



ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

Научная статья/Research Article

УДК 616:615.91:57.084.1:59.084:616-091.8:574.6

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-90-98

Лариса Александровна Глазунова^{1✉}, Александр Иванович Литвиненко²,
Андрей Анатольевич Бабушкин³, Ольга Александровна Столбова⁴,
Юрий Валерьевич Глазунов⁵, Людмила Ильинична Литвиненко⁶,
Андрей Александрович Никонов⁷, Арина Андреевна Гальцева⁸,
Полина Александровна Зенкович⁹, Ангелина Алексеевна Савченко¹⁰

^{1,2,4,5,6,7,8,9,10}Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

³Тюменский филиал Всероссийский НИИ рыбного хозяйства и океанографии, Тюмень, Россия

¹glazunovala@gausz.ru

²litvinenkoai@gausz.ru

³babushkinaa@gausz.ru

⁴stolbovaoa@gausz.ru

⁵glazunovyv@gausz.ru

⁶litvinenkoli@gausz.ru

⁷nikonovaa@gausz.ru

⁸galtseva.aa@ibvm.gausz.ru

⁹zenkovich.pa@edu.gausz.ru

¹⁰yurchenko.aa.23@zao.gausz.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РОЛИ ХВОЩА *EQUISETUM FLUVIATILE* L. ПРИ АЧИРСКОЙ ВСПЫШКЕ «ГАФФСКОЙ» БОЛЕЗНИ

Цель исследования – изучение роли хвоща топяного, или речного, *Equisetum fluviatile* L. при ачирской вспышке «гаффской болезни». Исследование выполнено в период с 2021 по 2022 г. в ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья. Отбор гидробиотических проб проводился на водоемах, в прибрежной зоне, в т. ч. в местах произрастания хвоща, и на сплавинной растительности. Пробы отбирали на 12 станциях (по 6 станций на озерах Ишменевское и Андреевское), расположение точек отбора проб водной и прибрежно-водной растительности было единым. Для учета биомассы и численности побегов хвоща было заложено по 10 площадок прямоугольной формы 2 × 5 м, площадь одной составляла 10 м². На каждой площадке производили выборку побегов хвоща на учетной площади, определяли численность побегов, их высоту и сырой вес укоса. На озере Андреевское Тобольского района средняя удельная численность побегов хвоща составила 20 экз/м² при удельной биомассе (сыром весе) 74,75 г/м². На озере Ишменевское Тобольского района средняя удельная численность побегов хвоща составила 23 экз/м² при удельной биомассе (сыром весе) 160,75 г/м². При скормливании белым мышам рыбы, содержащейся с детритом хвоща речного, отмечали клинические признаки, схожие с признаками «гаффской» болезни: пугливость, снижение двигательной активности, гнойный одно- или двухсторонний конъюнктивит, поза «треугольника» и поза «лягушки». Смертность у мышей при биологической пробе соста-

© Глазунова Л.А., Литвиненко А.И., Бабушкин А.А., Столбова О.А., Глазунов Ю.В., Литвиненко Л.И., Никонов А.А., Гальцева А.А., Зенкович П.А., Савченко А.А., 2024

Вестник КрасГАУ. 2024. № 3. С. 90–98.

Bulliten KrasSAU. 2024;(3):90–98.

вила 60 %. Кроме схожих с «гаффской» болезнью клинических признаков отмечена иктеричность кожи ушных раковин, дистальных отделов конечностей, хвоста и выделение ярко-желтой мочи, что нехарактерно для «гаффской» болезни. Учитывая низкую биомассу хвоща речного в неблагоприятных озерах Андреевское и Ишменевское и наличие иктеричности у подопытных животных, можно утверждать, что хвощ речной не является основной причиной, провоцирующей образование токсина в организме рыб.

Ключевые слова: алиментарно-токсическая пароксизмальная миоглобинурия, «гаффская» болезнь, хвощ речной, *Equisetum fluviatile* L., ачирская вспышка

Для цитирования: Экспериментальное изучение роли хвоща *Equisetum fluviatile* L. при ачирской вспышке «гаффской» болезни / Л.А. Глазунова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 3. С. 90–98. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-90-98.

Благодарности: работа выполнена в период с 2021 по 2022 г. в ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья при реализации государственного контракта № 002-1/21ЭК от 27.09.2021.

Larisa Aleksandrovna Glazunova^{1✉}, Alexander Ivanovich Litvinenko²,
Andrey Anatolyevich Babushkin³, Olga Alexandrovna Stolbova⁴,
Yuri Valerievich Glazunov⁵, Lyudmila Ilyinichna Litvinenko⁶,
Andrey Alexandrovich Nikonov⁷, Arina Andreevna Galtseva⁸,
Polina Aleksandrovna Zenkovich⁹, Angelina Alekseevna Savchenko¹⁰

^{1,2,4,5,6,7,8,9,10}State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia

³Tyumen branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, Tyumen, Russia

¹glazunovala@gausz.ru

²litvinenkoai@gausz.ru

³babushkinaa@gausz.ru

⁴stolbovaoa@gausz.ru

⁵glazunovyv@gausz.ru

⁶litvinenkoli@gausz.ru

⁷nikonovaa@gausz.ru

⁸galtseva.aa@ibvm.gausz.ru

⁹zenkovich.pa@edu.gausz.ru

¹⁰yurchenko.aa.23@zao.gausz.ru

EXPERIMENTAL STUDY OF THE ROLE OF HORSETAIL *EQUISETUM FLUVIATILE* L. IN THE ACHIRA OUTBREAK OF GAFFA DISEASE

The purpose of research is to study the role of the marsh horsetail, or river horsetail, *Equisetum fluviatile* L. in the Achira outbreak Gaffa disease. The study was carried out in the period from 2021 to 2022 at the State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Northern Trans-Urals. Hydrobotanical sampling was carried out in water bodies, in the coastal zone, including in places where horsetail grows and on rafting vegetation. Samples were taken at 12 stations (6 stations each on lakes Ishmenevskoye and Andreevskoye), the location of sampling points for aquatic and coastal aquatic vegetation was the same. To take into account the biomass and number of horsetail shoots, 10 rectangular plots of 2 × 5 m were laid out, the area of one was 10 m². At each site, a sample of horsetail shoots was taken from the survey area, the number of shoots, their height and the wet weight of the cutting were determined. On Lake Andreevskoye, Tobolsk District, the average specific number of horsetail shoots was 20 individuals/m² with a specific biomass (wet weight) of 74.75 g/m². On Lake Ishmenevskoye, Tobolsk District, the average specific number of horsetail shoots was 23 individuals/m² with a specific biomass (wet weight) of 160.75 g/m². When white mice were fed fish containing horsetail detritus, clinical signs similar to those of the Gaffa disease were noted: fearfulness, decreased motor activity, purulent one- or two-sided conjunctivitis, the “triangle” position and the “frog” position. The mortality rate in mice during the biological test was 60 %. In addition to clinical signs similar to the Gaffa disease, icterus of the skin of the ears, distal limbs, tail and the release of bright yellow urine were noted, which is not typical for the Gaffa disease. Considering the low biomass of horsetail in the disadvantaged lakes Andreevskoye and Ishmenevskoye

and the presence of icterus in experimental animals, it can be argued that horsetail is not the main reason provoking the formation of toxin in the body of fish.

Keywords: nutritional-toxic paroxysmal myoglobinuria, Gaffa disease, horsetail, *Equisetum fluviatile* L., Achira outbreak

For citation: Experimental study of the role of horsetail *Equisetum fluviatile* L. in the Achira outbreak of Gaffa disease / L.A. Glazunova [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2024;(3): 90–98 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-90-98.

Acknowledgments: the work was carried out in the period from 2021 to 2022 at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education State Agrarian University of the Northern Trans-Urals during the implementation of state contract № 002-1/21EK dated September 27, 2021.

Введение. «Гаффская» болезнь, или алиментарно-токсическая пароксизмальная миоглобинурия, – это пищевой токсикоз, который характеризуется рабдомиолизом и дегенеративными изменениями в почках людей и животных, употребивших рыбу или ракообразных, обитающих в неблагополучном водоеме [1, 2]. Зачастую клинические признаки, которые проявляются сильными приступообразными мышечными болями, задержкой мочеиспускания и изменением цвета мочи вплоть до красно-коричневого цвета, проявляются через 12–48 ч [3–5]. При наличии осложнений существует вероятность летального исхода [6]. Так, за всю историю болезни, которая впервые была выявлена в 1924 г., летальность составила около 2 %. Менее чем за столетие «гаффская» болезнь была зарегистрирована 31 раз с числом пострадавших более трех тысяч человек [7–9].

Несмотря на практически вековую историю болезни, до сих пор не удалось определить ее этиологию. Практически каждая вспышка детально изучалась учеными, в результате было выдвинуто множество теорий возникновения «гаффской» болезни, большинство из которых прошли экспериментальные исследования, но так и не были подтверждены [10, 11]. Среди предположений ученых: влияние отходов целлюлозного производства, цветение воды, отравление спорыньей, токсины жабрея и хвоща речного, отравление палитоксином [12–18].

Источником токсина, вызывающего «гаффскую» болезнь в предыдущей вспышке, зарегистрированной в Тюменской области, являлся хвощ речной, что было доказано при биологических пробах и подтверждено патоморфологическими и патогистологическими исследованиями [12, 14]. В настоящее время неблагополучными являются четыре озера, расположенные в Ачирском сельском поселении Тобольского района Тюменской области – Андреевское, Ишменевское, Иземетское и Эйхлыкуль.

При обследовании озер Андреевское и Ишменевское Тобольского района Тюменской области был обнаружен ряд растений, обладающих ядовитыми свойствами, среди которых хвощ топяной, или речной. Учитывая значение хвоща в возникновении вспышки «гаффской» болезни на озерах Тарманской группы, данное исследование является актуальным.

Цель исследования – изучение роли хвоща топяного, или речного, *Equisetum fluviatile* L. при ачирской вспышке «гаффской» болезни.

Методы и объекты. Исследование выполнено в период с 2021 по 2022 г. в ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья. Отбор гидробиотических проб проводился на водоемах, в прибрежной зоне, в т. ч. в местах произрастания хвоща и на сплавинной растительности. Пробы отбирали на 12 станциях (по 6 станций на озерах Ишменевское и Андреевское), расположение точек отбора проб водной и прибрежно-водной растительности было единым. Для учета биомассы и численности побегов хвоща было заложено по 10 площадок прямоугольной формы 2 × 5 м, площадь одной составляла 10 м². На каждой площадке производили выборку побегов хвоща на учетной площади, определяли численность побегов, их высоту и сырой вес укоса.

Изучение токсичности хвоща речного проводили, используя схему опытов, представленную на рисунке 1.

Для проведения биологической пробы на карасе серебряном (*Carassius gibelio*) использовали детрит хвоща, отобранного в весенне-летний период, готовили его в соответствии с методическими рекомендациями. Для получения навесок для кормления мышей в биологической пробе использовали мышечную ткань и внутренние органы. Для биологической пробы использовали по пять самцов белых мышей (нелинейных) весом 20–25 г, располагая их индивидуально в клетке [2].



Рис. 1. Схема эксперимента по изучению роли хвоща речного в возникновении «гаффской» болезни

Результаты и их обсуждение. Гидрботанический состав озер Андреевское и Ишменевское имеет некоторые качественные и количественные отличия. Среди ядовитых водных и прибрежно-водных растений общими для обоих озер являются три вида: хвощ топяной, или речной – *Equisetum fluviatile* L., вех ядовитый – *Cicuta virosa* L. и белокрыльник болотный – *Calla palustris* L.

При гидрботаническом обследовании неблагополучных по «гаффской» болезни водоемов установлено, что хвощ топяной на озере Андреевское не образует обособленных обширных зарослей. Средняя удельная численность побегов хвоща составила 20 экз/м², средняя высота побегов – 0,68 м, максимальная высота побегов – до 1,0 м. Удельная биомасса (сырой вес) – 74,75 г/м². Хвощ на оз. Андреевское не образует моновидовых плотных зарослей, а встречается в виде отдельных побегов в сообществах болотной растительности. Для сравнения, средняя удельная сырая масса хвощевых группировок на Тарманских озерах Тюменского района Тюменской области (где в период с 2000 по 2002 г. фиксировалась вспышка «гаффской» болезни) составляла 4 230,0 г/м², что в 1,5 раза превышало аналогичный показатель для водоемов подтайги Тюменской области [12].

На озере Ишменевское хвощ топяной встречается на большей части побережья (западного, северного и северо-восточного). Средняя удельная численность побегов хвоща составила 23 экз/м², средняя высота побегов – 0,9 м, максимальная высота побегов – до 1,3 м. Удельная биомасса (сырой вес) – 160,75 г/м². Данные показатели являются более высокими, чем на оз. Андреевское, но все равно остаются низкими по сравнению с аналогичными средними показателями на Тарманских озерах и водоемах подтайги Тюменской области.

Классическая биологическая проба, основанная на методике по определению токсических веществ, вызывающих «гаффскую» болезнь в рыбе, при положительном результате характеризуется следующими клиническими признаками у лабораторных животных: неряшливый внешний вид, взъерошенность волосяного покрова, прыгающая походка, а также поза «треугольника» и «лягушки». Характерные позы, которые животные принимают в течение болезни, вызваны параличом тазовых конечностей и проявляются обычно за несколько суток до гибели животного. Дополнительными исследованиями выявлено, что более, чем у 80 % животных в эксперименте наблюдали конъюнктивит и блефароптоз [1, 3, 12, 19, 20].

При использовании в биологической пробе внутренних органов рыбы, которая приобрела токсичность хвоща речного, первые признаки в

виде взъерошенности, конъюнктивита и неряшливого внешнего вида были замечены на седьмой день после начала опыта (рис. 2, 3).



Рис. 2. Взъерошенность волосяного покрова у подопытного животного в эксперименте



Рис. 3. Проявление гнойного конъюнктивита у животного при использовании в эксперименте хвоща речного

Отмечено, что взъерошенность волосяного покрова и неряшливый вид наблюдали у всех животных опытных групп. Данный клинический признак является первым, схожим с таковыми при «гаффской» болезни. Начиная с девятого дня, у животных опытной группы началось бурное развитие клинической картины. В частности животные стали более пугливы, снизилась их двигательная активность. Часть животных начала принимать позу «треугольника», которая является одним из основных признаков «гаффской» болезни.

Первое опытное животное погибло на девятый день эксперимента. Всего за весь период опыта зафиксирована гибель трех животных. Отмечено, что все павшие животные за несколько часов до гибели принимали позу «лягушки».

Кроме схожих с «гаффской» болезнью клинических признаков отмечена иктеричность кожных покровов, которая ярко выражалась в желтушном оттенке кожи ушей, дистальных отделов конечностей и хвоста (рис. 4). Также у части животных наблюдалось выделение ярко-желтой мочи.



Рис. 4. Иктеричность кожи ушных раковин, дистальных отделов конечностей и хвоста у лабораторного животного, употреблявшего рыбу после биологической пробы с детритом хвоща

Модель проведенных экспериментов максимально приближена к естественным условиям. Клиническая картина, полученная в процессе биологической пробы на лабораторных животных, схожа с клиническими проявлениями «гаффской» болезни. В то же время отмечена иктеричность, которая является несвойственным симптомом. Учитывая низкую биомассу хвоща речного в неблагополучных озерах Андреевское и Ишменевское, нет уверенности, что лишь он является причиной возникновения «гаффской» болезни. Существует высокая вероятность комплексного воздействия факторов, провоцирующих образование токсина в организме рыб [21].

Заключение. Установлено, что на озере Андреевское средняя удельная численность побегов хвоща составила 20 экз/м² при удельной биомассе (сыром весе) – 74,75 г/м². На озере Ишменевское средняя удельная численность побегов хвоща составила 23 экз/м², при удельной биомассе (сыром весе) – 160,75 г/м². При скармливании рыбы, содержащейся с детритом хвоща речного, в течение 15 сут белым мышам отмечали у них клинические признаки, схожие с признаками «гаффской» болезни: пугливость, снижение двигательной активности, гнойный одно- или двухсторонний конъюнктивит, поза «треугольника» и поза «лягушки». Смертность у мышей при биологической пробе составила 60 %. Кроме схожих с «гаффской» болезнью клинических признаков отмечена иктеричность кожи ушных раковин, дистальных отделов конечностей, хвоста и выделение ярко-желтой мочи, что нехарактерно для «гаффской» болезни. Учитывая низкую биомассу хвоща речного в неблагополучных озерах Андреевское и Ишменевское и наличие иктеричности у подопытных животных, можно утверждать, что хвощ речной не является основной причиной, провоцирующей образование токсина в организме рыб.

Список источников

1. Алиментарно-токсическая пароксизмальная миоглобинурия (АТПМ) / под ред. Г.С. Сивкова; Тюменская гос. с.-х. академия. Тюмень, 2004. 58 с.
2. Рекомендации по диагностике и профилактике «гаффской» болезни / Л.А. Глазунова [и др.]. Тюмень, 2022.
3. Клиническое проявление гаффской болезни у лабораторных животных / Л.А. Глазунова [и др.] // Ветеринария. 2022. № 11. С. 55–60.
4. Особенности течения и исходов Гаффской болезни на территории Тюменской области / Д.И. Лебедева [и др.] // Здоровоохранение Российской Федерации. 2023. Т. 67, № 2. С. 149–155.
5. Haff disease associated with consumption of buffalofish (*Ictiobus* spp.) in the United States, 2010–2020, with confirmation of the causative species / J.R. Deeds [et al.] // *Clinical Toxicology*. 2022. Т. 60, № 10. P. 1087–1093.
6. Санитарно-гигиеническое состояние водоемов, выловленная рыба из которых содержала токсин, вызывающий «гаффскую болезнь» / Ю.И. Распопова [и др.] // *Медицинская наука и образование Урала*. 2022. Т. 23, № 2 (110). С. 107–111.
7. Сивков Г.С., Сергушин А.В. Нозография алиментарно-токсической пароксизмальной миоглобинурии // *Ветеринарная патология*. 2006. № 3 (18). С. 109–117.
8. Rhabdomyolysis following fish consumption: a contained outbreak of Haff Disease in São Paulo / L.K.R. Almeida [et al.] // *Brazilian Journal of Infectious Diseases*. 2019. Т. 23. P. 278–280.
9. Spread of alimentary-toxic paroxysmal myoglobinuria-haff disease (literature review) / L.A. Glazunova [et al.] // *E3S Web of Conferences*. Сер. "International Scientific and Practical Conference "Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations", FARBA 2021" 2021. 09002.
10. Гальцева А.А., Глазунова Л.А. К вопросу об этиологии «гаффской» болезни (обзор литературы) // *Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе: сб. тр. LVI Студ. науч.-практ. конф., Тюмень, 12 октября 2021 г. Ч. 2* / Гос. аграр. ун-т Северного Зауралья. Тюмень, 2021. С. 23–29.
11. Калинин Е.П., Глазунова Л.А. К вопросу о методике подготовки образцов тканей представителей ихтиофауны для токсико-

- логических исследований «гаффской болезни» // Медицинская наука и образование Урала. 2021. Т. 22, № 4 (108). С. 41.
12. Размашкин Д.А., Бурундукова Т.С. Условия возникновения и этиология вспышки алиментарно-токсической пароксизмальной миоглобинурии в Тюменской области и влияние фитотоксинов на биоценоз неблагоприятного района // Вестник КГУ. 2006. № 4. С. 54–57.
 13. Гальцева А.А. О гипотезах патогенеза «гаффской» болезни // Интеграция науки и образования в аграрных вузах для обеспечения продовольственной безопасности России: сб. тр. нац. науч.-практ. конф. Тюмень, 2022. С. 18–24.
 14. О вспышке алиментарно-токсической пароксизмальной миоглобинурии в Тюменской области / Д.А. Размашкин [и др.] // Проблемы паразитологии и токсикологии при рыбохозяйственной эксплуатации водоемов: сб. науч. тр. Тюмень, 2004. С. 25–63.
 15. К этиологии вспышки гаффской болезни на озере Котокель / Л.Н. Шантанова [и др.] // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2010. № 3 (73). С. 298–301.
 16. Haff Disease in Salvador, Brazil, 2016–2021: Attack rate and detection of toxin in fish samples collected during outbreaks and disease surveillance / C.W. Cardoso [et al.] // The Lancet Regional Health – Americas (2021). DOI: 10.1016/j.lana.2021.100092.
 17. Ionophore toxin maduramicin produces haff disease-like rhabdomyolysis in a mouse model / X. Gao [et al.] // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020. Т. 17, № 21. P. 7882.
 18. The emergence, epidemiology, and etiology of Haff disease / P.E.I. Pei [et al.] // Biomedical and Environmental Sciences. 2019. Т. 32, № 10. P. 769–778.
 19. Глазунова Л.А., Мусина А.Р. Особенности клинического проявления гаффской болезни (обзор литературы) // АПК: инновационные технологии. 2021. № 3. С. 6–13.
 20. Особенности биологической пробы при вспышке гаффской болезни в Тюменской области (2019–2021 гг.) / Л.А. Глазунова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 4 (181). С. 111–119.
 21. Эколого-гигиенические факторы развития Гаффской болезни в Тюменской области / Е.В. Кручинин [и др.] // Уральский медицинский журнал. 2019. № 13 (181). С. 118–122.

References

1. Alimentarno-toksicheskaya paroksizmal'naya mioglobinuriya (ATPM) / pod red. G.S. Sivkova; Tyumenskaya gos. s.-h. akademiya. Tyumen', 2004. 58 s.
2. Rekomendacii po diagnostike i profilaktike «gaffskoj» bolezni / L.A. Glazunova [i dr.]. Tyumen', 2022.
3. Klinicheskoe proyavlenie gaffskoj bolezni u laboratornyh zhivotnyh / L.A. Glazunova [i dr.] // Veterinariya. 2022. № 11. S. 55–60.
4. Osobennosti techeniya i ishodov Gaffskoj bolezni na territorii Tyumenskoj oblasti / D.I. Lebedeva [i dr.] // Zdravooхранение Rossijskoj Federacii. 2023. Т. 67, № 2. S. 149–155.
5. Haff disease associated with consumption of buffalofish (*Ictiobus* spp.) in the United States, 2010-2020, with confirmation of the causative species / J.R. Deeds [et al.] // Clinical Toxicology. 2022. Т. 60, № 10. P. 1087–1093.
6. Sanitarno-gigienicheskoe sostoyanie vodoev, vylovlennaya ryba iz kotoryh sodержala toksin, vyzyvayuschij «gaffskuyu bolezni» / Yu.I. Raspopova [i dr.] // Medicinskaya nauka i obrazovanie Urala. 2022. Т. 23, № 2 (110). S. 107–111.
7. Sivkov G.S., Sergushin A.V. Nozografiya alimentarno-toksicheskoy paroksizmal'noj mioglobinurii // Veterinarnaya patologiya. 2006. № 3 (18). S. 109–117.
8. Rhabdomyolysis following fish consumption: a contained outbreak of Haff Disease in São Paulo / L.K.R. Almeida [et al.] // Brazilian Journal of Infectious Diseases. 2019. Т. 23. P. 278–280.
9. Spread of alimentary-toxic paroxysmal myoglobinuria-haff disease (literature review) / L.A. Glazunova [et al.] // E3S Web of Conferences. Ser. "International Scientific and Practical Conference "Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current

- Issues, Achievements and Innovations", FARBA 2021" 2021. 09002.
10. Gal'ceva A.A., Glazunova L.A. K voprosu ob `etiologii «gaffskoj» bolezni (obzor literatury) // Uspehi molodezhnoj nauki v agropromyshlennom komplekse: sb. tr. LVI Stud. nauch.-prakt. konf., Tyumen', 12 oktyabrya / 2021 g. Ch. 2 / Gos. agrar. un-t Severnogo Zaural'ya. Tyumen', 2021. S. 23–29.
 11. Kalinin E.P., Glazunova L.A. K voprosu o metodike podgotovki obrazcov tkanej predstavitelej ihtiofauny dlya toksikologicheskikh isledovanij «gaffskoj bolezni» // Medicinskaya nauka i obrazovanie Urala. 2021. T. 22, № 4 (108). S. 41.
 12. Razmashkin D.A., Burundukova T.S. Usloviya vznikoveniya i `etiologiya vspyshki alimentarno-toksicheskoj paroksizmal'noj mioglobinurii v Tyumenskoj oblasti i vliyanie fitotoksinov na biocenoz neblagopoluchnogo rajona // Vestnik KGU. 2006. № 4. S. 54–57.
 13. Gal'ceva A.A. O gipotezah patogeneza «gaffskoj» bolezni // Integraciya nauki i obrazovaniya v agrarnyh vuzah dlya obespecheniya proizvodstvennoj bezopasnosti Rossii: sb. tr. nac. nauch.-prakt. konf. Tyumen', 2022. S. 18-24.
 14. O vspyshke alimentarno-toksicheskoj paroksizmal'noj mioglobinurii v Tyumenskoj oblasti / D.A. Razmashkin [i dr.] // Problemy parazitologii i toksikologii pri rybohozyajstvennoj `ekspuatacii vodoemov: sb. nauch. tr. Tyumen', 2004. S. 25-63.
 15. K `etiologii vspyshki gaffskoj bolezni na ozere Kotokel' / L.N. Shantanova [i dr.] // Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo centra Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii medicinskih nauk. 2010. № 3 (73). S. 298-301.
 16. Haff Disease in Salvador, Brazil, 2016-2021: Attack rate and detection of toxin in fish samples collected during outbreaks and disease surveillance / C.W. Cardoso [et al.] // The Lancet Regional Health - Americas (2021). DOI: 10.1016/j.lana.2021.100092.
 17. Ionophore toxin maduramicin produces haff disease-like rhabdomyolysis in a mouse model / X. Gao [et al.] // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020. T. 17, № 21. P. 7882.
 18. The emergence, epidemiology, and etiology of Haff disease / P.E.I. Pei [et al.] // Biomedical and Environmental Sciences. 2019. T. 32, № 10. P. 769–778.
 19. Glazunova L.A., Musina A.R. Osobennosti klinicheskogo proyavleniya gaffskoj bolezni (obzor literatury) // APK: innovacionnye tehnologii. 2021. № 3. S. 6–13.
 20. Osobennosti biologicheskoy proby pri vspyshke gaffskoj bolezni v Tyumenskoj oblasti (2019–2021 gg.) / L.A. Glazunova [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2022. № 4 (181). S. 111–119.
 21. `Ekologo-gigienicheskie faktory razvitiya Gaffskoj bolezni v Tyumenskoj oblasti / E.V. Kruchinin [i dr.] // Ural'skij medicin

Статья принята к публикации 30.01.2024 / The article accepted for publication 30.01.2024.

Информация об авторах:

Лариса Александровна Глазунова¹, профессор кафедры анатомии и физиологии, доктор ветеринарных наук, доцент

Александр Иванович Литвиненко², профессор кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, доктор биологических наук, профессор

Андрей Анатольевич Бабушкин³, главный специалист и профессор лаборатории аквакультуры, кандидат биологических наук

Ольга Александровна Столбова⁴, заведующая кафедрой незаразных болезней сельскохозяйственных животных, доктор ветеринарных наук, доцент

Юрий Валерьевич Глазунов⁵, заведующий кафедрой инфекционных и инвазионных болезней, доктор ветеринарных наук, доцент

Людмила Ильинична Литвиненко⁶, главный научный сотрудник лаборатории экологии и рыбохозяйственных исследований, доктор биологических наук, профессор

Андрей Александрович Никонов⁷, доцент кафедры инфекционных и инвазионных болезней, кандидат ветеринарных наук

Арина Андреевна Гальцева⁸, преподаватель кафедры инфекционных и инвазионных болезней

Полина Александровна Зенкович⁹, младший научный сотрудник лаборатории экологии и рыбохозяйственных исследований

Ангелина Алексеевна Савченко¹⁰, аспирант кафедры анатомии и физиологии

Information about the authors:

Larisa Aleksandrovna Glazunova¹, Professor at the Department of Anatomy and Physiology, Doctor of Veterinary Sciences, Docent

Alexander Ivanovich Litvinenko², Professor at the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Doctor of Biological Sciences, Professor

Andrey Anatolyevich Babushkin³, Chief Specialist and Professor at the Aquaculture Laboratory, Candidate of Biological Sciences

Olga Alexandrovna Stolbova⁴, Head of the Department of Non-Contagious Diseases of Farm Animals, Doctor of Veterinary Sciences, Docent

Yuri Valerievich Glazunov⁵, Head of the Department of Infectious and Invasive Diseases, Doctor of Veterinary Sciences, Docent

Lyudmila Ilyinichna Litvinenko⁶, Chief Researcher, Laboratory of Ecology and Fishery Research, Doctor of Biological Sciences, Professor

Andrey Alexandrovich Nikonov⁷, Associate Professor, Department of Infectious and Invasive Diseases, Candidate of Veterinary Sciences

Arina Andreevna Galtseva⁸, Lecturer at the Department of Infectious and Invasive Diseases

Polina Aleksandrovna Zenkovich⁹, Junior Researcher, Laboratory of Ecology and Fisheries Research

Angelina Alekseevna Savchenko¹⁰, Postgraduate student at the Department of Anatomy and Physiology

