

© Герасименко Д.К., Рязанова А.Г., Буравцева Н.П., Мезенцев В.М., Семенко О.В., Аксенова Л.Ю., Семенова О.В., Варфоломеева Н.Г., Пеньковская Н.А., Листопад С.А., Суфьянова С.М., Куличенко А.Н., 2020

УДК 614.4:616.98:579.852.11:004.78(477.75)

Ретроспективный анализ эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по сибирской язве в Республике Крым с применением ГИС-технологий

Д.К. Герасименко¹, А.Г. Рязанова¹, Н.П. Буравцева¹, В.М. Мезенцев¹, О.В. Семенко¹,
Л.Ю. Аксенова¹, О.В. Семенова¹, Н.Г. Варфоломеева¹, Н.А. Пеньковская²,
С.А. Листопад², С.М. Суфьянова², А.Н. Куличенко¹

¹ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт»,
ул. Советская, д. 13–15, г. Ставрополь, 355035, Российская Федерация

²Межрегиональное Управление Роспотребнадзора по Республике Крым и г. Севастополю,
ул. Набережная, д. 67, г. Симферополь, 295034, Российская Федерация

Резюме: Цель исследования – проведение ретроспективного анализа эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по сибирской язве в Республике Крым и совершенствование надзора за этой инфекцией с помощью технологий географических информационных систем (ГИС-технологий). *Материал и методы.* В процессе рассмотрения особенностей проявления активности инфекции на различных территориях Крымского полуострова, заболеваемости сибирской язвой животных и людей в 1922–2019 гг., проанализированы, обобщены сведения отчетных форм Межрегионального Управления Роспотребнадзора по Республике Крым и г. Севастополю. В качестве ГИС-платформы применена программа ESRI-ArcGIS 10. При районировании административных единиц Крыма по степени неблагополучия в отношении сибирской язвы рассчитан индекс эпизоотичности. Результаты исследования. Установлено, что в настоящее время в Республике Крым отмечена относительно благополучная эпизоотолого-эпидемиологическая ситуация по данной инфекции. За период 1922–2019 гг. в Крыму зарегистрировано 211 стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов (СНП), находящихся в 9 районах и 1 городском совете, учтено 13 сибирезавенных захоронений (СЯЗ) в 4 районах. Большинство СНП (182, т. е. 86,3 %) сформировано в 1932–1961 гг., пик активности сибирской язвы приходился на 1942–1951 гг., а последние вспышки инфекции среди животных, людей были в 1995 г. Учитывая способность сибирезавенного микроба к длительному сохранению в почве, осуществлено районирование административных единиц Республики Крым с помощью ГИС-технологий в зависимости от полученных показателей степени неблагополучия по инфекции. В результате территории всего полуострова разделены на благополучную и неблагополучную и относительно потенциальной возможности активации СНП. Изучена территориальная привязка СНП к климатогеографическим условиям Крыма. Преобладающее большинство СНП (167) обнаружено в пределах сухостепных, типичных степных, северных степных зон ландшафтов полуострова с преимущественным распределением на дерново-карбонатных, лугово-черноземных, черноземных типах почв.

Ключевые слова: сибирская язва, эпизоотолого-эпидемиологический надзор, заболеваемость, стационарно неблагополучный по сибирской язве пункт, сибирезавенное захоронение, районирование, почвенно-ландшафтные условия, ГИС-технологии.

Для цитирования: Герасименко Д.К., Рязанова А.Г., Буравцева Н.П., Мезенцев В.М., Семенко О.В., Аксенова Л.Ю., Семенова О.В., Варфоломеева Н.Г., Пеньковская Н.А., Листопад С.А., Суфьянова С.М., Куличенко А.Н. Ретроспективный анализ эпизоотолого-эпидемиологической ситуации по сибирской язве в Республике Крым с применением ГИС-технологий // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 11 (332). С. 78–84. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-332-11-78-84>

A GIS-Based Retrospective Analysis of the Epizootiologic and Epidemiological Situation of Anthrax in the Republic of Crimea

D.K. Gerasimenko¹, A.G. Ryazanova¹, N.P. Buravtseva¹, V.M. Mezentsev¹, O.V. Semenko¹, L.Yu. Aksеноva¹,
O.V. Semenova¹, N.G. Varfolomeeva¹, N.A. Penkovskaya², S.A. Listopad², S.M. Sufyanova², A.N. Kulichenko¹

¹Stavropol Research Anti-Plague Institute, 13–15 Sovetskaya Street, Stavropol, 355035, Russian Federation

²Interregional Department of the Federal Service for Surveillance in the Sphere of Consumers Rights Protection and Human Welfare in the Republic of Crimea and the City of Sevastopol,
67 Naberezhnaya Street, Simferopol, 295034, Russian Federation

Summary. The purpose of the study was to conduct a retrospective analysis of the epizootiologic and epidemiological situation of anthrax in the Republic of Crimea and to improve surveillance of this infection using geographic information systems (GIS technologies). *Material and methods:* In the process of considering specific features of manifestations of infection in different areas of the Crimean Peninsula and outbreaks of anthrax in animals and humans in 1922–2019, we analyzed and summarized data of reporting forms of the Interregional Department of Rospotrebnadzor in the Republic of Crimea and Sevastopol. ESRI's ArcGIS 10 software was used as a GIS-platform. When zoning the administrative units of Crimea by the level of endemicity, we estimated epizootic indices for anthrax. *Results:* We observed a relatively safe epizootiologic and epidemiological situation of anthrax in the Republic of Crimea. In 1922–2019, 211 potentially hazardous stationary sites located in nine districts and one city council and 13 anthrax burial sites in four districts were registered in Crimea. Most sites (182 or 86.3 %) appeared in 1932–1961, the peak anthrax activity occurred in 1942–1951, and the latest outbreaks of infection among animals and humans were registered in 1995. Taking into account the ability of anthrax spores to persist in soil for years, the administrative units of the Crimean Peninsula were zoned using GIS-technologies based on the established epizootic indices. As a result, the territory of the Republic of Crimea was divided into areas with different levels of risk of exposure to anthrax. We also studied the relationship between the endemic areas and local climatic and geographical conditions and found that the majority of stationary sites (167) were within the dry-steppe, typical steppe, and northern steppe zones of the Peninsula with dominating soddy calcareous, meadow chernozem, and chernozem types of soil.

Keywords: anthrax, epizootiologic and epidemiological surveillance, morbidity, stationary sites at risk of exposure to anthrax, anthrax burial site, zoning, soil and landscape conditions, geographic information technologies.

For citation: Gerasimenko DK, Ryazanova AG, Buravtseva NP, Mezentsev VM, Semenko OV, Aksеноva LY, Semenova OV, Varfolomeeva NG, Penkovskaya NA, Listopad SA, Sufyanova SM, Kulichenko AN. A GIS-based retrospective analysis of the epizootiologic and epidemiological situation of anthrax in the Republic of Crimea. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020; (11(332)):78–84. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-332-11-78-84>

Author information: Gerasimenko D.K., <https://orcid.org/0000-0002-8636-6585>; Ryazanova A.G., <https://orcid.org/0000-0002-5196-784X>; Buravtseva N.P., <https://orcid.org/0000-0002-0756-5405>; Mezentsev V.M., <https://orcid.org/0000-0003-0613-861X>; Semenko O.V., <https://orcid.org/0000-0002-6018-3262>; Aksеноva L.Yu., <https://orcid.org/0000-0002-7744-3112>; Semenova O.V., <https://orcid.org/0000-0003-0274-898X>; Penkovskaya N.A., <https://orcid.org/0000-0002-1585-0919>; Listopad S.A., <https://orcid.org/0000-0002-7499-7080>; Sufyanova S.M., <https://orcid.org/0000-0003-1497-4917>; Kulichenko A.N., <https://orcid.org/0000-0002-9362-3949>.

Введение. Сибирская язва — особо опасная инфекция всемирного распространения [1–3]. Потенциал этой инфекции с сохраняющимися рисками возникновения случаев заболевания животных и людей тесно связан с существованием, повсеместным распространением естественных почвенных резервуаров сибирезавенного микроба [4–6].

28 июля 2016 г. произведено включение в состав Южного федерального округа (ЮФО) Крымского федерального округа, образованного 18 марта 2014 г. в связи с присоединением Крыма к Российской Федерации [7]. После вхождения в состав ЮФО Республика Крым стала занимать важное экономико-географическое положение с быстро развивающейся транспортной сетью, увеличивающимся туристическим потоком, расширяющимся многоотраслевым сельским хозяйством, интенсифицированным животноводством [8]. Территория полуострова на протяжении прошлых столетий была неблагополучной в отношении сибирской язвы, заболеваемость животных и людей сибирезавенной инфекцией в Крыму регистрировалась повсеместно, а ненадлежащим образом проводимые захоронения трупов павшего скота приводили к появлению стойких сибирезавенных почвенных очагов [9], на повышение активности которых в настоящее время могут оказывать влияние активные восстановительные преобразования экономики полуострова, включающие распашку, обработку земель, строительство дорог и т. д.

Цель исследования — проведение ретроспективного анализа эпизоотологической и эпидемиологической ситуации по сибирской язве в Республике Крым и применение ГИС-технологий в усовершенствовании комплексного надзора за инфекцией.

Материал и методы. На основе полученных из Управления Роспотребнадзора по Республике Крым и г. Севастополю сведений рассмотрены актуализированные данные по СНП, СЯЗ, выявленным случаям активизации сибирезавенной инфекции на административных территориях Крымского полуострова. Выполнен анализ проявлений неблагополучия с регистрацией заболеваемости животных, людей в течение исследуемого периода (1922–2019 гг.). Для пространственного размещения на нозогеографических картах СНП и СЯЗ применены ГИС-технологии в виде программы ESRI–ArcGIS 10 с топографической основой электронных карт М 1 : 200000, располагающих сведениями по административным границам региона, отдельных районов, городских советов (горсоветов), типам ландшафтов, почв, населенным пунктам, СНП и СЯЗ. Для определения степени неблагополучия территорий по сибирской язве рассчитан индекс эпизоотичности (ИЭ), предложенный М.Г. Таршисом¹: $ИЭ = (n \times t) : (N \times T)$, где n — число СНП в том или ином районе, горсовете, t — количество лет с регистрацией случаев активности СНП в пределах района или горсовета, N — число всех населенных пунктов в районе или горсовете, T — общее количество изучаемых лет.

Результаты исследования. С целью проведения исследования была разработана геоинформационная база данных СНП и СЯЗ, заре-

гистрированных на протяжении 1922–2019 гг. на административных территориях Крыма. Общая структура имеющихся отчетных данных представлена в виде таблиц, содержащих информацию об актуализированном количестве выявленных СНП и СЯЗ с включением лет, в течение которых зафиксирована активность СНП, инфекция среди животных, людей, и названия административных районов, городских советов, населенных пунктов с географическими координатами и т. д. С применением геоинформационной программы ESRI–ArcGIS 10 [10] была осуществлена привязка табличных данных по географическим координатам к топографическим картам Крымского полуострова, при этом на картах отобразились отдельные точки, каждая из которых соответствует определенной совокупности сведений из созданной базы данных. Полученная карта является основным слоем геоинформационной системы, служащим для дальнейшего наложения ландшафтных, почвенных и иных слоев, связанных с экономико-географическими особенностями полуострова Крым и т. п. Формируемые дополнительные информационные слои на карте и объекты, содержащиеся в базе данных, приобретают пространственные связи с возможностью выполнения различных операций, обработки данных и т. д. [11, 12].

В ходе исследования было определено, что за период 1922–2019 гг. в Республике Крым было выявлено 211 СНП в 9 административных районах и 1 Феодосийском городском совете (табл. 1). По количеству СНП районы можно распределить в следующем порядке: в Белогорском — 36 СНП, Ленинском — 32, Симферопольском — 32, Нижнегорском — 30 и только 2 СНП приходится на Бахчисарайский район. За 1922–2019 гг. зафиксировано 48 случаев заболевания людей сибирской язвой и 436 случаев инфекции среди животных. Так, в Ленинском районе показано наиболее высокое по сравнению с другими районами, горсоветами число зараженных людей (22), а в Нижнегорском (1) и Симферопольском (1) районах — наименьшее. Наибольшее число павших сельскохозяйственных животных отмечено в Симферопольском (91 головы), Кировском (80), Ленинском (74) районах, а относительно более низкая заболеваемость животных выявлена в Феодосийском горсовете (10) и Бахчисарайском районе (2). В остальных 4 районах Крыма суммарное число погибших животных колебалось от 36 до 57. Эпизоотии сибирской язвы в 14 административных единицах Крымского полуострова не зарегистрированы.

Как видно из таблицы, у сельскохозяйственных животных наибольшее число случаев падежа отмечено среди крупного рогатого скота (КРС) — 184 головы (42,2 %). На мелкий рогатый скот (МРС) приходится 22 % случаев инфекции, при этом свиньи (5 голов, 1,2 %) и лошади (2 головы, 0,5 %) в период с 1922 по 2019 г. были в незначительной степени вовлечены в имевшуюся в Крыму эпизоотическую активность.

Формирование СНП в Крыму проанализировано в 8 десятилетних временных периодах. Как следует из полученных данных, большинство

¹ Черкасский Б.Л. Эпидемиология и профилактика сибирской язвы. М.: ИНТЕРСЭН. 2002. 384 с.

СНП сформировалось с 1932 по 1961 г. — 182 пункта, т. е. 86,3 %. В последующие десятилетия временные периоды появления новых неблагополучных по инфекции пунктов резко снижались: с 1962 по 1971 г. неблагополучие по сибирской язве выявлено в 16 новых населенных пунктах (7,6 %), с 1972 по 1981 г. обнаружено 2 новых СНП (0,9 %), с 1982 по 1991 гг. — 4 (1,9 %), а с 1992 по 1995 г. — 3 (1,4 %) (табл. 2).

Относительно невысокие показатели формирования СНП в Крыму в 1922–1931 гг. объясняются главным образом не отсутствием случаев падежа животных от сибирской язвы, а недостаточно организованной системой регистрации заболеваемости в годы, когда на Крымском полуострове сложилась сложная социально-экономическая ситуация, связанная с военными действиями 1917–1920 гг., экономическим кризисом, природными катаклизмами,

Таблица 1. Сводные данные по количеству стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов, количеству больных людей, количеству и видовому составу павших животных в Республике Крым

Table 1. Summary data on the number of anthrax endemic stationary sites, the number of cases in humans, the number and species of fallen animals in the Republic of Crimea

Административные единицы Республики Крым / Administrative units of the Republic of Crimea	Число СНП / Number of sites	Число больных людей / Number of cases in humans	Количество и видовой состав павших животных / Number and species of fallen animals						
			КРС / Cattle	МРС / Small cattle	Свиньи / Pigs	Лошади / Horses	Другие виды / Other species	Всего / Total	
Алуштинский горсовет / Alushta City Council	–	–	–	–	–	–	–	–	
Армянский горсовет / Armenian City Council	–	–	–	–	–	–	–	–	
Бахчисарайский район / Bakhchisaraysky district	2	–	2	–	–	–	–	2	
Белогорский район / Belogorsky district	36	–	37	20	–	–	–	57	
Джанкойский район / Dzhankoy district	–	–	–	–	–	–	–	–	
Евпаторийский горсовет / Evpatoria City Council	–	–	–	–	–	–	–	–	
Керченский горсовет / Kerch City Council	–	–	–	–	–	–	–	–	
Кировский район / Kirovsky district	15	7	43	28	–	–	9	80	
Красногвардейский район / Krasnogvardeisky district	–	–	–	–	–	–	–	–	
Красноперекопский район / Krasnoperekopsky district	17	–	36	4	–	–	–	40	
Ленинский район / Leninsky district	32	22	51	18	3	2	–	74	
Нижегородский район / Nizhnegorsky district	30	1	–	–	–	–	–	–	
Первомайский район / Pervomaiysky district	22	15	7	17	1	–	11	36	
Раздольненский район / Razdolnensky district	–	–	–	–	–	–	–	–	
Сакский горсовет / Saki City Council	–	–	–	–	–	–	–	–	
Сакский район / Saki district	19	2	–	–	–	–	46	46	
Севастопольский горсовет / Sevastopol City Council	–	–	–	–	–	–	–	–	
Симферопольский район / Simferopol district	32	1	8	3	1	–	79	91	
Советский район / Sovetsky district	–	–	–	–	–	–	–	–	
Судакский горсовет / Sudak City Council	–	–	–	–	–	–	–	–	
Феодосийский горсовет / Theodosian City Council	6	–	–	6	–	–	4	10	
Черноморский район / Black Sea Region	–	–	–	–	–	–	–	–	
Ялтинский горсовет / Yalta City Council	–	–	–	–	–	–	–	–	
Итого / Total:	n	211	48	184	96	5	2	149	436
	%	100	100	42.2	22	1.2	0.5	34.2	100

Таблица 2. Формирование стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов в Республике Крым по периодам в течение 1922–2019 гг.

Table 2. Formation time distribution of anthrax endemic stationary sites in the Republic of Crimea, 1922–2019

Районы / Districts	Число СНП / Number of sites	Периоды, годы / Time periods, yrs							
		1922–1931	1932–1941	1942–1951	1952–1961	1962–1971	1972–1981	1982–1991	1992–2019
Бахчисарайский / Bakhchisaraysky	2	—	2	—	—	—	—	—	—
Белогорский / Belogorsky	36	—	8	14	9	4	—	1	—
Кировский / Kirovsky	15	1	11	3	—	—	—	—	—
Красноперекопский / Krasnoperekopsky	17	1	1	10	5	—	—	—	—
Ленинский / Leninsky	32	—	—	7	18	7	—	—	—
Нижегородский / Nizhnegorsky	30	—	16	5	6	2	—	—	1
Первомайский / Pervomaisky	22	—	4	7	7	—	—	3	1
Сакский / Saki	19	—	8	9	1	—	1	—	—
Симферопольский / Simferopol	32	2	14	6	5	3	1	—	1
Феодосийский горсовет / Theodosian City Council	6	—	—	5	1	—	—	—	—
Итого / Total:	n	211	64	66	52	16	2	4	3
	%	100	1,9	30,3	31,3	24,6	7,6	0,9	1,4

сопровождавшимися гибелью 42 % урожая, 2/3 поголовья скота [9]. Пик активности инфекции с 66 впервые сформированными СНП и общей активизацией 112 пунктов приходился на 1942–1951 гг. На возникновение случаев сибирской язвы у животных и людей в этот период могли повлиять такие факторы, как целенаправленная миграция людей после 1944 г., перегон сельскохозяйственных животных из других регионов, распашка, возделывание земель и др., что в совокупности способствовало активизации имеющихся на полуострове почвенных очагов сибирской язвы, в том числе в районах, ранее считавшихся благополучными по инфекции. С 1962 г. на фоне введения ежегодной вакцинации сельскохозяйственных животных уменьшилось появление новых СНП. Так, в 1962–1971 гг. отмечено 16 новых СНП, а в 1972–1981 гг. — всего 2. Резкое падение уровня заболеваемости среди животных и людей в 1980-х гг. определяется плановой двукратной вакцинацией сельскохозяйственных животных. В 1990-х гг. отмечается подъем активности инфекции в СНП. Так, вспышки заболевания отмечены в 1995 г. в Ленинском (с. Войково, 17 человек, 2 КРС) и Симферопольском (с. Новоандреевка, 1 свинья) районах, что тесно связано с социально-экономическими изменениями в жизни Крыма в 1990-е гг., снижением уровня ветеринарного контроля, неполным охватом вакцинацией животных, реорганизацией колхозов, возникновением частных форм собственности [9]. С 1996 г. сибирская язва в Крыму не регистрируется. Из сказанного следует, что СНП в Крыму проявляли активность более 10 лет назад, в связи с чем их можно отнести к категории старых неманифестных пунктов.

Согласно официальным данным, в 2019 г. в Крыму было учтено 13 СЯЗ. Следует отметить, что число скотомогильников в Бахчисарайском (3), Ленинском (1), Сакском (7), Советском (2) районах не имеет согласованности с общим числом зарегистрированных неблагополучных пунктов, количеством пострадавших сельскохозяйственных животных в данных районах и др. Так, при выявленных 32 СНП Ленинского района и 75 павших животных известно о наличии всего 1 скотомогильника с захоронением 2 голов КРС в 1994–1995 гг. В Сакском районе (19 СНП) имеется 7 СЯЗ. В Советском районе не обнаружено ни одного СНП, но известно 2 СЯЗ КРС и МРС. На обширных территориях Крыма, где был зафиксирован большой падеж животных, сведения о сибиреязвенных захоронениях вообще отсутствуют. В соответствии с классификацией СЯЗ в зависимости от потенциальной эпидемической опасности, на основе данных о способах утилизации животных, кратности захоронения показано, что все 13 СЯЗ представляют повышенную опасность, т.к. проводилось захоронение не утилизируемых трупов сибиреязвенных животных. Однократное и двукратное захоронение трупов животных отмечено у 11 СЯЗ — Бахчисарайского (3), Ленинского (1), Сакского (5) и Советского (2) районов.

Существуют регламентированные требования обустройства СЯЗ в соответствии с ветеринарно-санитарными нормами, учитывающими наличие рва, ограждения вокруг СЯЗ, земляного вала (холма), строительство бетонированной

плиты, установку опознавательных знаков. Неудовлетворительное ветеринарно-санитарное состояние — отсутствие рва, ограждения, вала, опознавательных табличек — имеют СЯЗ в Сакском, Советском районах (2 СЯЗ), частично удовлетворительное — в Ленинском (1), Сакском (1), Бахчисарайском (3). Удовлетворительное состояние — с наличием ограждения в виде сплошного забора высотой более 2 м, рва, земляного вала, опознавательных знаков — имеют 5 СЯЗ в Сакском районе. При этом все 13 скотомогильников в зоне подтопления не находятся, но являются бесхозными и характеризуются отсутствием санитарно-защитных зон.

На основе имеющихся эпизоотолого-эпидемиологических данных территория всего Крымского полуострова разделена по степени неблагополучия в отношении сибиреязвенной инфекции [13, 14]. В качестве критерия неблагополучия при районировании использован индекс эпизоотичности с применением программы ESRI—ArcGIS 10. В результате проведенных расчетов административные районы, городские советы Республики Крым разделены на 4 группы (рис. 1). К первой группе, характеризующейся благополучием по инфекции (показатели от 0,0000 до 0,0365), отнесены административные районы и горсоветы, в которых сибирская язва в течение исследуемого периода не отмечена, за исключением Феодосийского горсовета, где проявлялась эпизоотическая активность в 6 СНП в 1944–1962 гг., и Бахчисарайского района, в котором наблюдался падеж 2 голов КРС в 1936 г.

Вторая группа со средней степенью неблагополучия (показатели от 0,0366 до 0,0730) — это менее благополучные в отношении сибирской язвы районы (Красноперекопский, Сакский). Для них характерны высокие показатели по числу лет проявления активности СНП, количеству павших животных. Так, эпизоотическая активность 19 СНП в Сакском и 17 СНП в Красноперекопском районах длилась 15 лет в каждом районе с регистрацией гибели 46 и 40 животных соответственно.

В третьей группе с высокой степенью неблагополучия по сибиреязвенной инфекции (показатели от 0,0731 до 0,1095) выделены Белогорский, Кировский, Ленинский и Симферопольский районы, где выявлено наибольшее число СНП (115), длительные периоды активности инфекции (от 21 года в Ленинском районе и до 27 лет — в Кировском). В Белогорском районе имеются данные о гибели от сибирской язвы в 1933–1989 гг. 37 голов КРС, 20 голов МРС. В Кировском районе за 1922–1990 гг. зафиксировано 80 павших животных, 7 больных людей. В Ленинском районе сибирская язва сопровождалась заражением 74 животных, 22 человек, а в 32 СНП в Симферопольском районе — 91 животного.

Четвертая группа с очень высокой степенью неблагополучия (показатели от 0,1096 и выше) — это Нижнегорский, Первомайский районы, для которых показано достоверно высокое количество СНП и лет проявления их активности. Так, в Нижнегорском районе с наибольшей напряженностью эпизоотолого-эпидемиологической ситуации 30 СНП в 1922–1995 гг. были активны в течение 25 лет.



Рис. 1. Эпизоотолого-эпидемиологическое районирование по сибирской язве территории Республики Крым
Fig. 1. Epizootologic and epidemiological zoning of the Republic of Crimea by epizootic indices for anthrax

В Первомайском районе 22 СНП за 1939–1994 гг. имели активность более 20 лет с регистрацией 36 павших животных, 15 больных людей.

Известно, что особенности проявления эпизоотической активности сибиреязвенной инфекции в стационарно неблагополучных пунктах в большой степени связаны с влиянием различных природно-географических условий окружающей среды, в частности климатических, почвенно-ландшафтных и др. Наиболее устойчивое, длительное сохранение возбудителя сибирской язвы наблюдается в почвенных зонах, богатых гумусом, имеющих высокую влажность, щелочную или нейтральную реакцию. Показатели активности сибирской язвы зависят от объемов атмосферных осадков, водной эрозии, хозяйственной деятельности, связанной с животноводством и др. [15, 16].

Крымский полуостров находится на крайнем юге европейской части России. На севере Крыма расположен узкий Перекопский перешеек, соединяющий полуостров с материком, морем омываются все остальные географические границы Крыма. Рельеф представлен Северо-Крымской равниной, Керченским полуостровом и горным Крымом, раскинувшимся на юге и тремя грядами. Холмистый Керченский полуостров, занимающий восточную часть Крыма, известен своими холодными грязевыми вулканами, округлыми, кашеобразными впадинами — мульдами, в которых происходит накопление железной руды.

В настоящем исследовании с использованием ГИС-технологий изучена экологическая приуроченность СНП к различным почвенно-ландшафтным условиям Крыма. С этой целью на основной слой геоинформационной системы накладывались другие слои с данными о типах ландшафтов и характере почв (рис. 2) [13, 17, 18].

При исследовании было выявлено, что на территории северной, низменной части Крыма, в зоне восточноевропейских сухостепных равнинных суббореальных ландшафтов, включающих полупустынные степи Северо-Крымского, или

Присивашской, низменности, расположено всего 30 (14,2 %) СНП. Это СНП, которые относятся к северной части Красноперекопского, Кировского, Нижнегорского, Раздолненского, Советского районов с солончаками, солонцами на лёссовидных отложениях, каштаново-луговыми, темно-каштановыми солонцеватыми типами почв. Структура этих почв характеризуется высоким залеганием грунтовых вод, содержанием гумуса в пределах 0,5–2 %, сульфатно-хлоридно-натриевым засолением. Климат Присивашья континентальный, местами засушливый. Ландшафты представлены галофитными лугами, полынными, ковыльно-типчаковыми сообществами.

В восточноевропейских типично степных ландшафтах Тарханкутской, Центрально-Крымской равнинных областей на разнородностях черноземов (южных), дерново-карбонатных почвах насчитывается 47 (22,3 %) СНП, входящих в центральную часть Кировского, Нижнегорского, Первомайского, Сакского и Симферопольского районов. Климат в этих зонах континентальный, засушливый, годовая сумма осадков не превышает 430–450 мм, содержание гумуса в почвах составляет до 2,2–4,5 %, карбонатов — 5–30 %, сульфаты отсутствуют. На юго-восточном берегу Центрально-Крымской степи отмечена узкая зона из коричневых, дерново-карбонатных почв, где расположены 11 СНП, относящихся к Белогорскому (3), Кировскому (2) районам, а также Феодосийскому городскому совету (6).

В типичных восточноевропейских степных и лесостепных ландшафтах Предгорной ландшафтной области, протянувшейся с юго-западной части Крыма в северо-восточном направлении до Керченского полуострова, на дерново-карбонатных почвах, черноземах южных и черноземах карбонатных распределены 47 (22,3 %) СНП, представленных на больших территориях таких неблагополучных по инфекции районов, как Белогорский (26), Симферопольский (20), Кировский (1). Климат Предгорной области более влажный, прохладный, объем осадков

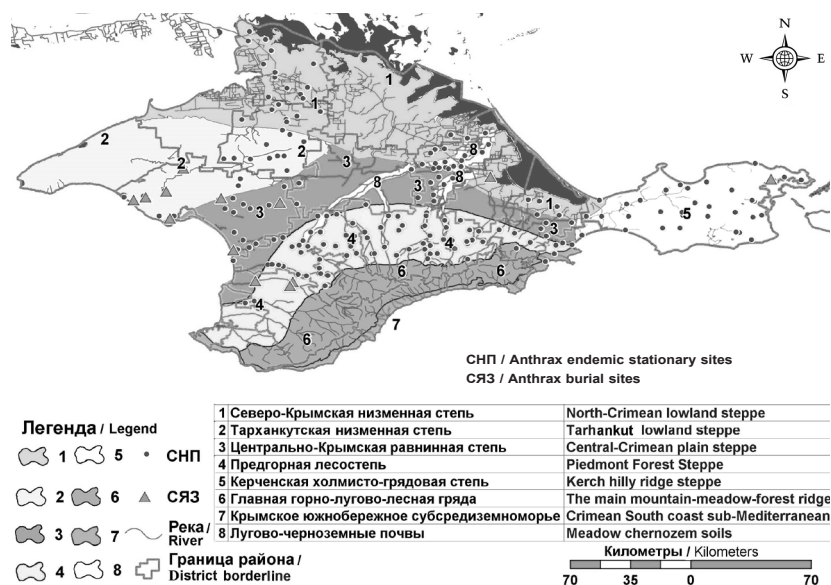


Рис. 2. Особенности распределения стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов и сибирезвённых захоронений в различных физико-географических областях Крыма
Fig. 2. Features of distribution of anthrax burial and potentially hazardous sites in various physico-geographical areas of Crimea

повышается до 490–550 мм/год. В дерново-карбонатных, карбонатных черноземах содержание гумуса достигает 2,6–5,2 %.

На черноземах южных мицеллярно-карбонатных и лугово-черноземных почвах долин рек Салгир, Бурульча, Биюк-Карасу, Кучук-Карасу, берущих начало на склонах Крымских гор и впадающих в залив Сиваш на севере Крымского полуострова, сконцентрировано 29 (13,7 %) СНП. Эти участки нередко заливаются паводковыми водами, что активизирует рост биомассы, микробиологические процессы. Для лугово-черноземных почв характерна слабощелочная или нейтральная реакция почвенного раствора, легкоголинистая структура и содержание гумуса до 2,4–3,9 % (на целине – 4,7 %). Долины рек, связанные с высоким и очень высоким неблагополучием по сибирезвённой инфекции, пролегают через Нижнегорский (18 СНП), Белогорский (7), Симферопольский (4) районы. Почвенно-ландшафтные условия предгорных лесостепей, речных долин Крыма, где имеется 76 (36 %) СНП, вероятно, благоприятно влияют на вегетацию возбудителя сибирской язвы, стабилизацию почвенных очагов инфекции.

В пределах восточноевропейской сухостепной ландшафтной области на Керченском полуострове Крыма с черноземами южными, темно-каштановыми солонцеватыми почвами, солонцами, черноземами карбонатными представлено 34 СНП, 32 из которых принадлежат Ленинскому, 1 СНП – Кировскому районам, а 1 – Феодосийскому горсовету. Ленинский район с высоким неблагополучием по сибирской язве занимает большую часть Керченского полуострова. Природные условия Керченского полуострова с умеренно континентальным климатом, среднегодовым объемом осадков менее 500 мм, черноземными почвами с 2–4,4%-м содержанием гумуса, щелочной и слабощелочной реакцией почвенного раствора, вероятно, могут способствовать вегетации и укоренению сибирезвённого микроба.

К относительно благополучным по инфекции относятся территории суббореальных (пояс горных степей, лесов Крымских гор), субтропических ландшафтов, Южнобережное субсредиземноморье, где в совокупности размещены всего 6 СНП.

Выводы

Таким образом, ретроспективный анализ эпизоотолого-эпидемиологической обстановки по сибирской язве показал, что в настоящее время Республика Крым является относительно благополучной по данной инфекции. Большинство СНП (182, т. е. 86,3 %) сформировано в 1932–1961 гг., пик активности сибирской язвы приходился на 1942–1951 гг. Последние вспышки инфекции среди сельскохозяйственных животных и людей выявлены в 1995 г., т. е. 25 лет назад. Однако риск осложнения эпизоотической и эпидемиологической ситуации по сибирезвённой инфекции по-прежнему сохраняется. Причина этого – целый комплекс факторов природного и социально-экономического характера, проявляющихся в той или иной степени на различных территориях Крымского полуострова.

Использование ГИС-технологий как эффективного метода регистрации и анализа в эпидемиологическом надзоре за сибирской язвой в Крыму дает возможность осуществлять разностороннее изучение закономерностей пространственного распределения СНП с их территориальной привязкой к определенным почвенно-ландшафтным зонам, отслеживать динамику заболеваемости, создавать электронные атласы-кадастры СНП и СЯЗ.

Районирование административных единиц Республики Крым по степени неблагополучия в отношении сибирской язвы позволило с помощью ГИС-технологий разделить территорию Крыма на благополучную и неблагополучную зоны относительно потенциальной возможности активации СНП, что служит основой для дифференцированного планирования, реализации профилактических противосибирезвённых

действий, комплекс которых может отличаться для территорий с разной степенью неблагополучия.

Для поддержания благополучия по инфекции в Крыму в современных условиях большое значение имеют санитарно-противоэпидемические противосибиреязвенные мероприятия, проводимые при поддержке Роспотребнадзора, ветеринарных служб, с организацией поголовного учета, контроля охвата вакцинацией сельскохозяйственных животных, групп людей высокого риска заражения в установленные сроки. Важная роль принадлежит постоянному мониторингу эпизоотолого-эпидемиологической обстановки в регионе, обеспечению немедленного информирования о возможных случаях заболевания сибирской язвой животных и людей.

Информация о вкладе авторов: Д.К. Герасименко, А.Г. Рязанова, Н.П. Буравцева — разработка дизайна исследования, анализ и оформление геоинформационных баз данных, подбор литературы, обзор публикаций по теме рукописи, написание текста рукописи; В.М. Мезенцев, О.В. Семенко — визуализация геоинформационных баз данных на электронных картах, оформление иллюстративного материала; Л.Ю. Аксенова, О.В. Семенова, Н.Г. Варфоломеева — подбор литературы по особенностям формирования почв в Крыму, обзор публикаций по теме рукописи; Н.А. Пеньковская, С.А. Листопад, С.М. Суфьянова — сбор и предоставление данных для анализа, подготовка и оформление геоинформационных баз данных; А.Н. Куличенко — окончательное утверждение версии рукописи для публикации.

Финансирование: работа выполнена в рамках НИР 1-1-18 «Совершенствование комплексного эпизоотологического мониторинга и профилактики сибирской язвы в Российской Федерации» (2018–2020 гг.). Номер государственной регистрации НИОКТР АААА-А18-118051890057-9.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы (пп. 3, 14–16 см. References)

- Логвин Ф.В., Кондратенко Т.А., Водяницкая С.Ю. Сибирская язва в мире, странах СНГ и Российской Федерации (обзор литературы) // Медицинский вестник Юга России. 2017. Т. 8. № 3. С. 17–22.
- Рязанова А.Г., Ежлова Е.Б., Пакскина Н.Д. и др. Ситуация по сибирской язве в 2018 г., прогноз на 2019 г. // Проблемы особо опасных инфекций. 2019. № 1. С. 98–102.
- Онищенко Г.Г., Куличенко А.Н., Рязанова А.Г., и др. Анализ вспышки сибирской язвы в Омской области в 2010 г. // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. 2012. № 5. С. 33–36.
- Попова А.Ю., Демина Ю.В., Ежлова Е.Б., и др. Вспышка сибирской язвы в Ямало-Ненецком автономном округе в 2016 году, эпизоотологические особенности // Проблемы особо опасных инфекций. 2016. № 4. С. 42–46.
- Симонова Е.Г., Раичич С.Р., Картава С.А. и др. Проявления активности стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов Российской Федерации в современных условиях // Проблемы особо опасных инфекций. 2018. № 2. С. 90–94.
- Кавардаков В.Я., Семененко И.А. Динамика валового производства продукции животноводства в Южном федеральном округе после вхождения в его состав Республики Крым и г. Севастополя // Экономика и экология территориальных образований. 2018. Т. 2. № 3. С. 18–32.
- Бугаева Т.Н. Сельское хозяйство Крыма: проблемы и перспективы // Научный вестник: Финансы, банки, инвестиции. 2017. № 2. С. 126–131.
- Коваленко И.С., Хайтович А.Б. Предпосылки распространения сибирской язвы в Крыму // Вестник Донецкого национального университета. 2012. Т. 12. № 1. С. 137–142.
- Буравцева Н.П., Мезенцев В.М., Рязанова А.Г. и др. Использование геоинформационных систем для создания электронной базы данных сибиреязвенных захоронений на территории Ставропольского края // Проблемы особо опасных инфекций. 2019. № 4. С. 31–36.
- Водяницкая С.Ю., Судина Л.В., Логвин Ф.В. и др. ГИС-технологии в совершенствовании эпизоотологического надзора за сибирской язвой в Ростовской области // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2016. Т. 21. № 3. С. 152–156.
- Симонова Е.Г., Шабейкин А.А., Раичич С.Р. и др. Применение геоинформационных технологий для оценки эпизоотологической и эпидемиологической ситуации по сибирской язве // Анализ риска здоровью. 2019. № 3. С. 74–82.
- Куличенко А.Н., ред. Сибирская язва на Северном Кавказе. Майкоп: Качество, 2016. 197 с.
- Михайлов В.А. Картографическая модель зональных ландшафтов Крымского полуострова // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2010. Т. 21. № 2. С. 164–168.
- Позаченюк Е.А. Ландшафтное разнообразие Крыма // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. 2015. Т. 1. № 4. С. 37–50.
- Logvin FV, Kondratenko TA, Vodyanitskaya SYu, et al. Anthrax in the world, CIS and Russian Federation (literature review). *Meditsinskii Vestnik Yuga Rossii*. 2017; 8(3):17–22. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21886/2219-8075-2017-8-3-17-22>
- Ryazanova AG, Ezhlova EB, Paksina ND, et al. Epidemiological situation on anthrax in 2018, the forecast for 2019. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii*. 2019; (1):98–102. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2019-1-98-102>
- Carlson CJ, Kracalik IT, Ross N, et al. The global distribution of *Bacillus anthracis* and associated anthrax risk to humans, livestock and wildlife. *Nat Microbiol*. 2019; 4(8):1337–1343. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41564-019-0435-4>
- Onishchenko GG, Kulichenko AN, Ryazanova AG, et al. [Analysis of the outbreak of anthrax in the Omsk Region in 2010.] *Zhurnal Mikrobiologii, Epidemiologii i Immunobiologii*. 2012; (5):33–36. (In Russian).
- Popova AYU, Demina YUV, Ezhlova EB, et al. Outbreak of anthrax in the Yamalo-Nenets autonomous district in 2016, epidemiological peculiarities. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii*. 2016; (4):42–46. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2016-4-42-46>
- Simonova EG, Raichich SR, Kartavaya SA, et al. Manifestation of activity of potentially hazardous areas as regards anthrax across the Russian Federation under current conditions. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii*. 2018; (2):90–94. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2018-2-90-94>
- Kavardakov VYa, Semenenko IA. Dynamics of livestock production in the Southern Federal District after the entry into its constituent Republic of Crimea and Sevastopol. *Ekonomika i Ekologiya Territorial'nykh Obrazovaniy*. 2018; 2(3):18–32. (In Russian).
- Bugaeva TN. The agriculture of Crimea: problems and prospects. *Nauchnyi Vestnik: Finansy, Banki, Investitsii*. 2017; (2):126–131 (In Russian).
- Kovalenko IS, Khaytovych AB. Background of Anthrax spread in Crimea. *Vestnik Donetskogo Natsional'nogo Universiteta*. 2012; 12(1):137–142. (In Ukrainian).
- Buravtseva NP, Mesentsev VM, Ryazanova AG, et al. Use of geographic information systems for creation of electronic database of anthrax burial sites in the Stavropol Territory. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii*. 2019; (4):31–36. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2019-4-31-36>
- Vodyanitskaya SYu, Sudina LV, Logvin FV, et al. GIS-technologies in the advancement of epidemiological surveillance for anthrax in the Rostov region. *Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni*. 2016; 21(3):152–156. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.10821/1560-9529-2016-21-3-152-156>
- Simonova EG, Shabeikin AA, Raichich SR, et al. Geoinformation technologies for assessing epizootologic and epidemiologic situation with anthrax. *Health Risk Analysis*. 2019; (3):74–82. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.3.09>
- Kulichenko AN, Buravtseva NP, Ryazanova AG, et al. *Anthrax in the North Caucasus*. Kulichenko AN, editor. Maikop: Kachestvo LLC Publ., 2016. 197 p. (In Russian).
- Mwakapeje ER, Ndimuligo SA, Mosomtai G, et al. Ecological niche modeling as a tool for prediction of the potential geographic distribution of *Bacillus anthracis* spores in Tanzania. *Int J Infect Dis*. 2018; 79:142–151. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2018.11.367>
- Carlson CJ, Getz WM, Kausrud KL, et al. Spores and soil from six sides: interdisciplinary and the environmental biology of anthrax (*Bacillus anthracis*). *Biol Rev Camb Philos Soc*. 2018; 93(4):1813–1831. DOI: <https://doi.org/10.1111/brv.12420>
- Steenkamp P, van Heerden H, van Schalkwyk OL. Ecological suitability modeling for anthrax in the Kruger National Park, South Africa. *PLoS One*. 2018; 13(1):e0191704. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191704>
- Mykhailov VA. Cartographic model of zonal landscapes of Crimean peninsula. *Ekosistemy, Ikh Optimizatsiya i Okhrana*. 2010; 21(2):164–168. (In Russian).
- Pozachenyuk EA. Landscape diversity of Crimea. *Uchenye Zapiski Krymskogo Federal'nogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. Geografiya*. 2015; 1(4):37–50. (In Russian).

Контактная информация:

Герасименко Диана Константиновна, биолог лаборатории сибирской язвы, ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт»
e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru

Corresponding author:

Diana K. Gerasimenko, Biologist, Anthrax Laboratory, Stavropol Research Anti-Plague Institute
e-mail: anthraxlab.stv@mail.ru