

ГЛОБАЛЬНАЯ ЭПИЗООТОЛОГИЯ СИБИРСКОЙ ЯЗВЫ.

1. ВОСПРИИМЧИВЫЕ ЖИВОТНЫЕ

Махамат Нгуерабе Ямтитина¹, В. В. Макаров²

¹ Аспирант, Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва, Россия, e-mail: mhtnguerabe@mail.ru

² Доктор биологических наук, профессор, Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва, Россия, e-mail: vvm-39@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Распространение сибирской язвы носит повсеместный характер. Эпизоотии постоянно регистрируются во всем мире. Обязательная летальность заболевания, возбудитель которого ведет паразитоидный образ существования, позволяет считать именно смертность в качестве основного признака эпизоотического процесса сибирской язвы животных. Рассматривается восприимчивость животных к сибирской язве в естественных условиях. Приведены литературные данные относительно участия животных разных видов и групп в эпизоотическом процессе и результаты собственного анализа ситуации за последнее время. Восприимчивость того или иного вида животных к сибирской язве зависит не только от дозы, но и от формы (вегетативная или спорная) сибиреязвенного микроба, способа заражения, места внедрения возбудителя в организм. Сибирская язва установлена у млекопитающих 19 видов: крупный рогатый скот, составляющий абсолютное большинство, что подтверждает ведущую роль этих животных в качестве соактанта и хозяина в глобальной паразитоидной системе, овцы и козы, лошади, свиньи, многие дикие жвачные и травоядные, среди которых преобладают олени, газели, бизоны, гиппопотамы и даже слоны, а также плотоядные и хищники. В поддержании стационарности природных (почвенных) очагов сибирской язвы наибольшее значение остается за травоядными животными-эндемиками конкретных территорий и зон, обеспечивающими инфекционные циклы и регулярную реконтаминацию почвы как единственного резервуара инфекции. Подобная полипатогенность отражает преимущественный гостальный состав локальных паразитоидных систем — крупного и мелкого рогатого скота в зонах пастбищного, отгонного, свободного скотоводства (Африка, Азия, Австралия), диких травоядных в Африке и на юге США, бизонов в Канаде, оленей на севере РФ. Заражение лошадиных и особенно хищников имеет спорадический, тупиковый характер, относительно редко и не существенно в эпизоотологии и тем более эпидемиологии сибирской язвы.

Ключевые слова: сибирская язва, эпизоотология, восприимчивость, восприимчивые животные.

UDC 619:616.98:579.852.11

ANTHRAX GLOBAL EPIZOOTOLOGY.

1. SUSCEPTIBLE ANIMALS

Makhamat Nguerabe Yamtitina¹, V. V. Makarov²

¹ Post-Graduate Student, People's Friendship University of Russia (RUDN), Moscow, Russia, e-mail: mhtnguerabe@mail.ru

² Doctor of Science (Biology), professor, People's Friendship University of Russia (RUDN), Moscow, Russia, e-mail: vvm-39@mail.ru

SUMMARY

Anthrax is a widespread disease. Epizootic outbreaks are constantly registered worldwide. Obligatory lethality of the disease, the causative agent of which leads a parasitic mode of life, makes it possible to consider mortality as the main sign of anthrax epizootic process in animals. The paper describes susceptibility of animals to anthrax under natural conditions. The paper presents literature data on the participation of animals of different species and groups in the epizootic process, and the author's own results of analysis of the recent situation. The susceptibility of animal species to anthrax depends not only on the dose, but also on the form (vegetative or spore) of the anthrax bacterium, the mode of infection, and the site of introduction of the pathogen into the organism. Anthrax affects mammals of 19 species: mostly cattle, which are intermediate hosts and hosts in the global parasitoid system; sheep and goats, horses, pigs, many species of wild ruminants and herbivorous, mostly deer, gazelles, bison, hippopotamuses and even elephants, as well as Carnivora. Herbivorous endemic animals play the main role in maintenance of natural (soil) foci of anthrax and provide infectious cycles and regular recontamination of the soil — the only reservoir of infection. Such multipathogenicity demonstrates the predominant host range of local parasitoid systems — cattle and small ruminants in the areas of pasture, distant-pasture, free-range cattle rearing (Africa, Asia, Australia), wild herbivores in Africa and the south of the USA, bison in Canada, deer in the north of the Russian Federation. Infection of Equidae and particularly predators has a sporadic, dead-end character. It occurs relatively seldom and does not play any significant role in anthrax epizootology and epidemiology.

Key words: anthrax, epizootology, susceptibility, susceptible animals.

Универсальная восприимчивость к сибирской язве млекопитающих практически всех видов (домашних и диких травоядных, плотоядных и др.), их обязательная смертность, высокая опасность и злокачественность течения болезни для человека, новые формы угроз в здравоохранении (биотерроризм, наркотики, разнообразные нарушения ветеринарно-санитарных требований вплоть до криминальных), ее повсеместное распространение во всем мире – вот неполный перечень факторов особого, непреходящего значения инфекции на современном этапе [2, 3, 5].

В обычном понимании формы течения сибирской язвы у наиболее распространенных животных различают по скорости развития: молниеносная апopleктическая инфекция у овец, острая у крупного рогатого скота и лошадей, хроническая у свиней. Другие домашние животные, в том числе мелкие, и человек обладают относительной резистентностью. Сведений по эпизоотологии и патологии относительно животных прочих видов, особенно представителей дикой фауны, крайне недостаточно, и они имеют исключительно статистический характер. Преимущественное эпизоотологическое и эпидемиологическое значение представляет заболеваемость продуктивных животных – крупного и мелкого рогатого скота [2, 6, 7, 9].

Первый признак вспышки сибирской язвы – внезапная смерть одного или более животных в стаде как неотъемлемый итог патогенеза с чрезвычайно высокой бациллемией и внутриорганизменный этап двухфазного инфекционного цикла, хотя животноводы могут ретроспективно отмечать некоторые клинические отклонения от нормы (отказ от корма, снижение удоя, опухание в подчелюстной ямке; именно в этой стадии возможна и эффективна этиотропная терапия). У животных с высокой восприимчивостью период между появлением видимых симптомов и смертью может составлять всего несколько часов. В таком случае первостепенное значение для немедленного подозрения на сибирскую язву имеет история эпизоотической обстановки в регионе, инциденты внезапной смертности, особенно хронологически близкие к землеройным работам (пахота, раскопки, углубление водоемов и т. п.) [6, 7, 9].

Следует отметить, что наружных карбункулезных поражений, подобных кожной форме сибирской язвы у человека, у животных не регистрируется. Любые инвазивные манипуляции с животными и трупами, подозрительными по заболеванию анаэробными инфекциями, чрезвычайно опасны с точки зрения последующей контаминации спорами возбудителей окружающей среды и законодательно запрещены. Основное внимание в посмертной диагностике уделяется состоянию трупа. Признаки, дающие основание подозревать сибирскую язву у крупного рогатого скота и других жвачных, – отсутствие трупного окоченения, чрезмерное прогрессирующее вздутие, выделение крови из отверстий, несвернувшаяся («лаковая») кровь [1, 6, 7, 9].

Хроническая форма течения сибирской язвы у свиней встречается редко, сопровождается проявлениями фарингеального ангинозного воспалительного процесса в области миндалин, отеком горла и подчелюстного пространства [6, 7, 9].

По сравнению с травоядными плотоядные животные, как домашние, так и дикие, в естественных условиях проявляют достаточную резистентность к сибирской язве. Собаки считаются мало восприимчивыми, но

регистрируются нередкие случаи заболеваний при поедании ими фрагментов сибиреязвенных туш. Например, заражение и смертность собак и кошек встречается в эндемичных странах Африки, особенно во время эпизоотических вспышек, когда при потреблении абортригенами мяса сибиреязвенных коров боенские отходы, в частности, селезенки, увеличенные в размерах вследствие болезни, скармливались мелким домашним животным. Летальность собак достаточно низкая, но при этом формируется серопозитивность к антигенам *Bacillus anthracis*. Известны аналогичные случаи заболевания лисиц в Великобритании [6, 7, 9, 11].

Сибиреязвенная инфекция как болезнь диких млекопитающих хорошо известна в Центральной и Южной Африке, Северной Америке, Заполярье России. Многочисленные гиперспорадические вспышки и эпизоотии (нередко широкомасштабные) зарегистрированы на протяжении сотен лет среди представителей оленевых и бизонов в Северном полушарии, среди различных травоядных (антилопы, зебры, бегемоты, носороги, слоны) и плотоядных (особенно гепардов) в Африке. Распространенная серопозитивность к антигенам *Bac. anthracis* у хищников, падальщиков и прочих плотоядных, указывающая на их пищевые предпочтения, косвенно также характеризует экологическую активность сибиреязвенной инфекции и напряженность эпизоотической ситуации [6, 7, 9].

Зарегистрированы естественная заболеваемость верблюдов, буйволов, норков, барсуков, хорьков, енотов, шимпанзе, многочисленные случаи непреднамеренного заражения и гибели животных, содержащихся в неволе и потребляющих субпродукты и боенские отходы (пума, леопард, лев, волк, рысь, сервал, койпу, муравьед, белый медведь и др.) [6, 7].

В фундаментальной аналитической работе М. Hugh-Jones и V. De Vos, специально посвященной сибирской язве у диких животных, показано, что имеются случаи регистрации заболевания сибирской язвой среди содержащихся в зоологических садах и на страусиных фермах черепах, птиц (страус, утки, журавль), разнообразных хищников (около 30 видов) и млекопитающих других категорий с нетривиальной восприимчивостью (более 20 видов). Помимо спорадических случаев среди животных, ведущих свободный образ жизни или содержащихся в неволе (эпизоотического паттерна, типичного для сибиреязвенной инфекции), отмечена возможность возникновения и развития энзоотий и эпизоотий среди стадных животных (зебры, антилопы, бизоны, олени) [11].

При этом заболеваемость и смертность диких животных, особенно травоядных, сопровождалась каноническими признаками сибиреязвенной инфекции. Принципиально важно в контексте инфекционного цикла и эффективности посмертной контаминации окружающей среды, что бациллемия в терминальной стадии достигала уровней от десятков тысяч до миллиарда КОЕ/мл. Согласно опубликованным данным, титры КОЕ/мл *Bac. anthracis* составляли: в крови зебр – 10^6 – 10^8 , антилоп – 10^8 , гепардов – 10^8 , макак-резусов – 10^4 – 10^9 , шимпанзе – 10^9 , слонов – 10^6 – 10^8 , овец и коз – 10^8 [6, 7, 11].

Если заболеваемость домашних животных в целом доступна для контроля, осуществляемого повсеместно, по крайней мере, в странах с удовлетворительным уровнем ветеринарного надзора (диагностика, вакцинация, ликвидация последствий), то в экзотических регионах Африки и Азии, а также в Северной

Таблица

Суммированные данные по ЛД₅₀ спор *Bac. anthracis* для животных разных видов

Животные	Способ заражения	ЛД ₅₀	Ссылки	Способ заражения	ЛД ₅₀	Ссылки	Способ заражения	ЛД ₅₀	Ссылки
Морские свинки	парентерально	<10–50	Lincoln et al. (1967); Schlingman et al. (1956); Watson, Keir (1994); De Vos (1990); De Vos, Scheepers (1996)	ингаляционно	2–4 × 10 ⁴	Watson, Keir (1994); Zaucha et al. (1998); Lincoln et al. (1967); Fildes (1943)	алиментарно	10 ⁸	Fildes (1943); Druett et al. (1953); Carter, Pearson (1999); Schlingman et al. (1956); Redmond et al. (1997); De Vos (1990); De Vos, Scheepers (1996)
Мыши		<10–150			1,5 × 10 ⁴			–	
Овцы		100			–			5 × 10 ⁸	
Антилопы		100–250			–			1,7 × 10 ⁷	
Макаки-резусы		3 × 10 ³			–			–	
Кролики		5 × 10 ³			10 ⁵			10 ⁸	
Крысы		10 ⁶			–			–	
Свиньи		10 ⁹			2,7 × 10 ⁷			–	
Собаки		5 × 10 ¹⁰			1,8 × 10 ⁷			–	
Обезьяны	–	–	–	–	4–750 × 10 ³	–	–	–	–
КРС	–	–	–	–	–	–	–	5 × 10 ⁸	–
Лошади	–	–	–	–	–	–	–	5 × 10 ⁸	–

Америке (Канада и США) продолжительное, нередко стационарное неблагополучие с периодическими гиперэнзоотическими проявлениями и постоянным высоким риском для домашнего животноводства и здоровья населения поддерживается главным образом за счет природной очаговости среди диких животных. Особое значение в этом имеют различного рода национальные парки в Субсахарской Африке (Kruger National Park в Южно-Африканской Республике, Etosha National Park и Bwabwata National Park в Намибии, Parc national de Taï в Кот-д'Ивуаре, Little Makololo в Зимбабве и др.), в центре Канады (провинции Альберта, Саскачеван, Манитоба), ранчо и оленьи заповедники на юго-востоке США (штаты Техас, Луизиана) [6, 7, 9]. Стереотипность такой ситуации подтверждается гиперспорадией на севере Российской Федерации в 2016 г. [5]. По мнению авторитетных специалистов, проблема экологии сибирской язвы в естественных условиях (выживаемость спор в почве, в том числе цикл «споруляция → вегетация → респоруляция», их выделение и определение, генотипирование, спонтанное заражение на пастбищах, диагностика в поле) является наиболее приоритетным направлением в изучении сибирской язвы¹ [6, 7, 8, 10].

Общепринято, что восприимчивость к сибирской язве животных каждого вида характеризуется специфическими закономерностями развития септицемии, уровнем токсина в крови, летальности. В определенной степени восприимчивость находит отражение в заражающих дозах, необходимых для воспроизводства сибирской язвы. В таблице обобщены опубликованные данные относительно ЛД₅₀ для разных животных.

Представляют интерес результаты уникальных экспериментов по оценке восприимчивости животных, описанные А. Н. Куличенко и соавт. [4]. При парентеральном заражении 3 коров очень большими дозами

возбудителя (около 10 млрд спор, как минимум 10 ЛД₅₀) в корень языка и дополнительном внутривенном заражении они лишь переболели без летального исхода. У 1 животного из 3 одновременно с течением инфекции возник мастит с выделением в молоке большого количества возбудителя в вегетативной (капсульной, т. е. вирулентной) форме. У 2 остальных в крови возбудитель сохранялся лишь в течение 3 сут, но в кале его обнаруживали до 20 сут. На примере этих 2 коров массивное заражение и переболевание в отсутствие воспалительных осложнений и летального исхода по сути не сопровождались выделением патогена в количествах, обеспечивающих его участие в дальнейшей передаче инфекции и в эпизоотическом процессе. 4-я корова, ранее вакцинированная, зараженная спорами парентерально аналогичным образом и дополнительно подкожным введением бульонной культуры возбудителя, погибла. Высказано мнение, что «течение сибиреязвенной инфекции у животных зависит не только от дозы, но и формы (вегетативная или споровая) сибиреязвенного микроба, попадающего в организм», т. е. решающим явилось заражение вегетативными формами возбудителя. В целом по полученным данным можно судить о сложности процесса заражения и достаточной условности определения ЛД₅₀.

В рамках настоящей работы проведен подробный статистический анализ мировых показателей смертности животных разных видов от сибирской язвы, зарегистрированных в международной базе данных ProMED [12] в период с 2007 по 2017 г. Обязательная летальность заболевания, возбудитель которого ведет паразитоидный образ существования, позволяет считать именно смертность основным признаком эпизоотического процесса сибирской язвы животных.

Сибирская язва установлена у млекопитающих 19 видов. Видовая структура реальной подверженности заражению представлена на рисунке.

В числе жертв сибирской язвы домашние животные практически всех видов – крупный рогатый скот, со-

¹ В отечественной науке это называется природной очаговостью.

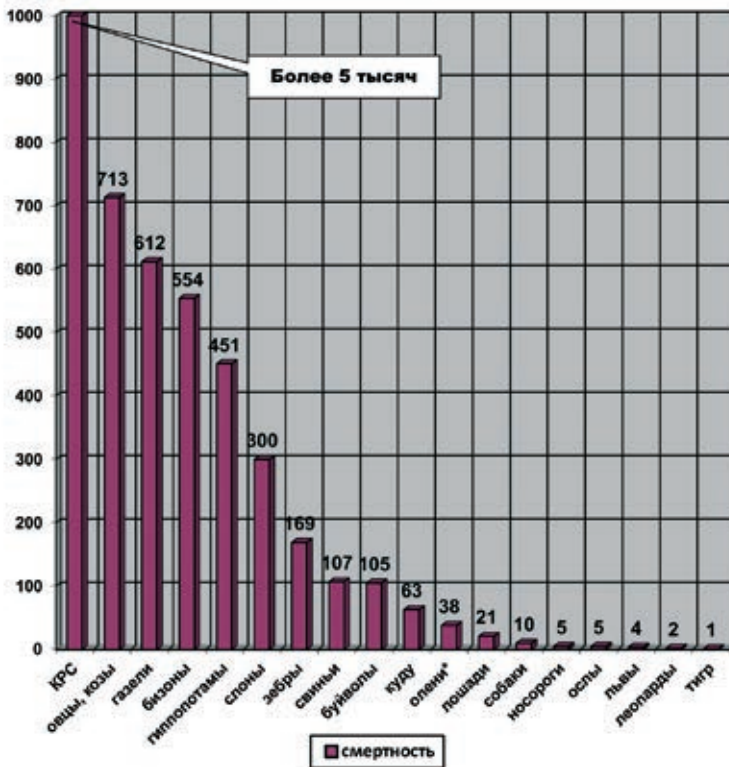


Рис. Смертность животных разных видов от сибирской язвы, зарегистрированная в мире в 2007–2017 гг.

* Без учета падежа 2600 оленей в РФ в 2016 г. [5].

ставляющий абсолютное большинство, что подтверждает ведущую роль этих животных в качестве соактанта и хозяина в глобальной паразитоидной системе, овцы и козы, свиньи, лошади, многие дикие жвачные и травоядные, среди которых преобладают олени, газели, бизоны, гиппопотамы и даже слоны, а также плотоядные и хищники.

Судя по количественной характеристике смертности, в эпизоотическом процессе сохраняется различие роли животных разных видов. В поддержании стационарности природных (почвенных) очагов сибирской язвы наибольшее значение остается за травоядными животными-эндемиками конкретных территорий и зон, обеспечивающими инфекционные циклы и регулярную реконтаминацию почвы как единственного резервуара инфекции.

Подобная полипатогенность отражает преимущественный гостальный состав локальных паразитоидных систем – крупного и мелкого рогатого скота в зонах пастбищного, отгонного, свободного скотоводства (Африка, Азия, Австралия), диких травоядных в Африке и на юге США, бизонов в Канаде, оленей на севере РФ. Заражение лошадиных и особенно хищников имеет поистине спорадический, тупиковый характер, относительно редко и не существенно в эпизоотологии и тем более эпидемиологии сибирской язвы.

Публикация подготовлена при поддержке Программы РУДН «5–100».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ветеринарные правила осуществления профилактических, диагностических, лечебных, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на

предотвращение распространения и ликвидацию очагов сибирской язвы: утв. приказом Минсельхоза России от 14 августа 2017 г. № 403.

2. Макаров В. В., Брико Н. И. Мировой нозоарел сибирской язвы // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. – 2011. – № 2. – С. 13–18.

3. Сибирская язва: актуальные проблемы разработки и внедрения медицинских средств защиты: руководство для врачей / под ред. Г. Г. Онищенко, В. В. Кожухова. – М.: Медицина, 2010. – 422 с.

4. Сибирская язва на Северном Кавказе / А. Н. Куличенко, Н. П. Буравцева, А. Г. Рязанова, Е. И. Еременко; под ред. проф. А. Н. Куличенко. – Майкоп: Качество, 2016. – 198 с.

5. Шестакова И. В. Сибирская язва ошибок не прощает: оценка информации после вспышки на Ямале летом 2016 года // Журнал инфектологии. – 2016. – Т. 8, № 3. – С. 5–27.

6. Anthrax in humans and animals / WHO. – 4th ed. – Geneva, 2008. – 208 p. – URL: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/97503/9789241547536_eng.pdf (дата обращения: 01.12.18).

7. Anthrax outbreaks: A warning for improved prevention, control and heightened awareness / S. Shadomy, A. El Idrissi, E. Raizman [et al.] // Empres Watch. – 2016. – Vol. 37. – URL: <http://www.fao.org/3/a-i6124e.pdf> (дата обращения: 01.12.18).

8. Anthrax // OIE. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (mammals, birds and bees). – 5th ed. – Paris: OIE, 2004. – Vol. 1, Chapter 2.2.1. – P. 283–294. – URL: <http://www.oie.int/doc/ged/D6460.PDF> (дата обращения: 01.12.18).

9. Guidelines for the Surveillance and Control of Anthrax in Human and Animals / WHO/EMC/ZDI/98.6. – 3rd ed. – Geneva, Switzerland: World Health Organization, 1998. – URL: http://www.who.int/csr/resources/publications/anthrax/WHO EMC_ZDI_98_6/en/ (дата обращения: 01.12.18).

10. Hugh-Jones M., Blackburn J. The ecology of *Bacillus anthracis* // Mol. Aspects Med. – 2009. – Vol. 30 (6). – P. 356–367; DOI: 10.1016/j.mam.2009.08.003.

11. Hugh-Jones M., De Vos V. Anthrax and wildlife // Rev. Sci. Tech. OIE. – 2002. – Vol. 21 (2). – P. 359–383.

12. ProMed. International Society for Infectious Diseases. – URL: <http://www.promedmail.org/>.

REFERENCES

1. Veterinary rules for the implementation of preventive, diagnostic, therapeutic, restrictive and other measures, the imposition and lifting of quarantine and other restrictions aimed at preventing the spread and elimination of anthrax foci [Veterinarnye pravila osushchestvleniya profilakticheskikh, diagnosticheskikh, lechebnykh, ogranichitel'nykh i inykh meropriyatiy, ustanovleniya i otmeny karantina i inykh ogranicheniy, napravlennykh na predotvrashchenie rasprostraneniya i likvidatsiyu ochagov sibirskoy yazvy]: approved by Order of the Ministry of Agriculture of Russia No. 403 of August 14, 2017 (in Russian).

2. Makarov V. V., Briko N. I. The worldwide nosoarea of anthrax (Mirovoj nozoareal sibirskoy yazvy). *Epidemiology and Infectious Diseases. Current Items*. 2011; 2: 13–18 (in Russian).

3. Anthrax: actual problems of the development and implementation of medical protective products: a guide for doctors [Sibirskaya yazva: aktual'nye problemy razrabotki i vnedreniya medicinskih sredstv zashchity: rukovodstvo dlya vrachej]. ed. G. G. Onischenko, V. V. Kozhukhova. M.: Medicine; 2010 (in Russian).

4. Anthrax in the North Caucasus [Sibirskaya yazva na Severnom Kavkaze]. A. N. Kulichenko, N. P. Buravtseva, A. G. Ryzanova, Ye. I. Yeryomenko; ed. professor A. N. Kulichenko. Maikop: Kachestvo, 2016 (in Russian).

5. Shestakova I. V. Anthrax does not forgive mistakes: the information assessment following the Yamal Peninsula outbreak in the summer of 2016 [Sibirskaya yazva oshibok ne proshchaet: ocenka informatsii posle vspyski na Yamale letom 2016 goda]. *Jurnal Infekologii*. 2016; 8 (3): 5–27 (in Russian).

6. Anthrax in humans and animals. WHO. 4th ed. Geneva, 2008. URL: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/97503/9789241547536_eng.pdf (access date: 01.12.18).

7. Anthrax outbreaks: A warning for improved prevention, control and heightened awareness. S. Shadomy, A. El Idrissi, E. Raizman [et al.]. *Empres Watch*. 2016; 37. URL: <http://www.fao.org/3/a-i6124e.pdf> (access date: 01.12.18).

8. Anthrax. OIE. *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (mammals, birds and bees)*. 5th ed. Paris: OIE, 2004; 1 (Chap. 2.2.1.): 283–294. URL: <http://www.oie.int/doc/ged/D6460.PDF> (access date: 01.12.18).

9. *Guidelines for the Surveillance and Control of Anthrax in Human and Animals*. WHO/EMC/ZDI/98.6. 3rd ed. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 1998. URL: http://www.who.int/csr/resources/publications/anthrax/WHO EMC_ZDI_98_6/en/ (access date: 01.12.18).

10. Hugh-Jones M., Blackburn J. The ecology of *Bacillus anthracis*. *Mol. Aspects Med*. 2009; 30(6): 356–367; DOI: 10.1016/j.mam.2009.08.003.

11. Hugh-Jones M., De Vos V. Anthrax and wildlife. *Rev. Sci. Tech. OIE*. 2002; 21 (2): 359–383.

12. ProMed. International Society for Infectious Diseases. URL: <http://www.promedmail.org/>.

Поступила 20.11.18

Принята в печать 29.11.18