

Лариса Александровна Глазунова^{1✉}, Ольга Александровна Столбова²,
Светлана Александровна Веремеева³, Арина Андреевна Гальцева⁴,
Михаил Владимирович Михайлов⁵

^{1,2,3,4,5}Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

¹glazunovaa@gausz.ru

²stolbovaoa@gausz.ru

³veremeevasa@gausz.ru

⁴galtseva.aa@ibvm.gausz.ru

⁵mihajlov.mv@edu.gausz.ru

ЗНАЧЕНИЕ БЕЛОКРЫЛЬНИКА БОЛОТНОГО *CALLA PALUSTRIS* L. В ВОЗНИКНОВЕНИИ АЧИРСКОЙ ВСПЫШКИ «ГАФФСКОЙ» БОЛЕЗНИ

Цель исследования – определение значения белокрыльника болотного *Calla palustris* Linnaeus, 1753 в возникновении ачирской вспышки «гаффской» болезни. Отбор гидробиотических проб проводили на водоемах, в прибрежной зоне, в т. ч. в местах произрастания белокрыльника. Образцы растений отбирали на 12 станциях (по 6 станций на озерах Ишменевское и Андреевское) в весенне-летний период, измельчали ножницами, гомогенизировали с помощью блендера и ежедневно вводили в аквариумы, куда ежедневно вводили по одной части детрита, постепенно увеличивая его концентрацию. Через 15 дней эксперимента после введения 1125 г детрита рыбу скармливали лабораторным животным. Биологическую пробу на мышах ($n = 5$) проводили в течение 17 сут. На озерах Андреевское и Ишменевское, где зафиксирована «гаффская» болезнь, белокрыльник болотный встречается достаточно часто, но не образует моновидных зарослей. При проведении биологической пробы на мышах, которым скармливали содержащуюся с детритом белокрыльника болотного рыбу, у мышей отмечали признаки, прямо и косвенно указывающие на «гаффскую» болезнь в виде пугливости, гиподинамии, гнойного конъюнктивита, позы «треугольника» и позы «лягушки». Летальность среди подопытных животных составила 100 %. Патоморфологические изменения совпадали с таковыми при «гаффской» болезни и характеризовались изменением в печени, почках и селезенке. У подопытных животных не обнаруживали изменений в скелетной мускулатуре, что нехарактерно для «гаффской» болезни. Идентичность клинической картины у подопытных животных, употреблявших рыбу, которая участвовала в биологической пробе с детритом белокрыльника болотного, свидетельствует о значении этого растения в образовании токсина «гаффской» болезни.

Ключевые слова: «гаффская» болезнь, белокрыльник болотный, *Calla palustris* L., биологическая проба, белые мыши, клиническое проявление, патоморфологические изменения, ачирская вспышка

Для цитирования: Глазунова Л.А., Столбова О.А., Веремеева С.А., и др. Значение белокрыльника болотного *Calla palustris* L. в возникновении ачирской вспышки «гаффской» болезни // Вестник КрасГАУ. 2025. № 3. С. 97–105. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-3-97-105.

Благодарности: исследования проведены в рамках государственного контракта № 002-1/21ЭК от 27.09.2021 г. «Определение состояния поверхностного водного объекта (оз. Андреевское и оз. Ишменевское Тобольского района) и выявление возможных причин возникновения «гаффской» болезни. Разработка рекомендаций по диагностике и профилактике «гаффской» болезни (АТПМ)» по заказу Департамента агропромышленного комплекса Тюменской области.

Larisa Alexandrovna Glazunova^{1✉}, Olga Alexandrovna Stolbova²,
Svetlana Aleksandrovna Veremeeva³, Arina Andreevna Galtseva⁴, Mikhail Vladimirovich Mikhailov⁵

^{1,2,3,4,5}State Agrarian University of Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia

¹glazunovala@gausz.ru

²stolbovaoa@gausz.ru

³veremeevasa@gausz.ru

⁴galtseva.aa@ibvm.gausz.ru

⁵mihajlov.mv@edu.gausz.ru

THE IMPORTANCE OF *CALLA PALUSTRIS* L. IN THE ACHIRI OUTBREAK OF HAFF DISEASE

The aim of the study is to determine the role of Calla palustris Linnaeus, 1753 in the occurrence of the Achiri outbreak of Haff disease. Hydrobotanical samples were collected from water bodies, in the coastal zone, including in places where Calla palustris grows. Plant samples were collected at 12 stations (6 stations on Lakes Ishmenevskoye and Andreyevskoye) in the spring and summer, chopped with scissors, homogenized with a blender and introduced daily into aquariums, where one part of detritus was introduced daily, gradually increasing its concentration. After 15 days of the experiment after the introduction of 1125 g of detritus, the fish were fed to laboratory animals. A biological test on mice (n = 5) was carried out for 17 days. On the lakes Andreyevskoye and Ishmenevskoye, where the Haff disease has been recorded, the marsh calla is quite common, but does not form monospecific thickets. When conducting a biological test on mice that were fed fish containing marsh calla detritus, the mice showed signs that directly and indirectly indicated Haff disease in the form of timidity, hypodynamia, purulent conjunctivitis, "triangle" and "frog" poses. The mortality rate among the experimental animals was 100 %. Pathomorphological changes coincided with those in Haff disease and were characterized by changes in the liver, kidneys and spleen. The experimental animals did not show changes in the skeletal muscles, which is not typical for Haff disease. The identity of the clinical picture in experimental animals that consumed fish that participated in the biological test with the detritus of the marsh calla indicates the importance of this plant in the formation of the toxin of the Haff disease.

Keywords: Haff disease, marsh calla, *Calla palustris* L., biological test, white mice, clinical manifestation, pathomorphological changes, Achiri outbreak

For citation: Glazunova LA, Stolbova OA, Veremeeva SA, et al. The importance of *Calla palustris* L. In the achiri outbreak of Haff disease. *Bulletin of KSAU*. 2025;(3):97-105. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-3-97-105.

Acknowledgments: the research was conducted within the framework of state contract № 002-1/21EK dated September 27, 2021 "Determining the state of a surface water body (Lake Andreyevskoye and Lake Ishmenevskoye of the Tobolsk District) and identifying possible causes of the occurrence of "Haff" disease. Development of recommendations for the diagnosis and prevention of "Haff" disease (ATPM)" commissioned by the Department of Agro-Industrial Complex of the Tyumen Region.

Введение. Столетняя история «гаффской», сартланской болезни, или алиментарно-токсической пароксизмальной миоглобинурии, и тридцать одна зарегистрированная вспышка не позволили определить причину ее возникновения [1, 2]. За весь период в мире от токсикоза пострадало более трех тысяч человек, летальность заболевания составила 2 % людей [3, 4]. Алиментарный токсикоз развивается у рыбацких млекопитающих, включая человека, при употреблении рыбы или ракообразных, обитающих в

неблагополучных водоемах. Основными клиническими проявлениями «гаффской» болезни являются миалгия и миоглобинурия, вызванная разрушением поперечнополосатой мускулатуры, и трудности с мочеиспусканием [5, 6].

Среди основных гипотез «гаффской» болезни, рассматриваемых исследователями по всему миру, являются накопление токсичных веществ химических производств, образование токсинов цианобактериями и ядовитыми водными и прибрежно-водными растениями. Из-за

короткого периода вспышек (средняя продолжительность около трех лет) и длительности биологических экспериментов получить достоверные данные о происхождении токсина так и не удалось [7, 8].

В Тюменской области «гаффская» болезнь регистрируется во второй раз. Первая вспышка была зафиксирована на нескольких озерах, входящих в группу Тарманского болотно-озерного комплекса, в 2000–2002 гг. Повторная вспышка случилась в 2019 г. на водоеме, расположенном северо-восточнее Тарманских озер на расстоянии около 300 км в озере Андреевское в Ачирском сельском поселении Тобольского района. С каждым годом число неблагополучных водоемов в Тюменской области увеличивается. В 2023 г. неблагополучными являлись четыре озера: Андреевское, Ишменевское, Иземетское и Эйхлыкуль [9–11].

В предыдущей вспышке было установлено наличие значительных зарослей хвоща речного на неблагополучных Тарманских озерах, который и был определен как основная причина, вызывающая «гаффскую» болезнь [12–14].

При гидрботанических обследованиях озер Андреевское и Ишменевское Тобольского района Тюменской области выявлено произрастание растений с ядовитыми свойствами, среди которых белокрыльник болотный.

Цель исследования – определение значения белокрыльника болотного *Calla palustris* Linnaeus, 1753 в возникновении ачирской вспышки «гаффской» болезни.

Материалы и методы. Исследования проведены в течение 2021–2022 гг. в ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья и Тюменском филиале ФГБНУ «ВНИРО».

Отбор гидрботанических проб проводили на водоемах, в прибрежной зоне, в том числе в местах произрастания белокрыльника. Образцы растений отбирали на 12 станциях (по 6 станций на озерах Ишменевское и Андреевское). Для сохранения объективности результатов точки отбора проб совпадали в различные периоды исследования.

Белокрыльник болотный отбирали в весенне-летний период, измельчали ножницами, гомогенизировали с помощью блендера и ежедневно вводили в аквариумы. Для биологической пробы использовали полевую культуру карася серебря-

ного (*Carassius auratus gibelio*), выловленного из благополучного водоема. Плотность посадки карасей не превышала 2 кг на аквариум объемом 100 л. В аквариумы ежедневно вводили по одной части детрита, постепенно увеличивая его концентрацию. Через 15 дней эксперимента, после введения 1 125 г детрита, рыбу вылавливали из аквариумов и готовили для скармливания лабораторным животным. Ежедневно мышам ($n = 5$) скармливали по 12 г подготовленных образцов сырых внутренних органов и мышц рыбы, полученных при биологической пробе с детритом белокрыльника. Мыши контрольной группы ($n = 5$) получали аналогичное питание, для этого использовали свежую рыбу, выловленную из благополучных водоемов. Биологическую пробу на мышах проводили в течение 17 сут [15–17].

После завершения биологической пробы трупы погибших лабораторных животных вскрывали в соответствии с ГОСТ Р 57547-2017 «Патологоанатомическое исследование трупов непродуктивных животных. Общие требования», используя наружный и внутренний осмотр. Для изучения гистологического строения органов и тканей мышцей отбирали биологический материал, который после фиксации и окрашивания гематоксилином и эозином микроскопировали и фотофиксировали при помощи светового микроскопа Levenhug Med Series – окуляр 10, объективы 4, 20 и 40 [18, 19].

Результаты и их обсуждение. Неблагополучные по «гаффской» болезни водоемы располагаются на труднодоступной территории Тобольского района Тюменской области и имеют некоторые особенности. На момент исследований в озере Андреевское преобладающая глубина в прибрежной зоне составляла 0,6 м, максимальная глубина отмечена в западной части большого плеса – 1,8 м. Исходя из данных инженерных батиграфических изысканий (фондовые материалы Тюменского филиала ФГБНУ «ВНИРО»), при максимальной глубине оз. Андреевское 1,8 м площадь водоема составляет 80,00 км², объем воды – 90,00 млн м³. Озеро Ишменевское: площадь – 2,95 км², длина – 2,65 км, наибольшая ширина – 1,45 км.

Гидрботанический состав изучаемых озер был представлен различным количеством видов водной и прибрежно-водной растительности. Так, в озере Андреевском произрастает

36 видов, а в озере Ишменевском 40 видов растений. Общих видов, произрастающих в обоих водоемах, насчитывается 21 вид. В составе флоры общими для озер Андреевское и Ишменевское являются три вида растений: хвощ топяной, или речной – *Equisetum fluviatile* L., веж ядовитый – *Cicuta virosa* L. и белокрыльник болотный – *Calla palustris* L.

На озере Андреевское белокрыльник болотный встречался по кромке сплавин, на заболоченных прибрежных участках (большей частью переобводненных) среди сфагновых мхов и болотной растительности по южному берегу и в северо-западном участке (районе притока с болот). Образовывал разреженные заросли.

На озере Ишменевское белокрыльник болотный встречался по кромке сплавин в районе притока с болота и истока ручья, на заболоченных прибрежных участках (большей частью переобводненных) среди сфагновых мхов и болотной растительности по восточному берегу. Образовывал разреженные заросли.

Установлено, что белокрыльник произрастал в составе растительных группировок как на оз. Андреевское, так и на оз. Ишменевское, но при этом не образовывал моновидовых сообществ, хотя встречался довольно часто.

При проведении биологической пробы на белых мышах, которым скармливали образцы сырых внутренних органов и мышц рыбы, содержащейся с детритом белокрыльника болотного, у всех подопытных животных были обнаружены признаки взъерошенности и неряшливости [20, 21].

Конъюнктивит в эксперименте проявился лишь у двух животных опытной группы (40 %). Зафиксировано гнойное течение одно- и двухстороннего конъюнктивита.

Начиная с седьмого дня у животных опытной группы отмечали явные симптомы токсикоза, которые проявлялись пугливостью, снижением двигательной активности, также отмечали характерные признаки «гаффской» болезни в виде позы «лягушки» и позы «треугольника» (рис. 1).



Рис. 1. Поза «треугольника» у мыши в опытной группе при использовании в эксперименте белокрыльника болотного

The "triangle" pose of a mouse in the experimental group when using a marsh whitefly in an experiment

Все подопытные животные погибли до окончания эксперимента в течение 6–14 дней.

При патоморфологическом исследовании мышей, участвующих в эксперименте, отмечали изменения в печени, почках и селезенке. Так, макроскопически фиксировали, что печень была упругой консистенции красно-коричневого, темно-красного или светло-коричневого (мус-

катная) цвета, массой ($0,89 \pm 0,08$) г. Отмечено уменьшение относительной массы печени на 25,4 % по отношению к контрольным животным. При микроскопическом исследовании печени отмечено сохранение структуры органа и деление на дольки, хорошо выражены триады, в гепатоцитах визуализируются ядра (рис. 2).

При макроскопическом исследовании почек и селезенки изменений обнаружено не было. Микроскопически структура почек сохранена, в эпителиоцитах прямых и извитых канальцев визуализируются ядра. Структура сосудистых клубочков сохранена. У одной подопытной мы-

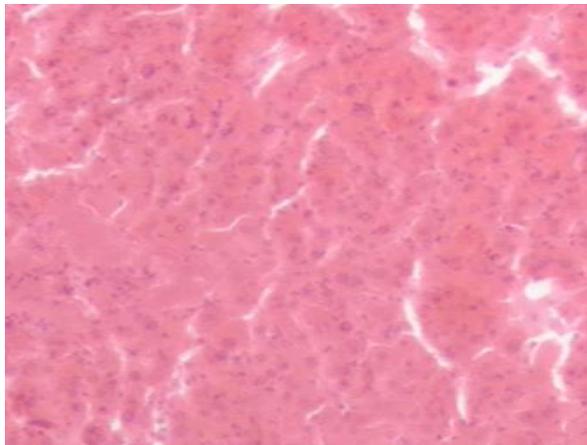


Рис. 2. Гепатоциты мышей, употреблявших рыбу, после биологической пробы с детритом белокрыльника болотного, окраска гематоксилином-эозином, ув. ×200

Hepatocytes of mice that consumed fish after a biological sample with detritus of marsh whitefly, hematoxylin-eosin stain, vol. ×200

Дизайн проведенных исследований максимально приближен к естественным условиям [19]. Идентичность клинической картины и патоморфологических изменений, происходящих с подопытными животными, употреблявшими рыбу, участвующую в биологической пробе, с детритом белокрыльника болотного свидетельствует о значении этого растения в образовании токсина «гаффской» болезни. При этом биомасса белокрыльника болотного в неблагополучных озерах Андреевское и Ишменевское незначительна, что не позволяет считать его основной причиной токсинообразования. Вероятно, белокрыльник болотный является одним из факторов, провоцирующих образование токсина в организме рыб.

Случаи отравления животных белокрыльником болотным практически не описываются. Имеющиеся данные о клинической картине и возможных способах обезвреживания (высуши-

ши отмечали слабовыраженный некротический нефроз части канальцев (рис. 3). Структура селезенки сохранена, ядра выражены хорошо, зафиксировано преобладание белой пульпы над красной. Встречаются участки разрастания соединительной ткани.

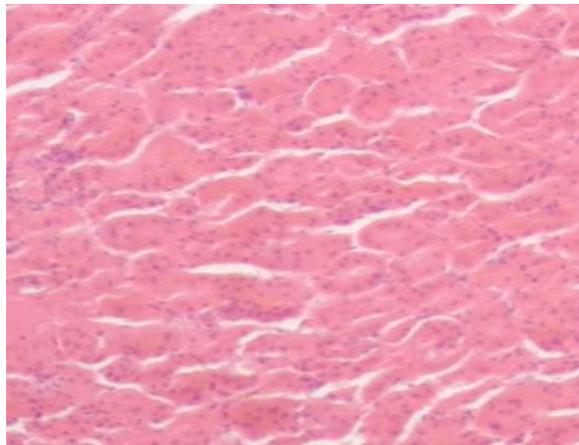


Рис. 3. Кортикальный слой почки мышей, употреблявших рыбу, после биологической пробы с детритом белокрыльника болотного, окраска гематоксилином-эозином, ув. ×200

The cortical layer of the kidney of mice that consumed fish after a biological test with detritus of the marsh whitefly, hematoxylin-eosin stain, vol. ×200

вания) указывают на причастность белокрыльника болотного к образованию комплексного вещества органической природы. Вероятно, что совокупность факторов и накопление органического вещества в водоемах способствуют запуску биохимических процессов в организме рыб, что приводит к развитию «гаффской» болезни у рыбоядных млекопитающих, употребляющих токсичную рыбу.

Заключение. На озерах Андреевское и Ишменевское, где зафиксирована «гаффская» болезнь, белокрыльник болотный встречается достаточно часто, но не образует моновидных зарослей. При проведении биологической пробы на мышах, которым скармливали рыбу, содержащуюся с детритом белокрыльника болотного, отмечали признаки, прямо и косвенно указывающие на «гаффскую» болезнь в виде пугливости, гиподинамии, гнойного конъюнктивита, наличия поз «треугольника» и «лягушки». Ле-

тальность среди подопытных животных составила 100 %. Патоморфологические изменения совпадали с таковыми при «гаффской» болезни и характеризовались изменениями в печени, почках и селезенке. У подопытных животных не обнаруживали изменений в скелетной мускулатуре, что не характерно для «гаффской» болез-

ни. Идентичность клинической картины и патоморфологических изменений, происходящих с подопытными животными, которые употребляли участвующую в биологической пробе с детритом белокрыльника болотного рыбу, свидетельствует о значении этого растения в образовании токсина «гаффской» болезни.

Список источников

1. Сивков Г.С., Сергушин А.В. Нозография алиментарно-токсической пароксизмальной миоглобинурии // Ветеринарная патология. 2006. № 3 (18). С. 109–117. DOI: 10.1590/S1677-04202006000100009. EDN: OEDQQV.
2. Pei P., Li X.Y., Lu S.S., et al. The emergence, epidemiology, and etiology of Haff disease // Biomedical and Environmental Sciences. 2019. Vol. 32. № 10. P. 769–778.
3. Glazunova L.A., Musina A.R., Yurchenko A.A., et al. Spread of alimentary-toxic paroxysmal myoglobinuria-haff disease (literature review) // 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. DOI: 10.1051/e3sconf/202125409002. EDN: CJEORY.
4. Deeds J.R., Literman R.A., Handy S.M., et al. Haff disease associated with consumption of buffalofish (*Ictiobus* spp.) in the United States, 2010–2020, with confirmation of the causative species // Clinical Toxicology. 2022. Vol. 60. № 10. P. 1087–1093. DOI: 10.1080/15563650.2022.2123815. EDN: IYITGI.
5. Друзь Е.А., Козлова С.В., Краснолобова Е.П., и др. К вопросу о биологической диагностике гаффской болезни // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (71). С. 194–199. EDN: VBFPO.
6. Шантанова Л.Н., Мондодоев А.Г., Разуваева Я.Г., и др. К этиологии вспышки гаффской болезни на озере Котокель // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2010. № 3 (73). С. 298–301. EDN: OORPEN.
7. Глазунова Л.А., Столбова О.А., Глазунов Ю.В., и др. Клиническое проявление гаффской болезни у лабораторных животных // Ветеринария. 2022. № 11. С. 55–60. DOI: 10.30896/0042-4846.2022.25.11.55-60. EDN: FQURRX.
8. Лебедева Д.И., Марченко А.Н., Шаруха Г.В., и др. Особенности течения и исходов гаффской болезни на территории Тюменской области // Здравоохранение Российской Федерации. 2023. Т. 67. № 2. С. 149–155. DOI: 10.47470/0044-197X-2023-67-2-149-155. EDN: VZZVPJ.
9. Веремеева С.А., Краснолобова Е.П., Глазунова Л.А., и др. Патоморфологические изменения в мышцах карася озера Андреевское при вспышке гаффской болезни // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022. № 2 (69). С. 142–147. EDN: PWSLEH.
10. Шмакова Я.А., Шафикова К.Ф. Лабораторная диагностика гаффской болезни в условиях ГАУ ТО «Тюменская областная ветеринарная лаборатория» // Актуальные вопросы ветеринарной медицины: образование, наука, практика. 2022. С. 228–235. EDN: BWKMSQ.
11. Распопова Ю.И., Шаруха Г.В., Глазунова Л.А., и др. Санитарно-гигиеническое состояние водоемов, выловленная рыба из которых содержала токсин, вызывающий «гаффскую болезнь» // Медицинская наука и образование Урала. 2022. Т. 23. № 2 (110). С. 107–111. DOI: 10.36361/18148999_2022_23_2_107. EDN: ZYAHGE.
12. Cardoso C.W., Oliveira E Silva M.M., Bandeira A.C., et al., Haff Disease in Salvador, Brazil, 2016–2021: Attack rate and detection of toxin in fish samples collected during outbreaks and disease sur-

- veillance // *The Lancet Regional Health – Americas*. 2022. Vol. 5. P. 100092. DOI: 10.1016/j.lana.2021.100092. EDN: DUUYUTN.
13. Гальцева А.А., Глазунова Л.А. К вопросу об этиологии "гаффской" болезни (обзор литературы). В сб.: *Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе: сб. тр. LVI студенческой науч.-практ. конф., Тюмень, 12 октября 2021 г. Т. 2.* Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. С. 23–29.
 14. Сивкова Г.С., ред. *Алиментарно-токсическая пароксизмальная миоглобинурия (АТПМ).* Тюмень, 2004. 58 с.
 15. Глазунова Л.А., Литвиненко А.И., Столбова О.А., и др. Рекомендации по диагностике и профилактике «гаффской» болезни. Тюмень, 2022. EDN: ABRNEF.
 16. Глазунова Л.А., Шульц В.Н., Юрченко А.А., и др. Особенности биологической пробы при вспышке гаффской болезни в Тюменской области (2019–2021 гг.) // *Вестник КрасГАУ*. 2022. № 4 (181). С. 111–119. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-4-111-119. EDN: AEZQCI.
 17. Глазунова Л.А., Литвиненко А.И., Бабушкина А.А., и др. Экспериментальное изучение роли хвоща *Equisetum fluviatile* L. при ачирской вспышке «гаффской» болезни // *Вестник КрасГАУ*. 2024. № 3. С. 90–98. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-90-98. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-90-98. EDN: RADAUS.
 18. Хонин Г.А., Барашкова С.А., Семченко В.В. *Морфологические методы исследования в ветеринарной медицине: учебное пособие.* Омск: Омская областная типография, 2004. 198 с. EDN: QKWBPZ.
 19. Краснолобова Е.П., Веремеева С.А., Глазунова Л.А., и др. Патоморфологические изменения в мышцах карася озера Ишменевское при вспышке гаффской болезни // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 1. С. 61–66. EDN: TGAYPW.
 20. 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. EDN: NSIJLF.
 21. Кручинин Е.В., Лебедев И.А., Мокин Е.А., и др. Эколого-гигиенические факторы развития Гаффской болезни в Тюменской области // *Уральский медицинский журнал*. 2019. № 13 (181). С. 118–122. DOI: 10.25694/URMJ.2019.13.31. EDN: FIQMFP.

References

1. Sivkov GS, Sergushin AV. Nozografiya alimentarno-toksicheskoj paroksizmal'noj mioglobinurii. *Veterinarnaya patologiya*. 2006;3:109-117. (In Russ.). DOI: 10.1590/S1677-04202006000100009. EDN: OEDQQV.
2. Pei P, Li XY, Lu SS, et al. The emergence, epidemiology, and etiology of Haff disease. *Biomedical and Environmental Sciences*. 2019;32(10):769-778.
3. Glazunova LA, Musina AR, Yurchenko AA, et al. Spread of alimentary-toxic paroxysmal myoglobinuria-haff disease (literature review). *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. DOI: 10.1051/e3sconf/202125409002. EDN: CJEORY.
4. Deeds JR, Literman RA, Handy SM, et al. Haff disease associated with consumption of buffalofish (*Ictiobus* spp.) in the United States, 2010–2020, with confirmation of the causative species. *Clinical Toxicology*. 2022;60(10):1087-1093. DOI: 10.1080/15563650.2022.2123815. EDN: IYITGI.
5. Druz EA, Kozlova SV, Krasnolobova EP, et al. On the question of biological diagnosis of Haff disease. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022;4:194-199. (In Russ.). EDN: VBFFPO.

6. Shantanova LN, Mondodoev AG, Razuvaeva YaG, и др. To etiology of Haff disease epidemics on the Kotokel lake. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo centra Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii medicinskih nauk*. 2010;3:298-301. (In Russ.). EDN: OOPPEH.
7. Glazunova LA, Stolbova OA, Glazunov YuV, et al. Clinical manifestation of Gaffa disease in laboratory animals. *Veterinariya*. 2022;11:55-60. (In Russ.). DOI: 10.30896/0042-4846.2022.25.11.55-60. EDN: FQURRX.
8. Lebedeva DI, Marchenko AN, Sharuho GV, et al. Features of the course and outcomes of Haff disease in the territory of the Tyumen Region. *Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii*. 2023;67(2):149-155. (In Russ.). DOI: 10.47470/0044-197X-2023-67-2-149-155. EDN: VZZVPJ.
9. Veremeeva SA, Krasnolobova EP, Glazunova LA, et al. Pathomorphological changes in the muscles of the carp of lake Andreevskoe during the outbreak of Haff disease. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2022;2:142-147. (In Russ.). EDN: PWSLEH.
10. Shmakova YaA, Shafikova KF. Laboratory diagnosis of Haff disease in the conditions of GAU to "Tyumen Regional Veterinary Laboratory". *Aktual'nye voprosy veterinarnoj mediciny: obrazovanie, nauka, praktika*. 2022. P. 228–235. (In Russ.). EDN: BWKMSQ.
11. Raspopova Yul, Sharuho GV, Glazunova LA, et al. Sanitary and hygienic condition of reservoirs, the fish caught from which contained a toxin that causes "Gaffa disease". *Medicinskaya nauka i obrazovanie Urala*. 2022;23(2):107-111. (In Russ.). DOI: 10.36361/18148999_2022_23_2_107. EDN: ZYAHGE.
12. Cardoso CW, Oliveira E Silva MM, Bandeira AC, et al., Haff Disease in Salvador, Brazil, 2016–2021: Attack rate and detection of toxin in fish samples collected during outbreaks and disease surveillance. *The Lancet Regional Health – Americas*. 2022;5:100092. DOI: 10.1016/j.lana.2021.100092. EDN: DUYUTN.
13. Galtseva AA, Glazunova LA. K voprosu ob `etiologii "gaffskoj" bolezni (obzor literatury). *Uspehi molodezhnoj nauki v agropromyshlennom komplekse: sb. tr. LVI studencheskoj nauch.-prakt. konf., Tyumen', 12 oktyabrya 2021 goda. Vol. 2. Tyumen': Gosudarstvennyj agrarnyj universitet Severnogo Zaural'ya, 2021. P. 23–29. (In Russ.)*.
14. Sivkova GS, editor. *Alimentarno-toksicheskaya paroksizmal'naya mioglobinuriya (ATPM)*. Tyumen, 2004. 58 p. (In Russ.).
15. Glazunova LA, Litvinenko AI, Stolbova OA, et al. *Rekomendacii po diagnostike i profilaktike "gaffskoj" bolezni*. Tyumen', 2022. (In Russ.). EDN: ABRNEF.
16. Glazunova LA, Shults VN, Yurchenko AA, et al. The biological sample features during the Gaff disease outbreak in the Tyumen Region (2019–2021). *Bulletin of KSAU*. 2022;4:111-119. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-4-111-119. EDN: AEZQCI.
17. Glazunova LA, Litvinenko AI, Babushkina AA, et al. Experimental study of the role of horsetail *Equisetum fluviatile* L. in the Achira outbreak of Gaffa disease. *Bulletin of KSAU*. 2024;3:90-98. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-90-98. EDN: RADAUS.
18. Honin GA, Barashkova SA, Semchenko VV. *Morfologicheskie metody issledovaniya v veterinarnoj mediciny: uchebnoe posobie*. Omsk: Omskaya oblastnaya tipografiya, 2004. 198 p. (In Russ.). EDN: QKWBPZ.
19. Krasnolobova EP, Veremeeva SA, Glazunova LA, et al. Pathomorphological changes in the muscles of the carp of lake Ishmenevskoe during the outbreak of Haff disease. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2022;1:61-66. (In Russ.). EDN: TGAYPW.
20. Razmashkin DA, Burundukova TS. Usloviya vznikeniya i `etiologiya vspyshki alimentarno-toksicheskoy paroksizmal'noj mioglobinurii v Tyumenskoj oblasti i vliyanie fitotoksinov na biocenoz neblagopoluchnogo rajona. *Vestnik of KGU*. 2006;4:54-57. (In Russ.). EDN: NSIJLF.
21. Kruchinin EV, Lebedev IA, Mokin EA, et al. Ecological and hygienic factors of the development of Gaff disease in the Tyumen Region. *Ural'skij medicinskij zhurnal*. 2019;13:118-122. (In Russ.). DOI: 10.25694/URMJ.2019.13.31. EDN: FIQMFP.

Информация об авторах:

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

Ольга Александровна Столбова², заведующая кафедрой незаразных болезней сельскохозяйственных животных, доктор ветеринарных наук, доцент

Светлана Александровна Веремеева³, доцент кафедры анатомии и физиологии, кандидат ветеринарных наук, доцент

Арина Андреевна Гальцева⁴, преподаватель кафедры инфекционных и инвазионных болезней

Михаил Владимирович Михайлов⁵, аспирант кафедры анатомии и физиологии

Information about the authors:

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

Olga Alexandrovna Stolbova², Head of the Department of Non-Communicable Diseases of Farm Animals, Doctor of Veterinary Sciences, Docent

Svetlana Aleksandrovna Veremeeva³, Associate Professor at the Department of Anatomy and Physiology, Candidate of Veterinary Sciences, Docent

Arina Andreevna Galtseva⁴, Lecturer at the Department of Infectious and Invasive Diseases

Mikhail Vladimirovich Mikhailov⁵, Postgraduate student at the Department of Anatomy and Physiology

