

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Оригинальная статья
<https://doi.org/10.47470/dez018>
© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2026

Изменение параметров системы антиоксидантной защиты у крыс на фоне прерывистого голодания

Байжуманов А.А.¹, Абрашитов Г.Н.¹, Хиразова Е.Э.², Комаров В.Ю.^{2,3}

¹ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, Россия;

² Институт дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия;

³ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Голодание оказывает значительное воздействие на грызунов в природе, влияя на их физиологию, поведение и выживаемость. Дефицит корма может привести к падению фертильной способности животных, снизить устойчивость к инфекциям, изменить баланс нейромедиаторов в мозге и физическую выносливость. Прерывистое голодание влияет на систему антиоксидантной защиты и содержание активных форм кислорода в мозге животных. Это имеет большое практическое значение, так как может лежать в основе механизмов изменения устойчивости грызунов к различным воздействиям.

Целью данного исследования было выяснение гендерных отличий эффектов прерывистого голодания на антиоксидантную систему крыс линии Wistar.

Материалы и методы. При выполнении работы использовали модель прерывистого голодания, при котором животные опытной группы ($n = 13$) получали доступ к корму на один час в течение 4 сут ежедневно, тогда как контрольные животные ($n = 13$) находились в условиях *ad libitum*. После окончания периода прерывистого голодания проводили эвтаназию животных и измеряли параметры системы антиоксидантной защиты крови и плазмы.

Результаты. Статистический анализ не выявил изменений в общей антиоксидантной активности плазмы крови после прерывистого голодания ни у самцов, ни у самок крыс. Однако наблюдалось значимое повышение уровня церулоплазмينا в крови опытных животных как у самцов (на 32,5%; $p < 0,01$), так и у самок крыс (на 18,5%; $p < 0,05$), активность каталазы в крови самцов и самок не изменилась после прерывистого голодания. Активность супероксиддисмутазы (третья изоформа), содержащейся в плазме крови животных, значимо изменилась только у самок после прерывистого голодания (уменьшение на 24%; $p < 0,05$).

Ограничения исследования. Исследования направлены на изучение биохимических показателей крови крыс при изменении режима питания и представляют интерес для специалистов соответствующей области деятельности.

Заключение. Таким образом, прерывистое голодание в течение 4 сут приводит к изменению состояния показателей системы антиоксидантной защиты у грызунов, причём изменение активности супероксиддисмутазы (третья изоформа) является полоспецифичными. Такое изменение антиоксидантного статуса животных может лежать в основе снижения устойчивости к различным негативным воздействиям на фоне прерывистого голодания

Ключевые слова: антиоксиданты; кровь; система антиоксидантной защиты; прерывистое голодание

Этическое утверждение. Исследование одобрено Этическим комитетом (подкомитетом) Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора (протокол № 2¹ от 06.05.2025), проведено в соответствии с Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS N 123), директивой Европейского парламента и Совета Европейского союза.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

Для корреспонденции: Абрашитов Глеб Николаевич, e-mail: glebneurobiophys@mail.ru

Для цитирования: Байжуманов А.А., Абрашитов Г.Н., Хиразова Е.Э., Комаров В.Ю. Изменение параметров системы антиоксидантной защиты у крыс на фоне прерывистого голодания. *Дезинфектология*. 2026; 2(2): 71–76. DOI: <https://doi.org/10.47470/dez018>. EDN: <https://elibrary.ru/WVMMNV>

Поступила: 07.07.2025 / Принята к печати: 24.07.2026 / Опубликовано: 10.08.2026

Original Article

DOI: <https://doi.org/10.47470/dez018>

© AUTHORS, 2026

Changes in the Parameters of the Antioxidant Defense System in Rats During Intermittent Fasting

Adil A. Baizhumanov¹, Gleb N. Abrashitov¹, Elizaveta E. Khirazova², Vladimir Yu. Komarov^{2,3}

¹ M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;

² Disinfectology Institute of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Moscow, Russia;

³ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

ABSTRACT

Introduction. Starvation has significant effects on rodents in the wild, affecting their physiology, behavior, and survival. Food scarcity can lead to decreased fertility, reduced resistance to infections, altered neurotransmitter balance in the brain, and diminished physical endurance. Intermittent fasting affects the antioxidant defense system and the content of reactive oxygen species in the brain and may underlie the mechanisms of changes in the resistance of rodents to various influences, which is of great practical importance.

The aim of this study was to determine gender differences in the effects of intermittent fasting on the antioxidant system in Wistar rats.

Materials and Methods. The study used an intermittent fasting model, in which animals in the experimental group ($n = 13$) were given access to food for one hour daily for 4 days, while control animals ($n = 13$) were kept in ad libitum conditions. After the end of the intermittent fasting period, the animals were euthanized and blood was collected, followed by measurement of the parameters of the antioxidant defense system of the blood and blood plasma.

Results. Statistical analysis revealed no changes in total plasma antioxidant activity after intermittent fasting in either male or female rats. However, a significant increase in the level of ceruloplasmin in the blood of experimental animals was observed in both male (by 32,5%; $p < 0,01$) and female rats (by 18,5%; $p < 0,05$). Blood catalase activity did not change after intermittent fasting in male and female rats. The activity of superoxide dismutase (third isoform) contained in the blood plasma of animals changed significantly only in females after intermittent fasting (a decrease of 24%; $p < 0,05$).

Study limitations. The study aimed to investigate the biochemical parameters of rat blood during dietary changes and is of interest to specialists in the relevant field.

Conclusion. Thus, intermittent fasting for 4 days leads to a change in the state of the antioxidant defense system in rodents, and the change in the activity of superoxide dismutase (third isoform) is gender-specific. This change in the antioxidant status of animals may underlie the decrease in resistance to various negative influences during intermittent fasting.

Keywords: *antioxidants; blood; antioxidant defense system; intermittent fasting*

Ethics approval. The study was approved by the Ethics Committee of the Disinfectology Institute of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman (No. 2¹, 06.05.2025), conducted in accordance with the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and other Scientific Purposes (ETS N 123), the Directive of the European Parliament and the Council of the European Union.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Conflict of interest. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For correspondence: Gleb N. Abrashitov, e-mail: glebneurobiophys@mail.ru

For citation: Baizhumanov A.A., Abrashitov G.N., Khirazova E.E., Komarov V.Yu. Changes in the parameters of the antioxidant defense system in rats during intermittent fasting. *Disinfectology*. 2026; 2(2): 71–76. DOI: <https://doi.org/10.47470/dez018>. EDN: <https://elibrary.ru/WVMMNV>

Received: 07.07.2025 / Accepted: 24.07.2026 / Published: 10.08.2026

ВВЕДЕНИЕ

В поисках пищи грызуны могут изменять свои привычные маршруты, поведенческую активность, проявлять агрессию в группировке, конкурируя за пищевые ресурсы [1]. Голодание значительно влияет на грызунов в природе, затрагивая их физиологию, поведение и выживаемость. Недостаток пищи может привести к снижению фертильной способности животных, их устойчивости к инфекциям, изменить баланс нейромедиаторов в мозге и физическую выносливость [2, 3]. Особенного внимания заслуживает исследование изменений показателей антиоксидантного статуса крови на фоне голодания. Так показано, что прерывистое голодание влияет на систему антиоксидантной защиты и содержание активных форм кислорода в мозге [3].

Изменение параметров, связанных с антиоксидантной системой, может лежать в основе механизмов изменения устойчивости грызунов к различным воздействиям, что представляет особое практическое значение [4].

Экспериментальной моделью голодания, которая отчасти имитирует естественные условия существования грызунов в природе, является прерывистое голодание. При выполнении таких протоколов периоды неограниченного потребления пищи чередуются с периодами полного или частичного ограничения доступа к еде [2].

Целью данного исследования было выяснение гендерных отличий эффектов прерывистого голодания на состояние антиоксидантной системы у крыс линии Wistar.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для проведения экспериментов использовали самцов и самок крыс линии Wistar,

средняя масса самцов на начало эксперимента составила 236 ± 10 г, самок — 185 ± 10 г. В ходе работы животные опытной группы (7 самцов и 6 самок) получали доступ к корму на 60 мин (с 13:00 до 14:00) каждые сутки в течение 4 сут. Животные контрольной группы (7 самцов и 6 самок) имели свободный доступ к корму всё время исследования. После окончания периода прерывистого голодания проводили эвтаназию животных и осуществляли забор крови для анализа функционального состояния антиоксидантной системы.

Для определения содержания церулоплазмينا в плазме крови использовали реакцию окисления ортофенилендиамина [4]. Интенсивность перекисного окисления липидов в организме оценивали по образованию малонового альдегида при реакции с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-АП). Активность фермента каталазы крови определяли по скорости разрушения перекиси водорода в фосфатном буфере. Для выявления активности СОД в плазме крови использовали реакцию окисления адреналина до адренохрома. Общую антиоксидантную активность плазмы крови определяли по способности антиоксидантов плазмы крови участвовать в образовании комплекса восстановленного железа с 2,4,6-трипиредилтриазином [4]. Статистическую обработку результатов проводили в программе GraphPad Prizm 10.4.0 (GraphPad Software Inc.) (two-way ANOVA).

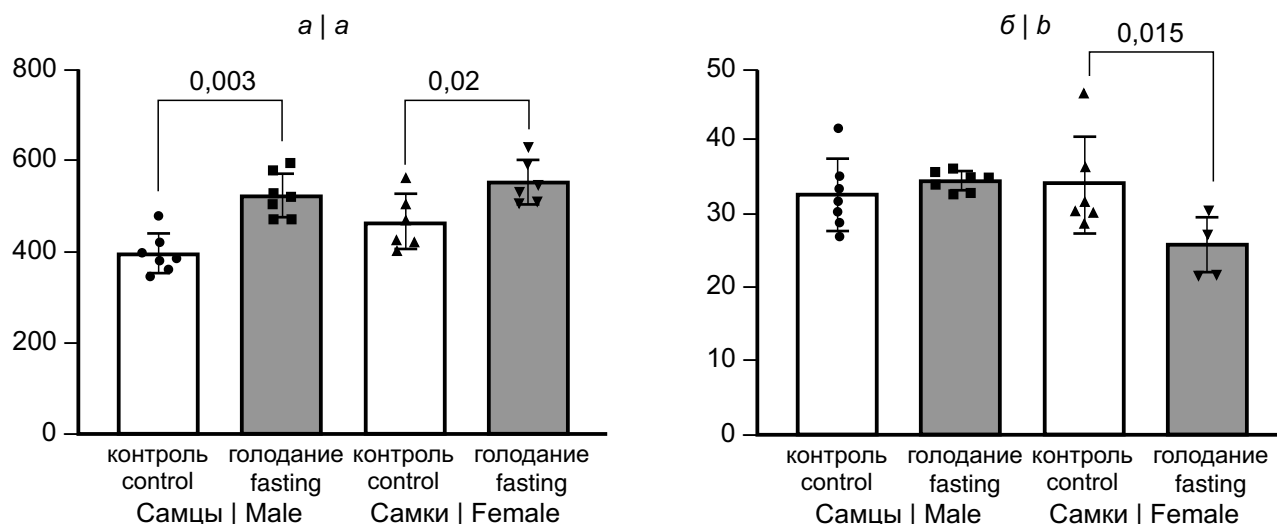
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Статистический анализ не выявил изменений в общей антиоксидантной активности плазмы крови ни у самцов, ни у самок крыс после прерывистого голодания (**таблица**). Однако наблюдалось значимое повышение уровня це-

Значения биохимических показателей крови животных после четырёхдневного периода прерывистого голодания (среднее значение $\pm$ стандартное отклонение)

Blood biochemical parameters of animals after a four-day period of intermittent fasting (mean $\pm$ standard deviation)

Показатель Parameter	Самцы Males		Самки Females	
	контроль control (n = 7)	голодание fasting (n = 7)	контроль control (n = 6)	голодание fasting (n = 6)
Общая антиоксидантная активность плазмы, мкмоль Fe ²⁺ /л Total antioxidant activity of plasma, $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{L}$	393,8 $\pm$ 65,7	378,9 $\pm$ 27,1	380,5 $\pm$ 70,4	349,2 $\pm$ 34,4
ТБК-АП, нмоль/мл плазмы крови TBA-AP, nmol/ml blood plasma	5,00 $\pm$ 0,54	4,5 $\pm$ 0,7	3,6 $\pm$ 1,3	3,1 $\pm$ 0,3
Активность каталазы в крови, усл. ед./г гемоглобина Catalase activity in blood, arb. units/g hemoglobin	77,6 $\pm$ 19,7	69,00 $\pm$ 9,23	95,7 $\pm$ 14,7	73,8 $\pm$ 12,6



Значения биохимических показателей крови животных после четырёхдневного периода прерывистого голодания в группах «Самцы, контроль» ($n = 7$), «Самцы, голодание» ($n = 7$), «Самки, контроль» ($n = 6$), «Самки, голодание» ($n = 6$).

a — содержание церулоплазмينا в плазме крови, мкг/мл; *б* — активность супероксиддисмутазы (третья изоформа) в плазме крови, усл. ед./мг белка.

Цифрами обозначены p — значения при наличии статистически значимых отклонений (two-way ANOVA).

Blood biochemical parameters of animals after a four-day period of intermittent fasting, in the group "Males, control" ($n = 7$), "Males, starvation" ($n = 7$), "Females, control" ($n = 6$), "Females, starvation" ($n = 6$).

a — ceruloplasmin content in blood plasma, µg/ml; *b* — activity of superoxide dismutase (third isoform) in blood plasma, UE/mg protein. The numbers indicate p -values in the presence of statistically significant deviations (two-way ANOVA).

рулоплазмينا в крови опытных животных как у самцов (на 32,5%; $p < 0,01$), так и у самок (на 18,5%; $p < 0,05$) (рисунк, а). Церулоплазмин является основным медьсодержащим белком, который, наряду с функцией переносчика меди, также проявляет феррооксидазную активность и выполняет роль антиоксиданта [5]. По-видимому, повышение уровня церулоплазмينا при интервальном голодании можно рассматривать как компенсаторный механизм, направленный на поддержание адекватного содержания в организме меди и метаболизма железа.

У контрольных животных не наблюдалось значимых отличий в содержании ТБК-АП, при этом у самок значение данного маркера перекисного окисления липидов было ниже, чем у самцов (таблица). Подобное различие в содержании ТБК-АП в плазме крови у контрольных групп самцов и самок крыс может быть связано с гормональным фоном андрогенов, которое нивелируется после периода голодания [6].

Активность каталазы в крови не изменилась после прерывистого голодания у самцов и самок крыс (таблица). Известно, что каталаза является ключевым ферментом в нейтрализации пероксидов [7]. Таким образом, отсутствие изменений в каталазной активности может свидетельствовать об отсутствии эффектов преры-

вистого голодания на метаболизм пероксидов. Активность СОД₃ в плазме крови животных значительно изменилась только у самок после прерывистого голодания (уменьшение на 24%; $p < 0,05$) (рисунк, б). В литературе встречаются данные о снижении активности ферментов системы антиоксидантной защиты (в том числе СОД) у самцов после периодов голодания [8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, прерывистое голодание в течение 4 сут приводит к отклонениям показателей системы антиоксидантной защиты у крыс, причём изменение активности супероксиддисмутазы (третья изоформа) является полоспецифичными. Такая динамика антиоксидантного статуса животных может лежать в основе снижения устойчивости к различным негативным воздействиям на фоне прерывистого голодания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комаров В.Ю., Анисифоров С.Н. К вопросу о распространении синантропных грызунов и мерах борьбы с ними // Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2023. № 2. С. 108–113. DOI: <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2023.2.108> EDN: <https://elibrary.ru/gdwnlm>

2. Cavalcante L.P., Lima T.D.R., de Almeida P.C., et al. Intermittent fasting compromises the performance of eutrophic rats submitted to resistance training // *Nutrition*. 2021. Vol. 86. P. 111187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111187> EDN: <https://elibrary.ru/hwgnxw>
3. Abdel-Rahman M., Hussein A.A., Ahmed-Farid O.A., et al. Intermittent fasting alerts neurotransmitters and oxidant/antioxidant status in the brain of rats // *Metab. Brain Dis.* 2024. Vol. 39, N 7. P. 1291–1305. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11011-024-01415-7> EDN: <https://elibrary.ru/kvfozt>
4. Матюлько И.С., Байжуманов А.А., Хиразова Е.Э., Маслова М.В. Влияние различных режимов питьевой депривации на систему антиоксидантной защиты крови и поведенческую активность крыс // *Журнал медико-биологических исследований*. 2018. Т. 6. № 3. С. 254–261. DOI: <https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.254> EDN: <https://elibrary.ru/lzudbj>
5. Texel S.J., Xu X., Harris Z.L. Ceruloplasmin in neurodegenerative diseases // *Biochem. Soc. Trans.* 2008. Vol. 36, N 6. P. 1277–1281. DOI: <https://doi.org/10.1042/BST0361277>
6. Cienfuegos S., Corapi S., Gabel K., et al. Effect of intermittent fasting on reproductive hormone levels in females and males: a review of human trials // *Nutrients*. 2022. Vol. 3, N 14. P. 2343. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu14112343> EDN: <https://elibrary.ru/hftvrr>
7. Di Marzo N., Chisci E., Giovannoni R. The role of hydrogen peroxide in redox-dependent signaling: homeostatic and pathological responses in mammalian cells // *Cells*. 2018. Vol. 7, N 10. P. 156. DOI: <https://doi.org/10.3390/cells7100156>
8. Marczuk-Krynicka D., Hryniewiecki T., Piatek J., Paluszak J. The effect of brief food withdrawal on the level of free radicals and other parameters of oxidative status in the liver // *Med. Sci. Monit.* 2003. Vol. 9, N 3. P. BR131–BR135.

REFERENCES

1. Komarov V.Yu., Anisiforov S.N. On the issue of the distribution of synanthropic rodents and measures to combat them. *Legal regulation in veterinary medicine*. 2023;(2):108–113. DOI: <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2023.2.108> EDN: <https://elibrary.ru/gdwnlm>
2. Cavalcante L.P., Lima T.D.R., de Almeida P.C., et al. Intermittent fasting compromises the performance of eutrophic rats submitted to resistance training. *Nutrition*. 2021;86:111187. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111187> EDN: <https://elibrary.ru/hwgnxw>
3. Abdel-Rahman M., Hussein A.A., Ahmed-Farid O.A., et al. Intermittent fasting alerts neurotransmitters and oxidant/antioxidant status in the brain of rats. *Metab. Brain Dis.* 2024;39(7):1291–1305. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11011-024-01415-7> EDN: <https://elibrary.ru/kvfozt>
4. Matyul'ko I.S., Bayzhumanov A.A., Khirazova E.E., Maslova M.V. Effects of various regimes of water

- deprivation on the blood antioxidant defence system and behaviour in rats. *Journal of Medical and Biological Research*. 2018;6(3):254–261. DOI: <https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2018.6.3.254> EDN: <https://elibrary.ru/lzudbj>
5. Texel S.J., Xu X., Harris Z.L. Ceruloplasmin in neurodegenerative diseases. *Biochem. Soc. Trans.* 2008;36(6):1277–1281. DOI: <https://doi.org/10.1042/BST0361277>
6. Cienfuegos S., Corapi S., Gabel K., et al. Effect of intermittent fasting on reproductive hormone levels in females and males: a review of human trials. *Nutrients*. 2022;3(14):2343. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu14112343> EDN: <https://elibrary.ru/hftvrr>
7. Di Marzo N., Chisci E., Giovannoni R. The role of hydrogen peroxide in redox-dependent signaling: homeostatic and pathological responses in mammalian cells. *Cells*. 2018;7(10):156. DOI: <https://doi.org/10.3390/cells7100156>
8. Marczuk-Krynicka D., Hryniewiecki T., Piatek J., Paluszak J. The effect of brief food withdrawal on the level of free radicals and other parameters of oxidative status in the liver. *Med. Sci. Monit.* 2003;9(3):BR131–BR135.

Сведения об авторах

Байжуманов Адиль Ануарович — канд. биол. наук, с. н. с. каф. биофизики Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
e-mail: adilbayzhumanov@biophys.msu.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9737-4516>

Абрашитов Глеб Николаевич — студент магистратуры каф. физиологии животных и человека Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

e-mail: glebneurobiophys@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0006-8246-8222>

Хиразова Елизавета Эдуардовна — канд. биол. наук, в. н. с. отдела дератизации (с лабораторией изучения грызунов) Института дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана», Москва, Россия
e-mail: khirazova.ee@fncg.ru
<https://orcid.org/0009-0002-8860-4652>

Комаров Владимир Юрьевич — канд. вет. наук, доцент, зав. отделом дератизации (с лабораторией изучения грызунов) Института дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана», Москва, Россия; доцент каф. эпидемиологии и дезинфектологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования», Москва, Россия
e-mail: komarov.volodya@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1715-3199>

Вклад авторов: Байжуманов А.А. — сбор материала, обработка данных, написание текста; Абрашитов Г.Н. — сбор материала, обработка данных; Хиразова Е.Э. — редактирование; Комаров В.Ю. — редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Information about the authors

Adil A. Baizhumanov – Cand. Sci. (Biol.), senior researcher, Department of biophysics, Faculty of Biology, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
e-mail: adilbayzhumanov@biophys.msu.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9737-4516>

Gleb N. Abrashitov – student, Department of human and animal physiology, Faculty of biology, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
e-mail: glebneurobiophys@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0006-8246-8222>

Elizaveta E. Khirazova – Cand. Sci. (Biol.), leading researcher, Deratisation department (with a rodent research laboratory), Disinfectology Institute, Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Moscow, Russia
e-mail: khirazova.ee@fncg.ru
<https://orcid.org/0009-0002-8860-4652>

Vladimir Yu. Komarov – Cand. Sci. (Veterinary), Associate Professor, Head, Deratisation department (with a rodent research laboratory), Disinfectology Institute, Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Moscow, Russia; Associate Professor, Department of epidemiology and disinfectology, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia
e-mail: komarov.volodya@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1715-3199>

Contribution: *Baizhumanov A.A.* – collection of materials; data processing, writing the text; *Abrashitov G.N.* – collection of materials; data processing; *Khirazova E.E.* – editing; *Komarov V.Yu.* – editing. *All co-authors* – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.