10	60	2-3,0	2-2,0;4-3,0
	Плотва	20	70	2-3-4,0	4-2,0;8-3,0;2-4,0
	Окунь	20	50	2-3,0	4-2,0;6-3,0
2. 15 км от устья р.Волхов	Лещ	10	60	2-3-4,0	2-3,0;3-3,0;1-4,0
	Судак	10	50	2-3,0	2-2,0;3-3,0
	Плотва	20	40	2-3,0	4-2,0;4-3,0
	Окунь	20	50	2-3,0	5-2,0;5-3,0
	Чехонь	10	40	2-3,0	3-2,0;1-3,0
3. Район сток-ков Сясьского ЦБК	Лещ	20	70	2-3-4,0	2,0-2;3,0-10;4,0-2
	Ерш	20	70	2-3-4,0	2,0-2;3,0-10;4,0-2
	Плотва	10	60	2-3-4,0	2,0-1;3,0-10;4,0-1
	Окунь	10	50	2-3,0	2,0-2;3,0-3
4. Район д.Вороново	Лещ	10	60	2-3,0	2-3,0;4-3,0
	Судак	10	50	2-3,0	2-2,0;3-3,0
	Плотва	10	50	2-3,0	2-2,0;3-3,0
	Окунь	10	40	2-3,0	3-2,0;1-3,0
5. Контрольная Акватория за пределами Волховской губы	Судак	10	40	2-3,0	2,0-2;3,0-2
	Ерш	10	60	2-3,0	2,0-2;3,0-4
	Корюшка	10	30	2-3,0	2,0-2;3,0-1

выявлено на акваториях №1,3,4 и было связано со слабо выраженным воздействием на процесс воспроизводства дафний — плодовитости.

Исследование проб воды на содержание металлов показало их наличие и незначительное превышение рыбохозяйственных ПДК по меди, марганцу и железу, хотя весной этого года содержание металлов в нижнем течении р. Волхов было довольно высоким и превышало ПДК по меди до 44, аммоний до 25, железу до 16, марганцу до 12, цинку до 9 и свинцу до 6 раз [9].

Низкое содержание металлов в воде и донных отложениях Волховской губы объясняется гидрологической особенностью данной акватории (наличием течений, характером донных отложений и мелководностью) — выносом загрязняющих веществ за пределы губы и низкой способностью песка накапливать загрязняющие вещества [12]. Анализируя полученные результаты, можно отметить, что наиболее надежным показателем оценки эколого-токсикологического состояния Волховской губы оказались рыбы, организмы, постоянно обитающие на исследованной акватории. Это отмечено специалистами и в настоящее время — рыбы являются общепринятыми индикаторами качества вод при их загрязнении [13,14,15,16,17 и др.]. Показано что рыбы выступают как показатели интегральной информации об эколого-токсикологическом состоянии водной среды и в этом отношении имеют преимущество по сравнению с другими группами водных организмов. Рыбы обладают длительным жизненным циклом и благодаря этому способны накапливать патологическую информацию об антропогенном влиянии на водные экосистемы, которые проявляются на уровне особи (организма) популяции и ихтиоценоза, а также в период раннего онтогенеза, что было отмечено на этой акватории [6]. Влияние загрязняющих веществ особенно отрицательно сказалось на численности сига, как наиболее чувствительного вида к различным типам загрязняющих веществ. Если в до-

военный период его улов достигал 800т. в год и по мере загрязнения озера снизился до 15 т. в 2020 году.

ВЫВОДЫ

Обобщая результаты проведенных исследований, следует отметить, что Волховская губа Ладожского озера и в настоящее время является загрязняемой акваторией с разным уровнем загрязнения ее участков, которые тяготеют к источникам загрязнения — устью р. Волхов и стокам Сяського ЦБК. Воздействие загрязняющих веществ наиболее выражено сказалось на патологоанатомическом состоянии рыб — общепринятых в настоящее время интегральных информаторах эколого-токсикологического состояния водной среды, и резком снижении запасов и уловов ценных видов рыб, особенно сига. Другие методы контроля качества воды (биотестирование и анализ воды на металлы) оказались менее информативны, что связано с гидрологической особенностью Волховской губы.

Ecological and toxicological state of the volkhov bay of ladoga lake. A.Yu. Romanov1 - Ph.D student, N. M. Arshanitsa1 – candidate of biological science, leading researcher A.A. Stekolnikov2 - candidate of biological science, M.R. Grebtsov1.

1 Saint Petersburg branch of the VNIRO (“GosNIORKH” named after L.S. Berg”)

2 Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine

ABSTRACT

The article deals with the issue of the ecological and toxicological state of the Volkhov Bay of Ladoga Lake — one of the most polluted water areas of the reservoir, which is of important fisheries importance and has a significant impact on the water quality of the Neva River in winter. Biological and chemical-analytical studies conducted in the summer of this year showed mass lesions of fish with chronic toxicosis. The study of water and bottom sediments did not reveal pronounced deposits from the norm, which is associated with the hydrological features of this water area — the nature of bottom sediments and the presence of currents, which contributes to the removal of pollutants outside the lip into the lake. Fish

turned out to be the most informative indicators of the quality of their habitat. The study of various fish species caught in these waters showed that their toxicosis, regardless of the type, is of a massive nature, proceeds chronically, mainly with mild and moderate injuries in the gill tissue and parenchymal organs. It is shown that the lesion of fish is associated with and more pronounced in the water areas gravitating to the sources of pollution — the mouth of the river Volkhov and the stock of the Syasky Central Bank. Assessing the ecological and toxicological state of the Volkhov Bay at the present time in comparison with the results of past studies, some improvement should be noted.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудерский Л.А. Состояние рыбных запасов Ладожского озера. Ладожскому озеру — надежную защиту: сб. науч. тр./ Институт озераедения РАН-СПБ, 2009 — с. 78-85
2. Федорова Г.В., Аршаница Н.М. Действие антропогенных факторов на разные звенья экосистемы бассейна Ладожского озера. Сборник научных трудов ГосНИОРХ в. 285, Л. 1998 — с.3-11
3. Румянцев В.А., Драбкова В.Г. Формирование качества воды Ладожского озера в современных условиях как основа его природных ресурсов. Сб. НАУЧ. ТР. - СПб; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007-ВЫМ.337.-с.472 — 482.
4. Стекольников А.А. Особенности сезонного эколого-токсикологического состояния реки Волхов. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2014.-№3-с.236-241.
5. Стекольников А.А. К вопросу сезонного состояния рыб реки Волхов. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. - 2013.-№4-с.62-65.
6. Гребцов М.Р. Эколого-токсикологическое состояние Волховской губы Ладожского озера. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии — 2014.-№3-с.229-235.
7. Гребцов М.Р., Стекольников А.А. Эколого-токсикологическая оценка аэрогенного пути загрязнения поверхностных вод. Международный вестник ветеринарии — 2013.-№1-с.447-51.
8. Гребцов М.Р. К вопросу аэрогенного поступления металлов в Волховскую губу Ладожского озера. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии — 2015.-№2-с.374-377.
9. Романов А.Ю., Стекольников А.А., Гребцов М.Р., Гребенников В.Л. Река Волхов как источник загрязнения Ладожского озера. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии — 2021.-№2-с.96-99.
10. Аршаница Н.М., Лесников Л.А. Патоморфологический анализ состояния рыб в полевых и экспериментальных условиях. Методы ихтиотоксикологических исследований. Л.1987 — с.7-9.
11. Гребцов М.Р. Особенности весеннего проявления токсикозов рыб в Волховской губе Ладожского озера. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии — 2014.-№2-с.108-113.
12. Петрова И.В. Уровень загрязнения донных отложений реки Волхов и побережья Ладожского озера, сборник научных трудов ГосНИОРХ, вып.285.Л.1988-с.51-66.
13. Аршаница Н.М. Рыбы как индикаторы качества вод. Материалы всесезонной конференции «Методология экологического нормирования» - Харьков — 1990 — с.31-35.
14. Браун В.М. Рыбы как индикаторы качества вод. Научные основы контроля поверхностных вод по гидробиологическим показателям: монография Л.1997-с.194-208.
15. Кашулин Н.В. Рыбы пресных вод Субарктики как биоиндикаторы техногенного загрязнения. Ан.,1999-142с.
16. Аршаница Н.М., Стекольников А.А., Гребцов М.Р. Ихтиопатология, токсикозы рыб — СПб-Москва-Краснодар,2019-262с.
17. Cash K.J. Assessing and monitoring aquatic ecosystem health approaches using individual, population and community ecosystem measurements/K.J. Cash/ N.O. Nothem River Basins Study Project Report,1995.P-168.