

УДК 616.98:579.842.23

ПОПУЛЯЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГРАНИЦ И КОЛИЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ОЧАГОВ ЧУМЫ

А. А. Слудский¹, А. В. Бойко¹, М. Н. Ляпин¹, М. А. Тарасов²

¹ Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»
Роспотребнадзора

Россия, 410005, Саратов, Университетская, 46

² Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области Роспотребнадзора
Россия, 410031, Саратов, Большая Горная, 69
E-mail: rusrapi@microbe.ru

Поступила в редакцию 17.04.2019 г., после доработки 15.05.2019 г., принята 25.05.2019 г.

Слудский А. А., Бойко А. В., Ляпин М. Н., Тарасов М. А. Популяционный подход к определению границ и количества природных очагов чумы // Поволжский экологический журнал. 2019. № 4. С. 493 – 502. DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-4-493-502>

Популяционный подход к определению границ и количества природных очагов чумы означает принятие специалистами положения, согласно которому существование природного очага чумы всегда обеспечивается только одной популяцией основного носителя. Мотивацией к обсуждению такого подхода послужили данные по многолетнему изучению Гиссарского природного очага чумы в Таджикистане. Было установлено, что его площадь составляет всего лишь 300 км², а функционирование обеспечивается одной относительно небольшой популяцией арчовой полёвки (*Microtus carruthersi* Thomas, 1909) – основного носителя чумы. Прилежащие к очагу территории Гиссарского хребта обследовали на чуму более 20 лет, однако возбудителя чумы (*Yersinia pestis* Lehmann, Neuman, 1986) обнаружить не удалось, несмотря на полную идентичность видового состава грызунов и блох. Многие известные природные очаги чумы значительно больше по площади Гиссарского очага и их населяют по несколько популяций основного носителя. Например, в Восточно-Кавказском высокогорном очаге, занимающем площадь 23500 км², выделяют пять групп популяций обыкновенной полевки (*Microtus arvalis* Pallas, 1778) – основного носителя чумы. В Тувинском горном очаге возбудитель чумы обнаружен в шести популяциях основного носителя – длиннохвостого суслика (*Spermophilus undulatus* Pallas, 1778). На территории Мойнкумского пустынного природного очага чумы площадью 93000 км² выделяют 17 популяций большой песчанки (*Rhombomys opimus* Lichtenstein, 1823) – основного носителя чумы. Подобные данные имеются и для ряда других очагов. Показательно, что в разных популяциях основных носителей выявлены генотипические отличия как у грызунов, так и у возбудителя чумы, прослеживается асинхронность в развитии эпизоотий чумы. Таким образом, чумная паразитарная система, функционирующая в границах и на территории обитания одной популяции основного носителя, составляет самостоятельный природный очаг. Следовательно, очаги с несколькими популяциями основного носителя на самом деле представляют собой группы автономных очагов с близкой биоценотической структурой. В зоне природной очаговости чумы существует значительно больше природных (автономных) очагов, чем принято считать.

Ключевые слова: популяция, природный очаг, чума, носитель чумы, полёвки, суслики, пищуки.

DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-4-493-502>

ВВЕДЕНИЕ

В 1970 г. на северном макросклоне Гиссарского хребта (Таджикистан) в районе оз. Искандеркуль был выявлен природный очаг чумы с основным носителем – арчовой полёвкой (*Microtus carruthersi* Thomas, 1909). Очаг оказался относительно небольшим по площади (300 км²), а на его территории обитает только одна популяция арчовой полёвки. Эти данные натолкнули на мысль, что, по крайней мере, некоторые известные природные очаги чумы – большие по площади (тысячи квадратных километров) и в границах которых обитают по несколько популяций основных носителей – на самом деле являются группами автономных очагов с близкой биоценотической структурой.

Теоретическую основу для изучения паразитарных систем на популяционном уровне заложил В. Н. Беклемишев (1956), полагавший, что понятие простой или сложной паразитарной системы, как и самое понятие паразитарной системы вообще, относится не к виду в целом, а всегда к популяции. В ряде природных очагов чумы было проведено изучение их пространственной структуры с выделением популяций основных носителей чумы. По мнению Д. И. Бибикова (1965), автономные очаги чумы в сыртовой части Центрального Тянь-Шаня приурочены к группам географических популяций серого сурка (*Marmota baibacina* Kastschenko, 1899). По данным А. И. Дятлова с соавторами (1980), Г. В. Труфанова, П. Д. Голубева (1982), в Приэльбрусье (Центрально-Кавказский высокогорный природный очаг чумы) обитают несколько популяций основного носителя чумы – горного суслика (*Spermophilus musicus* Menetrie, 1832). В Тувинском горном очаге возбудитель чумы (*Yersinia pestis* Lehmann, Neuman, 1986) обнаружен в шести популяциях основного носителя – длиннохвостого суслика (*Spermophilus undulatus* Pallas, 1778). Отмечена полная самостоятельность популяций этого грызуна (Вержуцкий, 2005). В Юго-Восточном Алтае на территории Горно-Алтайского высокогорного очага чумы выделяют четыре популяции основного носителя – монгольской пищухи (*Ochotona princei* Thomas, 1911). Между всеми пространственными группировками наблюдается высокая степень географической изоляции (Корзун и др., 2016).

Выделив популяции основных носителей, при дальнейшей трактовке полученных результатов специалисты отступают от популяционного подхода: энзотичной по чуме территории, занятой одной популяцией основного носителя, придается достаточно неопределенный статус – участок очаговости, мезоочаг. Термин «мезоочаг», предложенный Б. К. Фенюком (1958), расшифровывается как относительно небольшой участок автономной области очаговости, территориально сильно, иногда очень сильно ограниченный, но характеризующийся четкими биотопическими и биоценотическими особенностями в сравнении с окружающими местами; территории мезоочагов являются благоприятными местообитаниями носителей или переносчиков, характеризующимися постоянным притоком последних в эти местообитания. Как явствует из определения, речь не идет о сопоставимости территории мезоочага с ареалом популяции основного носителя.

Процитированные выше авторы четко указывают на высокую степень географической изоляции популяций носителей, что вообще характерно для горных ландшафтов. Следовательно, существует и такая же изоляция между популяциями

ПОПУЛЯЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГРАНИЦ

возбудителя чумы и его переносчиков (различных видов блох). Возможности преодоления изоляционных барьеров, несомненно, наиболее велики у носителей чумы. Блохи и возбудитель чумы целиком зависят от транспортировщиков-млекопитающих. Отсюда, чумная паразитарная система, функционирующая в границах и на территории обитания одной популяции основного носителя, составляет самостоятельный природный очаг. По формулировке В. В. Кучерука (1972), отдельным природным очагом следует называть наименьший по размерам участок земной поверхности, в пределах которого в современных условиях циркуляция возбудителя осуществляется без заноса извне неопределенно долгий срок (десяtkи следующих друг за другом циклов подъема и спада эпизоотий).

Таким образом, если за основу выделения природных очагов чумы принять популяционную структуру населения основных носителей, то, несомненно, требуется ревизия в оценке границ и количества описанных к настоящему времени очагов чумы. Видимо, их значительно больше, чем принято считать.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В период 1976 – 1991 гг. с целью изучения пространственной структуры населения арчовой полёвки в Гиссарском природном очаге чумы и на прилегающих территориях нами было проведено картографирование поселений этого грызуна. В связи с трудоемкостью картографирования в горах использовали три варианта оконтуривания поселений.

1. Прямое измерение протяженности и контура границ поселения (с использованием буссоли или компаса).

2. Поселение приблизительно посередине пересекали маршрутом, периодически делая перпендикулярные замеры (маршруты) до края поселения. Соединение на плане полученных точек давало контур поселения.

3. Способ «буссольных засечек». По ходу маршрута через поселение (дно ущелья) выбирали ориентиры по краю поселения (на склоне хребта). Для каждого ориентира из двух-трех точек по ходу маршрута, пересекающего поселение, по буссоли (компасу) определяли азимуты. На плане соединение местоположения (определяется точкой пересечения азимутов, определенных из одного пункта маршрута) нескольких ориентиров показывает границу поселения.

В результате картографирования установлено, что в центральной части Гиссарского хребта (район озера Искандеркуль и Анзобского перевала) обитают 7 популяций арчовой полёвки и только в одной из них выявлена циркуляция возбудителя чумы. Следует особо подчеркнуть, что за границами очага территорию Гиссарского хребта обследовали на чуму более 20 лет (как северный, так и южный макросклоны). Тем не менее, ни на близлежащих к очагу участках северного макросклона, ни на южном макросклоне, несмотря на полную идентичность видового состава грызунов и блох, возбудителя чумы обнаружить не удалось.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Картографирование показало, что в Гиссарском природном очаге обитает одна популяция арчовой полёвки, территориально занимающая 19 поселений общей

площадью 3246 га (Слудский и др., 2003). Следовательно, энзоотию чумы может обеспечивать относительно небольшая популяция основного носителя. Большинство известных природных очагов чумы значительно больше по площади, чем Гиссарский очаг, и в каждом из них обитают по несколько популяций основных носителей. Еще один природный очаг чумы полевочного типа (основной носитель – обыкновенная полёвка *Microtus arvalis* Pallas, 1778) – Восточно-Кавказский высокогорный занимает площадь 23.5 тыс. км². В высокогорьях Восточного Кавказа выделяют пять групп популяций обыкновенной полёвки и три участка очаговости чумы (Дятлов, Казаков, 1987; Казаков, 1989). Довольно четкая географическая изоляция популяций обыкновенной полёвки позволяет говорить об отсутствии постоянного обмена особями между популяциями и, соответственно, автономности энзоотии чумы в каждой из популяций.

Как уже упоминалось выше, на территории Центрально-Кавказского высокогорного очага, занимающего площадь 4300 км², обитают несколько популяций горного суслика. Показательно, что в Центрально-Кавказском очаге чумы распространение биохимических фенотипов по ареалу горных сусликов выявляет четкое деление популяций на две группы – западную и восточную, разделенные рекой Малка. Только в восточной части встречаются блохи *Neopsylla setosa* Wagner, 1898 и *Stenophthalmus orientalis* Wagner, 1898. В западных районах очага циркулируют своеобразные штаммы возбудителя чумы (ауксатрофность по пролину, неоднородность по вирулентности). Штаммы из западной части очага обладают криптической плазмидой массой 4 МД, «восточные» штаммы лишены последней, т.е. отличия штаммов закреплены на генотипическом уровне. В западных районах Центрально-Кавказского высокогорного очага сложилась своя, несколько редуцированная чумная паразитарная система с единственным основным переносчиком *Citellophilus tesquorum* Wagner, 1898 и более консервативным (пролинзависимым) вариантом возбудителя чумы (Григорьев, 1998; Брюханов и др., 2001; Дятлов и др., 2001). Приведенные выше факты однозначно указывают на независимость существования и функционирования чумных паразитарных систем западной и восточной частей Центрально-Кавказского очага и, соответственно, на наличие как минимум двух природных очагов чумы в центральной части Главного Кавказского хребта с основным носителем – горным сусликом.

В Горно-Алтайском очаге выделены три участка очаговости: Уландрыкский, Тархатинский, Курайский, которые территориально и функционально связаны с соответствующими популяциями монгольской пищухи. Площадь этих участков составляет 934, 911, 350 км² соответственно. Участки очаговости (и популяции) изолированы друг от друга расстояниями 7 – 25 км. Установлен важный факт, заключающийся в том, что возбудитель чумы, циркулирующий на каждом из участков очаговости, имеет своеобразные фенотипические и генотипические характеристики (Балахонов и др., 2009, 2014; Логачев и др., 2012; Попков и др., 2012). Обладая такими данными, В. М. Корзун с соавторами (2016), тем не менее, рассматривают Горно-Алтайский природный очаг чумы как целостную паразитарную систему. При этом они отмечают высокую степень географической изоляции между всеми пространственными группировками (популяциями) монгольской пищухи. Здесь усматривается противоречие между фактическими данными и выводами.

ПОПУЛЯЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ГРАНИЦ

Полагаем, что по размерам, высокой степени изоляции каждой из популяций, наличию генотипических отличий штаммов чумного микроба, циркулирующих в разных популяциях, описанные выше так называемые участки очаговости следует оценивать как самостоятельные природные очаги.

В Юго-Западной Туве выделяют 8 популяций длиннохвостого суслика, между которыми существуют незаселенные зверьками пространства от 1 – 2 до 10 – 12 км в поперечнике. Видимого обмена особями между популяциями не отмечено. Пространственная структура Тувинского природного очага чумы в настоящее время полностью определяется характером территориального распределения основного носителя – длиннохвостого суслика и его массовых видов блох. Из восьми выделяемых в пределах Юго-Западной Тувы популяций длиннохвостого суслика присутствие возбудителя чумы обнаружено в шести. Исходя из полной самостоятельности популяций зверька, территории с наличием возбудителя в границах отдельной популяции суслика относят к самостоятельным участкам очаговости – мезо-очагам. Установлено, что в большинстве случаев границы популяций хозяина и его специфического эктопаразита *Citellophilus tesquorum* в основном совпадают. Выявлены различия в питательных потребностях возбудителя чумы по участкам очаговости. Динамика эпизоотической активности отдельных участков очаговости свидетельствует об определенной независимости протекания в них эпизоотий (Вержуцкий, 2003, 2005). Представленные материалы убедительно свидетельствуют о наличии нескольких природных очагов чумы с основным носителем, длиннохвостым сусликом, в Юго-Западной Туве.

В равнинных очагах чумы, несмотря на трудности определения границ между популяциями носителей при отсутствии пространственно-территориальных преград, ряд специалистов описывают популяционную структуру населения основных носителей чумы. Ю. А. Дубровский и В. В. Кучерук (1971) в пределах Среднеазиатского пустынного очага выделяют около 70 популяций большой песчанки (*Rhombomys opimus* Lichtenstein, 1823) – основного носителя чумы. Л. П. Рапопорт с соавторами (1977) на территории Муюнкумов (Мойынкумский пустынный природный очаг чумы, занимающий площадь 93000 км²) выделяют 17 популяций большой песчанки. Популяции отличаются между собой по динамике численности, имеют ядра поселений и менее плотно заселенные периферические зоны. Соответственно, отмечаются существенные различия в характере проявлений чумного эпизоотического процесса на разных участках Мойынкумского пустынного очага. Одновременно с активизацией эпизоотического процесса на одних участках на других – может наблюдаться его угасание. Это определяется тем, что каждая популяция большой песчанки имеет свой ритм колебаний численности, зависящий как от внешних, так и от внутривидовых факторов (Рапопорт и др., 2002). На левобережье р. Или (левобережная часть Илийского межгорного очага, площадь которого 23900 км²) обитают две популяции большой песчанки. Популяции отличаются по проявлениям чумного эпизоотического процесса – интенсивности и экстенсивности эпизоотий, вирулентности выделенных штаммов возбудителя чумы (Касенова и др., 2004). Можно с большой долей уверенности утверждать, что какие-то из описанных на настоящий момент (Кадастр эпидемических..., 2016) равнинных природных очагов чумы на самом деле представляют собой группы

очагов-«близнецов». Как подчеркивает Э. И. Коренберг (2010), многие специалисты противочумной службы называют природным очагом огромную территорию со сходным основным носителем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Э. И. Коренберг, оценивая структуру ареала ряда возбудителей природно-очаговых инфекционных болезней, полагает, что реальное количество природных очагов значительно больше, чем принято считать. Например, в пределах области распространения вируса клещевого энцефалита, по всей видимости, насчитываются несколько десятков тысяч природных очагов (Коренберг и др., 2013). В зоне природной очаговости чумы также, несомненно, существует большее количество природных (автономных) очагов, чем принято считать.

Признание общей закономерности – одна популяция основного носителя – один природный очаг чумы, влечет за собой необходимость коррекции подходов к эпидемиологическому надзору, замены (или обновлению) набора базовых инструкторивно-методических документов и т.п. Возможно, поэтому специалисты противочумной системы, научные разработки которых «жестко» связаны с практической работой, с осторожностью трактуют результаты изучения популяционной структуры населения основных носителей в связи с энзоотией чумы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балахонов С. В., Шестопалов М. Ю., Романова И. Ф. Результаты VNTR-анализа по локусу (5'-CAAA-3')*n* штаммов *Yersinia pestis* из активных природных очагов чумы Сибири // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. 2009. № 3. С. 14 – 17.
- Балахонов С. В., Корзун В. М., Чипанин Е. В., Афанасьев М. В., Михайлов Е. П., Денисов А. В., Фомина Л. А., Ешелкин И. И., Машковский И. К., Мищенко А. И., Рождественский Е. Н., Ярыгина М. Б. Горно-Алтайский природный очаг чумы : Ретроспективный анализ, эпизоотологический мониторинг, современное состояние / под ред. С. В. Балахонова, В. М. Корзуна. Новосибирск : Наука-Центр, 2014. 272 с.
- Беклемишев В. Н. Возбудители болезней как члены биоценозов // Зоол. журн. 1956. Т. 35, вып. 12. С. 1755 – 1779.
- Бибиков Д. И. Сурки и чума в горах Средней Азии : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Алма-Ата, 1965. 35 с.
- Брюханов А. Ф., Еременко Е. Д., Брюханова Г. Д., Грижебовский Г. М., Жаринова Н. В., Царева Н. С., Мезенцева О. Н. Генотипирование штаммов чумного микроба по вариабельному числу tandemных повторов // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане. 2001. Вып. 3. С. 72 – 75.
- Вержуцкий Д. Б. Динамика активности участков очаговости Тувинского природного очага чумы // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2003. № 3. С. 36 – 39.
- Вержуцкий Д. Б. Пространственная организация населения хозяина и его эктопаразитов: теоретические и прикладные аспекты (на примере длиннохвостого суслика и его блох) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Иркутск, 2005. 46 с.
- Григорьев М. П. Анализ популяционной структуры носителей в Центрально-Кавказском природном очаге чумы : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ставрополь, 1998. 23 с.
- Дубровский Ю. А., Кучерук В. В. Пространственная структура Среднеазиатско-Казахстанской части ареала большой песчанки *Rhombomys opimus* // Зоол. журн. 1971. Т. 50, вып. 2. С. 259 – 273.

Дятлов А. И., Казаков В. П. Популяционная структура поселений обыкновенных полевков в Высокогорном Дагестане // Особо опасные инфекции на Кавказе : тез. докл. / Науч.-исслед. противочум. ин-т Кавказа и Закавказья М-ва здравоохранения СССР. Ставрополь, 1987. С. 297 – 299.

Дятлов А. И., Петров П. А., Голубев П. Д., Труфанов Г. В. О структуре ареала малых сусликов (*Citellus pygmaeus* Pall., 1778) в Приэльбрусье // Экология. 1980. № 5. С. 77 – 83.

Дятлов А. И., Антоненко А. Д., Грижебовский Г. М., Лабунец Н. Ф. Природная очаговость чумы на Кавказе. Ставрополь : Противочумный институт, 2001. 347 с.

Кадастр эпидемических и эпизоотических проявлений чумы на территории Российской Федерации и стран ближнего зарубежья (с 1876 по 2016 год) / под ред. В. В. Кутырева, А. Ю. Поповой. Саратов : ООО «Амирит», 2016. 248 с.

Казаков В. П. Природная очаговость чумы в высокогорьях Восточного Кавказа : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 1989. 23 с.

Касенова А. К., Сабиллаев А. С., Давыдова В. Н., Сапожников В. И., Ларионов Г. И., Косилов В. А. Некоторые особенности эпизоотий чумы на левобережье реки Или // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане. 2004. № 1. С. 44 – 47.

Коренберг Э. И. Природная очаговость инфекций : современные проблемы и перспективы исследований // Зоол. журн. 2010. Т. 89, вып. 1. С. 5 – 13.

Коренберг Э. И., Помелова В. Г., Осин Н. С. Природно-очаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами / под ред. А. Л. Гинцбурга, В. Н. Злобина. М. : Науч.-исслед. ин-т биол. приборостроения, 2013. 463 с.

Корзун В. М., Балахонов С. В., Чипанин Е. В., Денисов А. В., Михайлов Е. П., Мищенко А. И., Ярыгина М. Б., Рождественский Е. Н., Фомина Л. А. Формирование, развитие и функционирование природного очага чумы в Горном Алтае // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2016. № 1. С. 17 – 25.

Кучерук В. В. Структура, типология и районирование природных очагов болезней человека // Итоги развития учения о природной очаговости болезней человека и дальнейшие задачи. М. : Медицина, 1972. С. 180 – 212.

Логачев А. И., Корзун В. М., Михайлов Е. П., Рождественский Е. Н., Балахонов С. В. Распространенность триптофанзависимых вариантов *Yersinia pestis* на территории Алтайского горного природного очага чумы // Проблемы особо опасных инфекций. 2012. Вып. 3. С. 20 – 25.

Попков А. Ф., Чипанин Е. В., Корзун В. М. Популяционно-фенетическая дифференциация монгольской пищухи в Юго-Восточном Алтае // Байкальский зоол. журн. 2012. № 1. С. 114 – 117.

Рапопорт Л. П., Ковтун И. П., Карпов А. А., Малеев А. Н., Ветров Ф. Е., Балабас Н. Г. К вопросу о популяционной структуре ареала большой песчанки в Мулюнкумах // Экология и медицинское значение песчанок фауны СССР. М. : Ин-т эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи АМН СССР, 1977. С. 86 – 87.

Рапопорт Л. П., Рахимов К. Р., Пуятин В. В., Балабас Н. Г., Орлова Л. М., Ковтун И. П., Кондратенко Л. П., Мочалова Э. П. К вопросу об асинхронности чумных эпизоотий на различных участках Мойынкумов // Карантинные и зоонозные инфекции в Казахстане. 2002. Вып. 5. С. 83 – 87.

Слудский А. А., Дерлятко К. И., Головкин Э. Н., Агеев В. С. Гиссарский природный очаг чумы. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 2003. 248 с.

Труфанов Г. В., Голубев П. Д. О популяционной структуре горного суслика *Citellus tiscis* на Центральной Кавказе // Зоол. журн. 1982. Т. 61, вып. 1. С. 96 – 101.

Фенюк Б. К. Вопросы географии природных очагов чумы // Зоол. журн. 1958. Т. 37, вып. 7. С. 961 – 971.

**Population Approach to Determination of the Borders
and Number of Natural Plague Foci**

Alexander A. Sludsky¹, <https://orcid.org/0000-0003-4705-6151>; rusrapi@microbe.ru

Adnrei V. Boiko¹, <https://orcid.org/0000-0001-9576-4959>; rusrapi@microbe.ru

Mikhail N. Lyapin¹, <https://orcid.org/0000-0003-3042-7614>; lmn_son@rambler.ru

Mikhail A. Tarasov², <https://orcid.org/0000-0003-4615-8279>; fbuz@gigiena-saratov.ru

¹ Russian Research Anti-Plague Institute “Microbe” of the Rospotrebnadzor
46 Universitetskaya St., Saratov 410005, Russia

² Center of Hygiene and Epidemiology in the Saratov Region of the Rospotrebnadzor
69 Bolshaya Gornaya St., Saratov 410031, Russia

Received 17 April 2019, revised 15 May 2019, accepted 25 May 2019

Sludsky A. A., Boiko A. V., Lyapin M. N., Tarasov M. A. Population Approach to Determination of the Borders and Number of Natural Plague Foci. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2019, no. 4, pp. 493–502 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-4-493-502>

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 License

Population approach to determination of the borders and number of natural plague foci implies the specialists' acceptance of the concept that the existence of a natural plague focus is always provided by a single population of the main carrier. Motivation for our discussion of such an approach was the data of a long-term study of the Hissar natural plague focus (Tadzhikistan). The area of the focus was only 300 km² and its functioning was maintained by a single, relatively small population of *Microtus carthursi* (Thomas, 1909) – the main carrier of plague. The Hissar mountain range territories adjacent to the focus have been surveyed for plague for more than 20 years, however, no plague agent (*Yersinia pestis* Lehmann, Neuman 1986) has been found, despite the complete identity of the species composition of rodents and fleas. Many of the known natural plague foci are significantly larger in size than the Hissar focus and inhabited by several populations of the main carrier. For instance, in the East-Caucasian high-mountain focus, covering the area of 23,500 km², five groups of common vole populations (the main carrier of plague) are distinguished (*Microtus arvalis* Pallas, 1778). In the Tuva mountain focus, the plague agent was detected in six populations of the main carrier – the long-tailed souslik (*Spermophilus undulatus* Pallas, 1778). In the territory of the Mojynkumsky desert natural plague focus that occupies 93,000 km², 17 populations of the great gerbil (*Rhombomys opimus* Lichtenstein, 1823) were singled out. Similar data are available for a number of other foci. Revealingly, in different populations of the main carriers, genotype differences were identified, both in rodents and the plague agent, as well as asynchrony in the plague epizooty development. Thus, the plague parasitic coenosis, operating within the boundaries and in the territory of a single population of the main carrier, constitutes an autonomous, standalone natural focus. Therefore, the foci with several populations of the main carrier are, in fact, groups of autonomous foci with a close, similar biocoenotic structure. There are many more

natural (autonomous) foci within the natural plague focality zone than is widely assumed.

Keywords: population, natural focus, plague, plague carrier, voles, souslik, pikas.

DOI: <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2019-4-493-502>

REFERENCES

- Balakhonov S. V., Shestopalov M. Yu., Romanova I. F. Results of the VNTR-analysis in a Locus (5'-NAAA-3')_n of Strains *Yersinia pestis* from the Active Natural Foci of Plague of Siberia. *Molecular Genetics, Microbiology and Virology*, 2009, no. 3, pp. 14–17 (in Russian).
- Balakhonov S. V., Korzun V. M., Chipanin E. B., Afanas'ev M. V., Mikhailov E. P., Denisov A. V., Fomina L. A., Eshelkin I. I., Mashkovsky I. K., Mishchenko A. I., Rozhdestvensky E. N., Yarygina M. B. *Gorno-Altayskii prirodnyi ochag chumy: Retrospektivnyi analiz, epizootologicheskii monitoring, sovremennoe sostoianie*. Pod red. S. V. Balakhonova, V. M. Korzuna [Gorno-Altai natural plague focus: retrospective analysis, epizootiological monitoring, current state]. S. V. Balakhonov, V. M. Korzun, eds. Novosibirsk, Nauka-Tsentr Publ., 2014. 272 p. (in Russian).
- Beklemishev V. N. Agents of diseases as members of biocenoses. *Zoologicheskii zhurnal*, 1956, vol. 35, iss. 12, pp. 1755–1779 (in Russian).
- Bibikov D. I. *Surki i chuma v gorax Central'noy Azii* [Marmots and Plague in Central Asia Mountains]. Thesis Diss. Dr. Sci. (Biol.). Alma-Ata, 1965. 35 p. (in Russian).
- Bryukhanov A. F., Eremenko E. D., Bryukhanova G. D., Grizhebovsky G. M., Zharinova N. V., Tsareva N. S., Mezentsева O. N. Genotyping of plague microbe strains by variable number tandem repeats. *Quarantine and Zoonotic Infections in Kazakhstan*, 2001, iss. 3, pp. 72–75 (in Russian).
- Verzhutsky D. B. Activity dynamics of natural focality areas of Tuva natural plague focus. *Medical Parasitology and Parasitic Diseases*, 2003, no. 3, pp. 36–39 (in Russian).
- Verzhutsky D. B. *Prostranstvennaia organizatsiia naseleniia khoziaina i ego ektoparazitov: teoreticheskie i prikladnye aspekty (na primere dlinnokhvostogo suslika i ego blokh)* [Spatial organization of host population and host ectoparasites: theoretical and applied aspects (by the example of the long-tailed souslik and its fleas)]. Thesis Diss. Dr. Sci. (Biol.). Irkutsk, 2005. 46 p. (in Russian).
- Grigor'ev M. P. *Analiz populiatsionnoi struktury nositelei v Tsentral'no-Kavkazskom prirodnom ochage chumy* [Analysis of the carrier population structure in central-Caucasian natural plague focus]. Thesis Diss. Cand. Sci. (Biol.). Stavropol, 1998. 23 p. (in Russian).
- Dubrovsky Yu. A., Kucheruk V. V. Spatial structure of Central Asiatic-Kazakhstan part of great gerbil areal (*Rhombomys opimus*). *Zoologicheskii zhurnal*, 1971, vol. 50, iss. 2, pp. 259–273 (in Russian).
- Dyatlov A. I., Kazakov V. P. Population structure of common vole settlements in High-Mountain Dagestan. In: *Osobo opasnye infektsii na Kavkaze: tezisy dokladov* [Particularly Dangerous Infections in Caucasus: highlights of the report]. Stavropol, Nauchno-issledovatel'skii protivochumnyi institut Kavkaza i Zakavkaz'ia Ministerstva zdravookhraneniia SSSR Publ., 1987, pp. 297–299 (in Russian).
- Dyatlov A. I., Petrov P. A., Golubev P. D., Trufanov G. V. Concerning the structure of the small souslik (*Citellus pygmaeus* Pall., 1778) areal in the vicinity of the Mount Elbrus. *Russian J. of Ecology*, 1980, no. 5, pp. 77–83 (in Russian).
- Dyatlov A. I., Antonenko A. D., Grizhebovsky G. M., Labunets N. F. *Prirodnaia ochagovost' chumy na Kavkaze* [Natural plague focality in Caucasus]. Stavropol, Protivochumnyi institut Publ., 2001. 347 p. (in Russian).

Kadastr epidemicheskikh i epizooticheskikh proiavlenii chumy na territorii Rossiiskoi Federatsii i stran blizhnego zarubezh'ia (s 1876 po 2016 god). Pod red. V. V. Kutyreva, A. Iu. Popovoi [V. V. Kutyrëv, A. Yu. Popova, eds. Cadastre of epidemic and epizootic plague manifestations in the territory of the Russian federation and former Soviet Union states (between 1876 and 2016)]. Saratov, Amirit Publ., 2016. 248 p. (in Russian).

Kazakov V. P. *Prirodnaia ochagovost' chumy v vysokogor'iakh Vostochnogo Kavkaza* [Natural plague focality in high-mountain areas of East Caucasus]. Thesis Diss. Cand. Sci. (Biol.). Saratov, 1989. 23 p. (in Russian).

Kasenova A. K., Sabilaev A. S., Davydova V. N., Sapozhnikov V. I., Larionov G. I., Kosilov V. A. Some peculiarities of plague epizooties in the left bank areas of the river Ili. *Quarantine and Zoonotic Infections in Kazakhstan*, 2004, no. 1, pp. 44–47 (in Russian).

Korenberg E. I. Natural focality of infections: modern issues and research prospects]. *Zoologicheskii zhurnal*, 2010, vol. 89, iss. 1, pp. 5–13 (in Russian).

Korenberg E. I., Pomelova V. G., Osin N. S. *Infections With Natural Focality Transmitted by Ixodid Ticks*. A. L. Gintsburg, V. N. Zlobin, eds. Moscow, Nauchno-issledovatel'skii institut biologicheskogo priborostroeniia Publ., 2013. 463 p. (in Russian).

Korzun V. M., Balakhonov S. V., Chipanin E. V., Denisov A. V., Mikhailov E. P., Mishchenko A. I., Yarygina M. B., Rozhdestvensky E. N., Fomina L. A. Formation, evolution, and functioning of natural plague focus in Altai Mountains. *Medical Parasitology and Parasitic Diseases*, 2016, no. 1, pp. 17–25 (in Russian).

Kucheruk V. V. Structure, typology, and zoning of natural foci of human diseases. In: *Itogi razvitiia ucheniia o prirodnoi ochagovosti boleznei cheloveka i dal'neishie zadachi* [Results of doctrine development on the natural focality of human diseases and further implications]. Moscow, Meditsina Publ., 1972, pp. 180–212 (in Russian).

Logachev A. I., Korzun V. M., Mikhailov E. P., Rozhdestvensky E. N., Balakhonov S. V. Dissemination of tryptophan-dependent variants of *Yersinia pestis* in the territory of Altai mountain natural plague focus. *Problems of Particularly Dangerous Infections*, 2012, iss. 3, pp. 20–25 (in Russian).

Popkov A. F., Chipanin E. V., Korzun V. M. Population phenetic differentiation of Mongolian pika in South-Eastern Altai. *Baikal Zoological J.*, 2012, no. 1, pp. 114–117 (in Russian).

Rapoport L. P., Kovtun I. P., Karpov A. A., Maleev A. N., Vetrov F. E., Balabas N. G. On the matter of population structure of great gerbil areal in Muyunkums. *Ekologiya i meditsinskoe znachenie peschanok fauny SSSR* [Ecology and Medical Purpose of pikas of USSR fauna]. Moscow, Institut epidemiologii i mikrobiologii im. N. F. Gamalei AMN SSSR Publ., 1977, pp. 86–87 (in Russian).

Rapoport L. P., Rakhimov K. R., Putyatin V. V., Balabas N. G., Orlova L. M., Kovtun I. P., Kondratenko L. P., Mochalova E. P. Concerning asynchrony of plague epizooties in different areas of Moynkum. *Quarantine and Zoonotic Infections in Kazakhstan*, 2002, iss. 5, pp. 83–87 (in Russian).

Sludsky A. A., Derlyatko K. I., Golovko E. N., Ageev V. S. *Gissarskii prirodnyi ochag chumy* [Hissar natural plague focus]. Saratov, Izdatel'stvo Saratovskogo universiteta, 2003. 248 p. (in Russian).

Truphanov G. V., Golubev P. D. On population structure of the mountain souslik *Citellus musicus* in Central Caucasus. *Zoologicheskii zhurnal*, 1982, vol. 61, iss. 1, pp. 96–101 (in Russian).

Fenyuk B. K. Geography issues of natural plague foci. *Zoologicheskii zhurnal*, 1958, vol. 37, iss. 7, pp. 961–971 (in Russian).