

DOI: 10.21055/0370-1069-2021-1-148-151

УДК: 616.932:579(470.61)

М.И. Ежова, Д.А. Левченко, И.В. Архангельская, В.Д. Кругликов, Н.Б. Непомнящая

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ *VIBRIO CHOLERAЕ*, ИЗОЛИРОВАННЫХ В ПРОЦЕССЕ МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РОСТОВА-НА-ДОНУ С 1989 ПО 2018 ГОД

ФКУЗ «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт», Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Цель – изучение особенностей биологических свойств штаммов холерных вибрионов, обнаруженных в объектах окружающей среды (ООС) на территории Ростова-на-Дону с 1989 по 2018 год. **Материалы и методы.** Бактериологическими, молекулярно-биологическими и статистическими методами изучены 73 штамма холерных вибрионов O1, O139 и 1702 штамма nonO1/nonO139 серогрупп, выделенные за 30-летний период. **Результаты и обсуждение.** Установлено, что в Ростове-на-Дону выделено 78,0 % токсигенных штаммов от всех изолированных из ООС на территории России, среди которых 2 – генетически не измененные. Обнаружен штамм *Vibrio cholerae* O1 classical и 72 штамма *V. cholerae* El Tor, из которых 70 % относились к серовару Огава, а 3 % нетоксигенных штаммов оказались чувствительны к классическому фагу. Статистически выявлена «очень слабая прямая связь» между выделением штаммов *V. cholerae* O1, O139 и *V. cholerae* nonO1/nonO139, у которых определены доминирующие серогруппы (O67, O76, O75, O53, O16), а у 18 % штаммов показана атипичность по агглютинабельности. Выявление биологических особенностей штаммов *V. cholerae* способствует оптимизации мониторинговых исследований.

Ключевые слова: холерные вибрионы, мониторинг, токсигенные, нетоксигенные, серотипирование.

Корреспондирующий автор: Ежова Мария Ивановна, e-mail: Ezhova_MI@antiplague.ru.

Для цитирования: Ежова М.И., Левченко Д.А., Архангельская И.В., Кругликов В.Д., Непомнящая Н.Б. Особенности биологических свойств *Vibrio cholerae*, изолированных в процессе мониторинга водных объектов Ростова-на-Дону с 1989 по 2018 год. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2021; 1:148–151. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-1-148-151

Поступила 06.04.2019. Отправлена на доработку 22.04.2019. Принята к публ. 14.02.2020.

M.I. Ezhova, D.A. Levchenko, I.V. Arkhangelskaya, V.D. Kruglikov, N.B. Nepomnyashchaya

Features of the Biological Properties of *Vibrio cholerae* Isolated during the Monitoring of Water Bodies in Rostov-on-Don from 1989 to 2018

Rostov-on-Don Research Anti-Plague Institute, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. The goal is to study the features of the biological properties of *Vibrio cholerae* strains found in environmental objects (EO) on the territory of Rostov-on-Don from 1989 to 2018. **Materials and methods.** Bacteriological, molecular biological and statistical methods were used to study 73 strains of cholera vibrios O1, O139 and 1702 strains of nonO1/nonO139 serogroups isolated over a 30-year period. **Results and discussion.** It was found that in Rostov-on-Don, 78.0 % of toxigenic strains were isolated from all isolated from environmental protection in Russia, among which 2 were genetically unchanged. The *V. cholerae* O1 classical strain and 72 *V. cholerae* El Tor strains were found, of which 70 % belonged to the Ogawa serovar, and 3 % of the nontoxigenic strains were susceptible to the classical phage. A “very weak direct relationship” was statistically revealed between the isolation of *V. cholerae* O1, O139 and *V. cholerae* nonO1/nonO139 strains, in which the dominant serogroups (O67, O76, O75, O53, O16) were identified, and 18 % of the strains showed atypical agglutinability. Revealing the biological characteristics of *V. cholerae* strains contributes to the optimization of monitoring studies.

Key words: cholera vibrios, monitoring, toxigenic, nontoxigenic, serotyping.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Corresponding author: Maria I. Ezhova, e-mail: Ezhova_MI@antiplague.ru.

Citation: Ezhova M.I., Levchenko D.A., Arkhangelskaya I.V., Kruglikov V.D., Nepomnyashchaya N.B. Features of the Biological Properties of *Vibrio cholerae* Isolated during the Monitoring of Water Bodies in Rostov-on-Don from 1989 to 2018. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii* [Problems of Particularly Dangerous Infections]. 2021; 1:148–151. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2021-1-148-151

Received 06.04.2019. Revised 22.04.2019. Accepted 14.02.2020.

Ezhova M.I., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4254-3313>
Levchenko D.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5073-2918>

Kruglikov V.D., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6540-2778>
Nepomnyashchaya N.B., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0868-6791>

После заноса холеры в Россию в 60-е годы прошлого века в Ростове-на-Дону в период с 1971 по 1987 год из воды поверхностных водоемов и стоков изолировано 393 штамма *Vibrio cholerae* El Tor различной эпидемической опасности [1, 2]. В дальней-

шем нестабильность эпидемиологической обстановки по холере в Ростове-на-Дону была связана с обнаружением в объектах окружающей среды (ООС) возбудителя этой инфекции на фоне эпидемического благополучия. Имеются единичные публикации,

касающиеся биологической характеристики выделенных на данной административной территории штаммов холерных вибрионов различных серогрупп и охватывающие разные временные периоды [3, 4]. Актуальность проведения настоящего исследования обосновывается необходимостью обобщения данных по особенностям результатов комплексных исследований водных ООС Ростова-на-Дону на вибриофлору. Нам представляется, что ретроспективный комплексный анализ за тридцатилетний период биологических свойств штаммов *V. cholerae*, выделенных Референс-центром по мониторингу холеры (с правом хранения изолированных культур), дополненный новыми данными по изолированным штаммам в 1989–2000 гг. и в 2018 г., будет способствовать оптимизации мониторинговых исследований на основе изучения вариабельности фено- и генотипических характеристик штаммов в сравнении с токсигенными штаммами O1, изолированными из ООС на других административных территориях страны, а также на основе данных о происхождении штаммов холерных вибрионов O1, O139 и отсутствия/наличия статистически достоверной связи между выделяемостью штаммов *V. cholerae* O1 и *V. cholerae* nonO1/nonO139 на территории Ростова-на-Дону.

Целью работы явилось изучение особенностей биологических свойств и характеристика штаммов холерных вибрионов, обнаруженных в ООС на территории Ростова-на-Дону за период 1989–2018 гг.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись пробы воды поверхностных водоемов и сточных вод из девяти стационарных точек (с.т.), закрепленных за Ростовским-на-Дону противочумным институтом в плане практической помощи: с.т. № 1 – р. Дон, правый берег у Державинского спуска, место сброса аварийных стоков; № 2 – р. Темерник, устье впадения в р. Дон, неорганизованное водопользование; № 3 – сточные воды, городские очистные сооружения, приемная камера КНС № 4; № 4 – р. Дон, правый берег у железнодорожно-автодорожного моста «Западный обход», неорганизованное водопользование; № 5 – протока Мертвый Донец, левый берег, 500 м ниже автодорожного моста (на Кумжинскую рошу), место неорганизованного рекреационного водопользования; № 6 – р. Темерник, ботанический сад, у моста, сброс сточных вод; № 7 – р. Дон, правый берег, 200 м ниже впадения р. Темерник (у железнодорожного моста), место сброса аварийных стоков; № 8 – р. Дон, правый берег, Кировский спуск, напротив здания экипажа № 2 РМК им. Г.Я. Седова, место сброса аварийных стоков; № 9 – р. Темерник, правый берег, в проекции жилого дома по ул. Волоколамская, д. 16. Выделение, идентификацию и изучение биологических свойств культур *V. cholerae*, изолированных в процессе мониторинга с 1989 по 2018 год, осуществляли бактериологическими, молекулярно-

биологическими и статистическими методами согласно действующим нормативным документам, ПЦР проводили в соответствии с инструкциями к диагностическим препаратам на приборе «Терцик МС-2» («ДНК-Технология»). Результаты обрабатывали с помощью стандартного программного обеспечения Word 2010 и Statistica-10.

Результаты и обсуждение

За изучаемый период в ходе проведения мониторинга исследовано 3219 проб воды поверхностных водоемов и стоков (2882 и 337 соответственно). В результате выделено 73 штамма *V. cholerae* O1 и O139, из которых 67 штаммов – из поверхностных водоемов и 6 – из стоков (70 штаммов *V. cholerae* O1 и 3 штамма *V. cholerae* O139). Из 70 штаммов *V. cholerae* O1 по 30 штаммов изолировано из рек Дон и Темерник, 4 – из протоки р. М. Донец, 6 – из стоков, а из трех штаммов *V. cholerae* O139 один штамм – из р. Темерник, два – из р. Дон. Наибольшее число штаммов (19) обнаружено в пробах воды из с.т. № 6, а наименьшее (3) – из с.т. № 8. Три нетоксигенных штамма *V. cholerae* O139 изолированы из с.т. № 6 и 7.

Анализ показал, что в период 1989–1998 гг. изолирован только один нетоксигенный штамм *V. cholerae* O1 El Tor, а начиная с 1999 г. в пробах воды стали обнаруживаться штаммы *V. cholerae* различных биоваров, эпидзначимости и серогрупп (O1, O139), генетически измененные и неизмененные. При этом отмечалось выделение холерных вибрионов O1 и O139 серогрупп, кроме 2011, 2012 и 2017 гг. Вместе с тем статистически отмечена первая особенность результатов мониторинга на холеру в Ростове-на-Дону, которая заключалась в тенденции увеличения количества выделяемых штаммов *V. cholerae* O1 с 1999 по 2018 год.

Сезонность обнаружения культур холерных вибрионов O1 и O139 серогрупп в водных ООС Ростова-на-Дону в изучаемый период характеризовалась тем, что большинство штаммов изолировано в июле и августе (45,2 и 31,5 % соответственно), а в мае, июне и сентябре – 1,4, 12,3 и 9,6 % соответственно.

При идентификации изолированных культур O1 и O139 серогрупп подтверждена их принадлежность к виду *V. cholerae* по таксономическим признакам и определены особенности биологических свойств. Следует отметить, что в процессе мониторинга выделен только один штамм, относящийся к классическому биовару, остальные – к *V. cholerae* O1 El Tor, что также является особенностью результатов проведенных исследований.

У изолированных штаммов *V. cholerae* O1 (70 штаммов) принадлежность к серовару Огава установлена у большинства штаммов – 51 (73,0 %), к серовару Инаба – у 16 (23,0 %), к серовару Гикошима – у 3 (4,0 %).

Все штаммы холерных вибрионов O139 серогруппы относились к нетоксигенным.

Обнаружение семи токсигенных штаммов на фоне эпидемического благополучия в Ростове-на-Дону среди 70 штаммов O1 серогруппы явилось следующей особенностью биологических свойств выделенных культур. За изучаемый период мониторинговых исследований ООС на территории России на фоне эпидемического благополучия 78,0 % токсигенных штаммов выделены в Ростове-на-Дону (семь из девяти штаммов), а два штамма (22,0 %) изолированы в Санкт-Петербурге (2005 г.) и Таганроге (2011 г.). Причем все девять токсигенных штаммов, выделенные на территории России, относились к разным VNTR генотипам, за исключением трех штаммов, выделенных в Ростове-на-Дону в 2001 г., одного штамма, изолированного в 2014 г., и одного – в Таганроге в 2011 г. Токсигенные штаммы выделены однократно и при повторных исследованиях не обнаруживались. Нельзя обойти вниманием тот факт, что в литературе встречаются редкие эпизодические сообщения об обнаружении в водных ООС токсигенных штаммов холерных вибрионов O1 серогруппы при отсутствии больных и носителей [5, 6].

Другая особенность полученных нами результатов заключалась в том, что среди токсигенных штаммов O1, выделенных на территории города, отмечалось наличие как генетически не измененных двух штаммов (*V. cholerae classical* – 1999 г. и *V. cholerae* El Tor – 2000 г.), так и большинства (пять штаммов) генетически измененных, содержащих в своем геноме гибридный профаг, имеющий ген *rstR* типа эльтор, и ген *ctxB* классического типа (2001, 2003, 2014 гг.) [7]. Кроме того, обнаружены нетоксигенные штаммы с генетической характеристикой *ctx⁻tcp⁺* (восемь), геномы которых содержали гены острова патогенности VPI при отсутствии полноценного профага CTXφ и RS1φ. Однако у четырех из этих штаммов, выделенных в 2007 г., в геноме выявлен сайт интеграции CTX профага attRS1 и полноценный pre CTX-элемент, содержащий гены *cep*, *orfU*, *ace* и *zot*. При генотипировании в расширенном диапазоне детерминант факторов патогенности по 43 генам у всех нетоксигенных штаммов с генетической характеристикой *ctx⁻tcp⁻* в геноме присутствовали гены: *hcp*, *toxR*, *hapA*, *cef*, *tolQRA*. Остальные гены представлены в различных сочетаниях. Проведенный биоинформационный анализ по результатам секвенирования токсигенных штаммов, выявленных в Ростове-на-Дону за изучаемый период, свидетельствовал об их заносном характере и преобладающей генетической изменчивости [8].

Большинство (60) штаммов *V. cholerae* O1, выделенных как в Ростове-на-Дону, так и на других административных территориях России, резистентны к холерным диагностическим фагам. Вместе с тем особенностью полученных результатов является обнаружение двух нетоксигенных штаммов *V. cholerae* El Tor, чувствительных к классическому фагу.

Принадлежность к определенному фаготипу удалось установить лишь у 13 (18,6 %) штаммов из 70, а именно: к 11-му фаготипу – у двух штаммов (15,4 %), к 13-му фаготипу – у четырех штаммов (30,7 %), к 14-му фаготипу – у двух штаммов (15,4 %), к 16-му фаготипу – у пяти штаммов (38,5 %).

В ходе проведения мониторинга водных объектов Ростова-на-Дону в период 1989–2018 гг. также выделено 1702 штамма *V. cholerae* nonO1/nonO139. Из поверхностных водоемов изолировано 1644 штамма, а из сточных вод – 58. Наибольшее количество штаммов в изучаемый период выявлено в пробах из р. Дон – 872 и р. Темерник – 370. Сезонность обнаружения культур *V. cholerae* nonO1/nonO139 из водных ООС Ростова-на-Дону совпадала с сезонностью холерных вибрионов O1, O139. Большинство штаммов изолировано в июле (28,0 %) и августе (25,0 %), меньшее количество (9,0 %) – в мае.

Анализ динамики выделения штаммов *V. cholerae* nonO1/nonO139 из проб водных ООС Ростова-на-Дону с 1989 по 2018 год так же, как и в случае с холерными вибрионами *V. cholerae* O1, O139, продемонстрировал тенденцию к увеличению их количества.

При сравнении данных с целью определения корреляции между выделением штаммов *V. cholerae* O1, O139 и *V. cholerae* nonO1/nonO139 из одних и тех же с.т. с 1989 по 2018 год выявлена «очень слабая прямая связь», что можно объяснить нацеленностью исследований на обнаружение штаммов O1, O139, не исключая возможность конкуренции между холерными вибрионами различных серогрупп, что требует дальнейшего исследования.

При серологическом типировании изучаемых штаммов *V. cholerae* nonO1/nonO139 определены представители 64 серогрупп, причем среди культур с определенной серологической принадлежностью доминировали пять серогрупп, которые обнаружены в пробах воды из всех с.т.: O67 (26,0 %), O76 (14,38 %), O75 (9,36 %), O53 (8,67 %) и O16 (11,0 %).

Отмечено, что с 2009 по 2018 год 307 выделенных штаммов холерных вибрионов давали положительный результат в реакции слайд-агглютинации на стекле с диагностической O1 холерной сывороткой, а в некоторых случаях и с типовыми сыворотками, но в конечном итоге идентифицированы с помощью реакции слайд-агглютинации с моноклональными антителами, ИХ-тестов и, в некоторых случаях, с использованием ПЦР (*V. cholerae* nonO1/nonO139). При определении серологической принадлежности этих культур установлено, что они относились к 14 серогруппам, среди которых преобладала O16.

При проведении исследования методом ПЦР-генотипирования репрезентативной выборки штаммов *V. cholerae* nonO1/nonO139 генов основных факторов патогенности – *ctxA* и *tcpA* – у них не обнаружено. Большинство штаммов *V. cholerae* nonO1/nonO139 отличалось от штаммов O1 серогруппы меньшим набором генов дополнитель-

ных факторов патогенности, что свидетельствовало о более низкой вероятности проявления ими вирулентности.

Таким образом, проведенный ретроспективный анализ показал, что за последние 30 лет прослеживается динамичная тенденция к количественному увеличению числа выделяемых из водных ООС Ростова-на-Дону штаммов холерных вибрионов, которые относились к O1 серогруппе с доминированием среди штаммов *V. cholerae* El Tor представителей серовара Огава.

Проведенный анализ особенностей биологических свойств выделенных штаммов O1 свидетельствовал о завозном характере токсигенных штаммов, в то же время выделение нетоксигенных штаммов из одних и тех же водных объектов позволило говорить о создавшихся условиях для их циркуляции на данной территории в течение нескольких лет. Кроме того, результаты ретроспекции продемонстрировали многообразие антигенных вариантов *V. cholerae* nonO1/nonO139 различных серогрупп, циркулирующих в воде поверхностных водоемов и стоках в Ростове-на-Дону, а также появление на данной территории с 2009 г. штаммов, атипичных по признаку агглютинабельности.

В связи с вышеизложенным отмечается необходимость проведения динамичных многолетних микробиологических исследований на наличие холерных вибрионов в поверхностных водоемах и стоках с оптимизацией методов исследования изолированных штаммов (углубленный анализ молекулярно-биологических свойств), их сравнения со штаммами, выделенными на территории России, и выяснения происхождения.

Конфликт интересов. Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

Список литературы

1. Narkevich M.I., Onischenko G.G., Lomov J.M., Moskvitina E.A., Podosinnikova L.S., Medinsky G.M. The seventh pandemic of cholera in the USSR, 1961–89. *Bulletin of the World Health Organization*. 1993; 71(2):189–96.
2. Мединский Г.М., Наркевич М.И., Ломов Ю.М., Пинигин А.Ф., Голубев Б.П., Алексеенко В.В., Левчишина Г.И., Кюрегян А.А. Справочник-кадастр распространения вибрионов Эль-Тор в поверхностных водоемах и сточных водах на территории СССР во время 7-й пандемии холеры. Ростов н/Д: ТОО «Офсет»; 1991. 172 с.
3. Москвитина Э.А., Мазрухо А.Б., Арешина О.А., Адаменко О.Л., Назаретян А.А., Анисимова Г.Б. Эпидемиологические особенности холеры на современном этапе седьмой пандемии. *Эпидемиология и инфекционные болезни*. 2014; 19(4):44–9.
4. Левченко Д.А., Кругликов В.Д., Архангельская И.В., Ежова М.И. Анализ динамики выделения штаммов холерных вибрионов из объектов окружающей среды на территории Российской Федерации с 1989 по 2016 гг. с помощью авторской ГИС. *Вестник Пермского университета. Серия: Биология*. 2017; 1:112–7.
5. Islam A., Labbate M., Djordjevic S.P., Alam M., Darling A., Melvold J., Holmes A.J., Johura F.T., Cravioto A., Charles I.G., Stokes H.W. Indigenous *Vibrio cholerae* strains from a non-endemic region are pathogenic. *Open Biol*. 2013; 3(2):120181. DOI: 10.1098/rsob.120181.

6. Kokashvili T., Whitehouse C.A., Tskhvediani A., Grim C.J., Elbakidze T., Mitaishvili N., Janelidze N., Jaiani E., Haley B.J., Lashkhi N., Huq A., Colwell R.R., Tediashvili M. Occurrence and diversity of clinically important *Vibrio* species in the aquatic environment of Georgia. *Front. Public Health*. 2015; 3:232. DOI: 10.3389/fpubh.2015.00232.

7. Писанов Р.В., Ежова М.И., Монахова Е.В., Черкасов А.В., Краснов Я.М., Водопьянов А.С., Кульшань Т.А., Ливанова Л.Ф., Портенко С.А., Абдрашитова А.С., Кругликов В.Д., Титова С.В. Особенности структуры генома токсигенного штамма *Vibrio cholerae* El Tor Инаба, выделенного в 2014 г. из открытого водоема в Ростове-на-Дону. *Проблемы особо опасных инфекций*. 2015; 2:63–7. DOI: 10.21055/0370-1069-2015-2-63-67.
8. Писанов Р.В., Керманов А.В., Ежова М.И., Кругликов В.Д. Секвенирование и анализ мутационного профиля генов CTX AB у штаммов *Vibrio cholerae*, выделенных на территории г. Ростова-на-Дону в 1999–2003 гг. В кн: Холера и патогенные для человека вибрионы: Материалы совещания специалистов Роспотребнадзора в г. Ростове-на-Дону. Ростов н/Д; 2014. С. 95–8.

References

1. Narkevich M.I., Onischenko G.G., Lomov J.M., Moskvitina E.A., Podosinnikova L.S., Medinsky G.M. The seventh pandemic of cholera in the USSR, 1961–89. *Bulletin of the World Health Organization*. 1993; 71(2):189–96.
2. Medinsky G.M., Narkevich M.I., Lomov Yu.M., Pinigin A.F., Golubev B.P., Alekseenko V.V., Levchishina G.I., Kyuregyan A.A. [Handbook-Inventory of the Distribution of El-Tor Vibrios in Surface Water Bodies and Waste Waters in the USSR during the 7th Cholera Pandemic]. Rostov-on-Don: Offset LLP; 1991. 172 p.
3. Moskvitina E.A., Mazrukho A.B., Arreshina O.A., Adamenko O.L., Nazaretyan A.A., Anisimova G.B. [Epidemiological features of cholera at the present stage of the seventh pandemic]. *Épidemiologiya i Infektsionnyye Bolezni [Epidemiology and Infectious Diseases]*. 2014; 19(4):44–9.
4. Levchenko D.A., Kruglikov V.D., Arkhangelskaya I.V., Ezhova M.I. Analysis of the dynamics of isolation of *Vibrio cholerae* strains from environmental objects on the territory of the Russian Federation from 1989 to 2016 using the author's GIS. *Vestnik Permskogo Universiteta. Seriya: Biologiya [Perm University Bulletin. Series: Biology]*. 2017; 1:112–7.
5. Islam A., Labbate M., Djordjevic S.P., Alam M., Darling A., Melvold J., Holmes A.J., Johura F.T., Cravioto A., Charles I.G., Stokes H.W. Indigenous *Vibrio cholerae* strains from a non-endemic region are pathogenic. *Open Biol*. 2013; 3(2):120181. DOI: 10.1098/rsob.120181.
6. Kokashvili T., Whitehouse C.A., Tskhvediani A., Grim C.J., Elbakidze T., Mitaishvili N., Janelidze N., Jaiani E., Haley B.J., Lashkhi N., Huq A., Colwell R.R., Tediashvili M. Occurrence and diversity of clinically important *Vibrio* species in the aquatic environment of Georgia. *Front. Public Health*. 2015; 3:232. DOI: 10.3389/fpubh.2015.00232.
7. Pisanov R.V., Ezhova M.I., Monakhova E.V., Cherkasov A.V., Krasnov Ya.M., Vodopyanov A.S., Kulshan T.A., Livanova L.F., Portenko S.A.A., Abdrashitova A.S., Kruglikov V.D., Titova S.V. [Features of the genome structure of the toxigenic *Vibrio cholerae* El Tor Inaba strain isolated in 2014 from an open water body in Rostov-on-Don]. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2015; 2:63–7. DOI: 10.21055/0370-1069-2015-2-63-67.
8. Pisanov R.V., Kermanov A.V., Ezhova M.I., Kruglikov V.D. [Sequencing and analysis of the mutational profile of CTX AB genes in *Vibrio cholerae* strains isolated on the territory of Rostov-on-Don in 1999–2003]. In: [Cholera and Vibrios Pathogenic for Humans: Materials of the Meeting of Rospotrebnadzor Specialists in Rostov-on-Don]. Rostov-on-Don; 2014. P. 9598.

Authors:

Ezhova M.I., Levchenko D.A., Arkhangelskaya I.V., Kruglikov V.D., Nepomnyashchaya N.B. Rostov-on-Don Research Anti-Plague Institute. 117/40, M. Gor'kogo St., Rostov-on-Don, 344002, Russian Federation. E-mail: plague@aaanet.ru.

Об авторах:

Ежова М.И., Левченко Д.А., Архангельская И.В., Кругликов В.Д., Непомнящая Н.Б. Ростовский-на-Дону научно-исследовательский противочумный институт. Российская Федерация, 344002, Ростов-на-Дону, ул. М. Горького, 117/40. E-mail: plague@aaanet.ru.