

УДК 595.771

## ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БЛОХ В ЗАКАВКАЗСКОМ ПРЕДГОРНОМ ПРИРОДНОМ ОЧАГЕ ЧУМЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

© 2024 г. Р. И. Исмаилова<sup>a, b, \*</sup>, Б. А. Нагиева<sup>a</sup>,  
С. А. Садыхова<sup>a</sup>, З. И. Расулзаде<sup>a</sup>,  
К. Р. Амирова<sup>a</sup>, М. К. Рустамова<sup>a</sup>, Г. Г. Гаджиалиева<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Центр по контролю за особо опасными инфекциями,  
ул. М. Шарифли, 159, Баку, AZE1002 Азербайджан

<sup>b</sup> Азербайджанский медицинский университет,  
ул. С. Вургуна, Баку, AZE1022 Азербайджан

\* e-mail: ritaismayil@gmail.com

Поступила в редакцию 22.04.2024 г.

После доработки 10.05.2024 г.

Принята к печати 12.05.2024 г.

По результатам эпизоотологических исследований, проведенных в весенний и осенний сезоны 2020–2023 гг. на участках с различными ландшафтами в Закавказском предгорном природном очаге чумы Азербайджана (Бозчоль, Миль-Муган, Восточный и Западный Джейранчель, Гобустан, Апшерон, полупустыни Килязи, Ситалчай), определены разнообразие видов блох, их распространение и численность. Установлено, что наиболее интенсивная циркуляция блох в Закавказском предгорном природном очаге чумы происходит на участках, ландшафты которых характеризуются определенными экологическими условиями. Возбудитель чумы среди всех отловленных и изученных блох не обнаружен.

**Ключевые слова:** эпизоотология, эпидемиология, фенология, идентификация, мезоочаг, чума, биоценоз

**DOI:** 10.31857/S003118472404001X, **EDN:** BOMDSF

Блохи (*Siphonaptera*) являются переносчиками возбудителей природно-очаговых инфекций. Поэтому интерес к их изучению не ослабевает в связи с их ролью в поддержании и распространении ряда вирусных и других заболеваний. Причем эта способность к распространению инфекционных болезней тесно связана с экологическими особенностями их носителей. Известно, что специфический механизм трансмиссивной передачи возбудителя чумы блохами связан с закупоркой (образованием «блока»)

переднего отдела пищеварительного тракта насекомого – преджелудка. Закупорка происходит в результате интенсивного размножения попавших в блоху микробов чумы (Blagburn, Dryden, 2009; МУ 3.1.3012-12 ..., 2012; Котти, 2013).

Каждый вид имеет свои физиологические, эколого-эпизоотологические, ландшафтно-климатические и зоогеографические особенности, которые в значительной степени обуславливают его эпизоотологическое и эпидемиологическое значение (Попов и др., 2005; Котти, 2013; Котти и др., 2021). Как отмечают некоторые авторы (Сунцов, Сунцова, 2006; Абдуллаев и др., 2014), в пределах определенных ландшафтно-экологических территорий в результате длительной эволюции членов эпизоотической триады «грызун–блоха–чумной микроб» переносчиком чумного микроба явились блохи, которые распространены среди грызунов и влияют на течение инфекционного процесса.

Особенности распространения чумы могут быть связаны с географическим расположением природных очагов, благоприятным для распространения основных хозяев и переносчиков чумного микроба. Так, каждый природный очаг имеет особенности, которые могут быть выявлены в ходе проводимых здесь многолетних эколого-эпизоотологических наблюдений (Прохорова, Остапчук, 2014; Котти, Жильцова, 2019). Данные о географическом местоположении во многих случаях облегчают идентификацию, поскольку определенные виды можно встретить в определенной местности (Попов и др., 2005; Moradi et al., 2020).

Цель данной работы – определить разнообразие видов блох, их распространение и численность по результатам эпизоотологических исследований, проведенных на участках с различными ландшафтами в Закавказском предгорном природном очаге чумы Азербайджана.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Были изучены полевые образцы, полученные сотрудниками эпидемиологической группы Центра по контролю за особо опасными инфекциями в весенний и осенний сезоны 2020–2023 гг. в результате эпизоотологических наблюдений и обследований находящегося на территории Азербайджана Закавказского предгорного природного очага чумы (Бозчоль, Миль-Муган, Восточный и Западный Джейранчель, Гобустан, Апшерон, полупустыни Киязи, Ситалчай). В ходе лабораторных исследований проводили разбор полевого материала (сбор эктопаразитов с отобранных животных, просмотр субстрата гнезд, клеевых листов и т.д.), определяли видовую принадлежность эктопаразитов и их физиологическое и генеративное состояние. Идентификацию эктопаразитов проводили с применением соответствующих справочников (Тифлов и др., 1977; Ващенко, 1999; Котти, 2013; Котти и др., 2021). Формирование проб для группового или индивидуального исследования проводили в соответствии с действующим нормативно-методическим документом по безопасности работы с патогенными биологическими агентами (ПБА) I–IV групп патогенности. Пробы исследовали на наличие *Yersinia pestis*

бактериологическим и молекулярно-генетическим (ПЦР) методами (Правила биобезопасности в лабораториях, 2010).

Индекс обилия блох рассчитан по формуле  $L = \frac{N}{\Sigma i}$ ,

где  $N$  – число эктопаразитов вида,  $\Sigma i$  – число гнезд. Всего было обследовано 36 354 образца из гнезд грызунов и 7 939 проб блох. Достоверность различий по годам рассчитывалась с применением стандартных статистических методов расчета и пакета MSO Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для территорий Закавказского предгорного природного очага чумы (Абшерон-Гобустан, Миль-Карабах, Бозчол, Восточный и Западный Джейранчоль, Ширван) характерен очень сухой и жаркий климат летом с умеренным холодом зимой. В районе полупустынного мезоочага чумы (Килязи-полупустыня, Ситалчай) климат мягкий, сухой. Растительность на этих территориях полиморфна и представлена флорой, более характерной для степных зон. Большое таксономическое разнообразие фауны данного природного очага объясняется многообразием природных условий.

Всего было обследовано 12 родов и 17 видов блох. По результатам работы были определены видовое разнообразие, ареал и ландшафт ареалов (табл. 1).

**Таблица 1.** Видовое разнообразие блох и их хозяев, ареал и ландшафт территории  
**Table 1.** Species diversity, habitat and landscape of the territory

| № | Блоха                            | Число,<br>% | Грызун                                                                                           | Территория                                                           | Местность                          |
|---|----------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | <i>Xenopsylla conformis</i>      | 57.66       | Краснохвостая песчанка, лесная мышь, обыкновенная полевая мышь, заяц-русак, песчанка Виноградова | Апшерон, Гобустан, Самух, Агстафа, Миль-Муган, Южное нагорье, Гилези | Равнинная, полупустынная, гористая |
| 2 | <i>Xenopsylla cheopis</i>        | 0.57        | Черная крыса, краснохвостая песчанка, мелкие грызуны                                             | Апшерон, Гобустан, Газах, Агстафа, Миль-Мугань, Южное нагорье        | Пустынная, полупустынная           |
| 3 | <i>Nosopsyllus mokrzeckyi</i>    | 5.30        | Домовая мышь, барсук, тушканчик, черная крыса, лесная мышь                                       | Гобустан, Апшерон, Газах, Агстафа, Миль-Мугань, Южное нагорье        | Степная и лесостепная              |
| 4 | <i>Ophthalmopsylla volgensis</i> | 0.63        | Тушканчик, общественная полевка                                                                  | Гобустан, Семкир                                                     | Пустынная, полупустынная           |
| 5 | <i>Mesopsylla apscheronica</i>   | 3.31        | Тушканчик, общественная полевка                                                                  | Гобустан, Газах, Агстафа                                             | Горная                             |
| 6 | <i>Pulex irritans</i>            | 0.40        | Лиса, человек                                                                                    | Абшерон                                                              | Город, поселок, село               |
| 7 | <i>Echidnophaga gallinacea</i>   | 0.10        | Ежи, домашние птицы                                                                              | Абшерон                                                              | Степная                            |

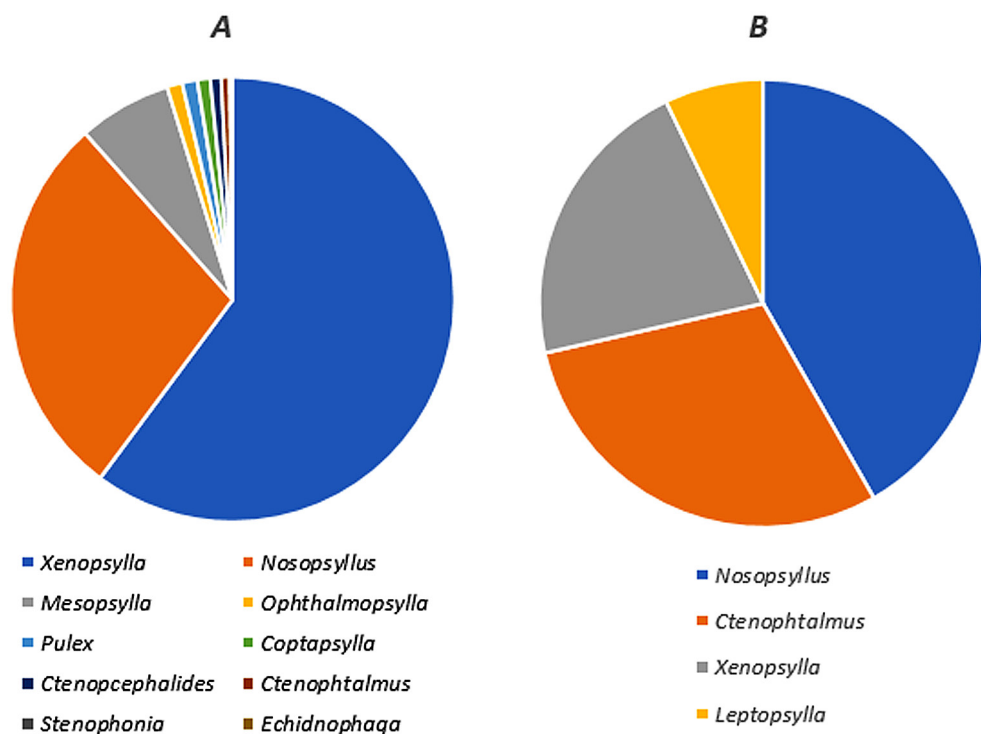
Таблица 1. Продолжение

Table 1. Continuation

| №  | Блоха                           | Число,<br>% | Грызун                                                                                     | Территория                           | Местность                          |
|----|---------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 8  | <i>Nosopsyllus laeviceps</i>    | 23.44       | Крот, лисица, куница-перевязка, домовая мышь, тушканчик, песчанка Виноградова              | Агстафа, Самух, Гобустан             | Степная, равнинная, гористая       |
| 9  | <i>Nosopsyllus fasciatus</i>    | 2.57        | Серая крыса, черная крыса, домовая мышь, обыкновенная полевка, лесная мышь, лесная полевка | Самух, Агстафа, Гобустан             | Пустынная, полупустынная           |
| 10 | <i>Nosopsyllus consimilis</i>   | 0.52        | Полевая мышь, лисица, тушканчик, лесная мышь, мелкие грызуны, крот, песчанка Виноградова   | Гобустан                             | Полупустынная, равнинная, гористая |
| 11 | <i>Coptosylla caucasica</i>     | 0.53        | Краснохвостая песчанка                                                                     | Абшерон, Гобустан<br>Сиазань, Шабран | Равнинная, предгорная              |
| 12 | <i>Ctenocephalides canis</i>    | 0.20        | Собака                                                                                     | Все области                          | Город, поселок, село               |
| 13 | <i>Ctenocephalides felis</i>    | 0.42        | Кошка                                                                                      | Все области                          | Город, поселок, село               |
| 14 | <i>Ctenophthalmus secundus</i>  | 4.08        | Краснохвостая песчанка, лесная мышь, полевая мышь                                          | Гусар, Сиазань, Хызы                 | Горная, предгорная                 |
| 15 | <i>Leptopsylla segnis</i>       | 0.01        | Мелкие грызуны, крот, лесная мышь, полевая мышь                                            | Хызы                                 | Долина, берег реки                 |
| 16 | <i>Stenophonia tripectinata</i> | 0.23        | Краснохвостая песчанка                                                                     | Апшерон, Агстафа, Газак              | Полуостров, равнинная, предгорная  |
| 17 | <i>Rhadinopsylla ucrainica</i>  | 0.03        | Полевая мышь, краснохвостая песчанка                                                       | Апшерон, Агстафа                     | Полуостров, равнинная, предгорная  |

Климат природных очагов влияет не на численность переносчиков, а на количество самих блох, особенно рода *Xenopsylla*. Так, эти блохи не могут размножаться в холодную погоду, при относительной влажности ниже 40%, личинки погибают до окукливания (оптимальная температура для блох этого рода близка к 24°C, а относительная влажность более 70%). *X. conformis* паразитирует преимущественно на теле краснохвостой песчанки. Среди всех собранных блох по численности доминировала блоха *X. conformis* (59%) – переносчик *Yersina pestis* первого порядка, которая была обнаружена во всех изученных природных очагах чумы.

К тому же, как показали наши исследования, видовой состав блох существенно различался в зависимости от климата мезоочагов (рис. 1А, 1В). Так, на территориях Абшерон-Гобустан, Миль-Карабах, Бозчол, Восточный и Западный Джейранчель, Ширван в долевом соотношении преобладали блохи рода *Xenopsylla* (60.2% от всех изученных в данных климатических условиях). На втором месте по частоте встречаемости оказались представители рода *Nosopsyllus* (28.0%). В районе же полупустынного мезоочага чумы (Килязи-полупустыня, Ситалчай), в условиях более холодных, как показали наши исследования, видовое разнообразие очень узкое – всего четыре представителя *Nosopsyllus*, *Ctenophtalmus*, *Xenopsylla* и *Leptopsylla*. На данных участках по частоте встречаемости преобладают блохи рода *Nosopsyllus* (39.8% от всех изученных в более холодных климатических условиях) и *Ctenophtalmus* (28.3%). Согласно полученным данным, блохи рода *Nosopsyllus* могут приспосабливаться как к жарким (особенно летом), так и к холодным климатическим условиям.

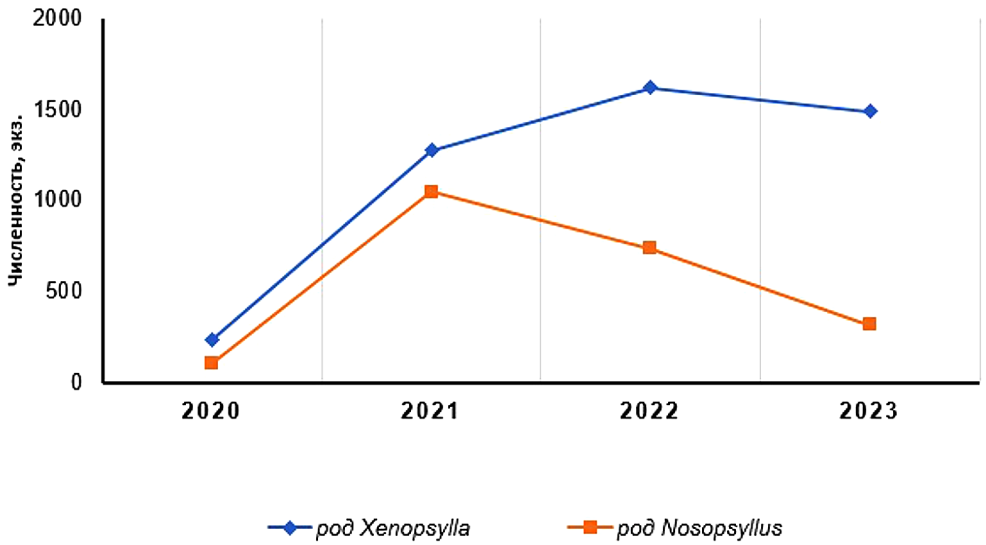


**Рисунок 1.** Видовая представленность блох в зависимости от климатических условий: А – территории с более мягким климатом (Абшерон-Гобустан, Миль-Карабах, Бозчол, Восточный и Западный Джейранчель, Ширван); В – территории с более холодным климатом (Килязи-полупустыня, Ситалчай).

**Figure 1.** Species representation of fleas depending on climatic conditions: А – territories with a milder climate (Absheron-Gobustan, Mil-Karabakh, Bozchol, Eastern and Western Jeyranchel, Shirvan); В – territories with a colder climate (Kilazi semi-desert, Sitalchay).

При вовлечении в эпизоотический процесс мелких мышевидных грызунов в распространении инфекции участвуют блохи рода *Nosopsyllus* (*N. mokrzecky*i, *N. consimilis*, *N. laeviceps*), которые составляют 29% от общего числа блох, собранных в ходе исследования. По литературным данным, эти блохи считаются малоактивными переносчиками (Абдуллаев и др., 2014).

На диаграмме 2 (рис. 2) представлена динамика численности блох родов *Xenopsylla* и *Nosopsyllus* за изучаемый период. Как видно из диаграммы, за период с 2020 по 2023 год наблюдается статистически значимый рост числа блох *Xenopsylla* ( $p < 0.05$ ). Увеличение численности блох может обеспечить распространение возбудителя чумы в местах обитания грызунов и развитие интенсивных эпизоотий. По сравнению с 2020 г., в 2021 г. наблюдался рост численности блох рода *Nosopsyllus*, а в последующие годы наблюдалось статистически значимое снижение, обусловленное влиянием ландшафтных и биоценологических изменений ( $p < 0.05$ ).

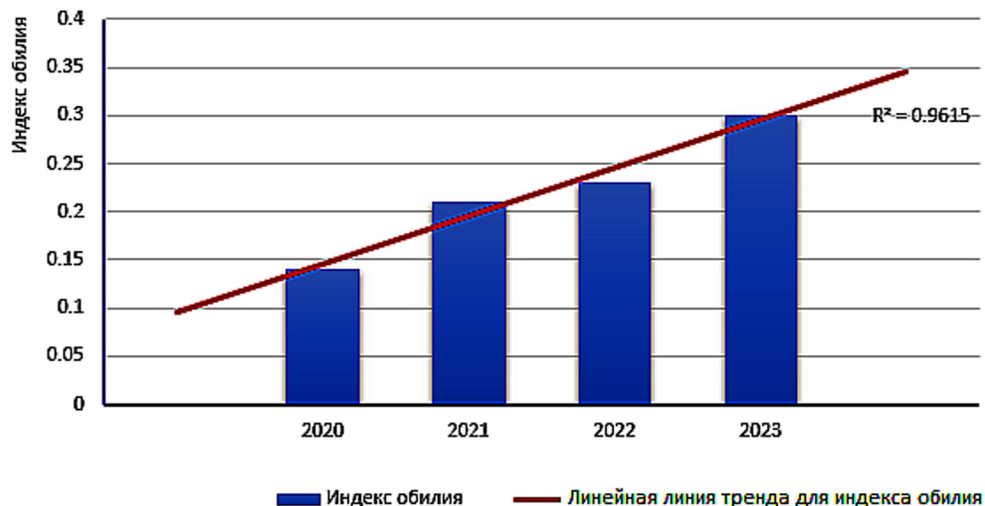


**Рисунок 2.** Динамика численности блох родов *Xenopsylla* и *Nosopsyllus* по годам.  
**Figure 2.** Dynamics of the number of fleas of the genera *Xenopsylla* and *Nosopsyllus* by years.

Представление об увеличении или уменьшении численности блох дает не только динамика численности, но и анализ индекса обилия. На графике 2 показан индекс обилия блох, собранных за 2020–2023 гг. в Закавказском предгорном природном очаге чумы (рис. 3).

Как видно из рис. 3, индекс обилия блох в изучаемом природном мезоочаге с годами увеличивается. И как указывает величина достоверности аппроксимации линейной линии тренда ( $R^2 = 0.9615$ ), предполагается его дальнейшее увеличение.

Однако, если принимать во внимание климатические условия на всей территории Закавказского предгорного природного очага чумы, то для блох рода *Nosopsyllus* индекс обилия 0.06 для теплого климата и 0.1 – для холодного. Для блох рода *Xenopsylla* индекс обилия 0.1 и 0.01, соответственно.



**Рисунок 3.** Динамика индекса обилия собранных блох по годам.

**Figure 3.** Dynamics of collected flea abundance index by year.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованиями установлено, что интенсивность циркуляции блох в Закавказском предгорном природном очаге чумы связана с климатическими условиями ландшафтов. На основании полученных результатов определены благоприятные биотопы для выживания и фенологии блох–переносчиков чумы. Это показывает, что независимо от климатических условий, биоценоза и антропогенных факторов в Азербайджане может быть достаточно переносчиков инфекционных заболеваний. Согласно результатам анализа, у отловленных и изученных блох за период 2020–2023 г.г. возбудитель чумы не обнаружен. Для своевременного выявления эпизоотий среди диких грызунов и кровососущих важно проводить регулярные эпизоотологические обследования в энзоотических по чуме районах. При ослаблении внимания к очагам и, особенно, при крупных социальных потрясениях, стихийных бедствиях, войнах и т.д. эпизоотологическая ситуация на данных территориях в любой момент может выйти из-под контроля, что может вызвать серьезные эпидемические последствия.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Центра по контролю за особо опасными инфекциями (ЦКООИ) Министерства Здравоохранения Азербайджанской Республики. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

## СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

В данной работе отсутствуют исследования человека или животных, соответствующих критериям Директивы 2010/63/EU. Эктопаразитов собирали от грызунов и из их нор в соответствии со стандартными операционными процедурами, разработанными Всемирной Организацией Здравоохранения и Центром по контролю за особо опасными инфекциями, и доставляли в лабораторию ЦКООИ в соответствии с «Правилами биологической безопасности в лабораториях» (Laboratory Biosafety Guidelines, 2004; Правила биобезопасности в лабораториях, 2010).

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абдуллаев Р.М., Исмаилова Р.М., Мамедов М.К. 2014. Основы эпидемиологии и профилактики чумы. Баку, «Сяда», 224 с. [Abdullaev R.M., Ismailova R.M., Mamedov M.K. 2014. Fundamentals of epidemiology and prevention of plague. Baku, "Syada", 224 pp. (In Azeri)].
- Вашенко В.С. 1999. Роль блох (Siphonaptera) в эпизоотологии чумы. Паразитология 33(3): 198–209. [Vashchenok V.S. 1999. Role of fleas (Siphonaptera) in epizootic plagues. Parasitologiya 33(3): 198–209. (In Russian)].
- Котти Б.К. 2013. Каталог блох (Siphonaptera) фауны России и сопредельных стран. Ставрополь, Альфа Принт, 156 с. [Kotti B.K. 2013. Catalogue of fleas (Siphonaptera) of the fauna of Russia and neighbouring countries. Stavropol, Alfa Print, 156 pp. (In Russian)].
- Котти Б.К., Жильцова М.В. 2019. Значение блох (Siphonaptera) в природных очагах чумы. Паразитология 53(6): 506–517. [Kotti B.K., Zhiltsova M.V. 2019. Significance of fleas (Siphonaptera) in natural plague foci. Parasitologiya 53(6): 506–517. (In Russian)].
- Котти Б.К., Климова Л.И., Ермолова Н.В. и др. 2021. Блохи (Siphonaptera) грызунов восточно-кавказского высокогорного природного очага чумы. Паразитология 55(5): 398–407. [Kotti B.K., Klimova L.I., Ermolova N.V. et al. 2021. Fleas (Siphonaptera) rodents of the East-Caucasian high mountain natural plague. Parasitologiya 55(5): 398–407. (In Russian)].
- МУ 3.1.3012-12 Москва. Методические указания. Сбор, учет и подготовка к лабораторному исследованию кровососущих членистоногих в природных очагах опасных инфекционных болезней. 2012. [Guidelines MU 3.1.3012-12 Moscow. Collection, recording and preparation for laboratory research of blood-sucking arthropods in natural foci of dangerous infectious diseases. 2012. (In Russian)].
- Попов Н.В., Куклев Е.В., Слудский А.А., Тарасов М.А. и др. 2005. Ландшафтная приуроченность очагов чумы дальнего зарубежья. Северная и Южная Америка, Африка, Азия. Проблемы особо опасных инфекций 1: 9–15. [Popov N.V., Kuklev E.V., Sludsky A.A., Tarasov M.A. et al. 2005. Landscape occurrence of plague foci in foreign countries. North and South America, Africa, Asia. Problems of especially dangerous infections 1: 9–15. (In Russian)].

- «Правила биобезопасности в лабораториях» Министерство Здравоохранения Азербайджанской Республики 2010. [“Biosafety rules in laboratories” Ministry of Health of the Republic of Azerbaijan 2010. (In Azeri)].
- Прохорова И.А., Остапчук О.В. 2014. Эпидемиологическое значение блох, вшей и власоедов на территории Костромской области. Вестник КТУ им. Н.А.Некрасова, 6: 36–39. [Prokhorova I.A., Ostapchuk O.V. 2014. Epidemiological significance of fleas, lice and lice eater in the Kostroma region. Bulletin of KTU named after N.A. Nekrasov 6: 36–39. (In Russian)].
- Сунцов В.В., Сунцова Н.И. 2006. Чума: происхождение и эволюция эпизоотической системы (экологические, географические и социальные аспекты). Москва, Товарищество научных изданий КМК, 247 с. [Suntsov V.V., Suntsova N.I. 2006. Plague: Origin and evolution of an epizootic system (ecological, geographical and social aspects). Moscow, Partnership of Scientific Publications KMK, 247 pз. (In Russian)].
- Тифлов В.Е., Скалон О.И., Ростигаев Б.А. 1977. Определитель блох Кавказа. Ставрополь, Ставропольское книжное издательство, 280 с. [Tiflov V.E., Skalon O.I., Rostigaev B.A. 1977. Key to fleas of the Caucasus. Stavropol, Stavropol Book Publishing House, 280 pp. (In Russian)].
- Blagburn B.L., Dryden M.W. 2009. Biology, treatment, and control of flea and tick infestations // Vet. Clin. Small Animal 39: 1173–1200.
- Moradi E., Moradi R., Telmadarray Z., et al. 2020. Diversity of hard tick populations and their geographic variations in northwestern Iran // Authorea. DOI: 10.22541/au.159986457.79759677
- Laboratory Biosafety Guidelines, 2004. Third Edition, WHO, Geneva.

## ECOLOGICAL AND FAUNISTIC FEATURES OF FLEAS IN THE TRANSCAUCASIAN MOUNTHILL NATURAL PLAGUE FOCI IN AZERBAIJAN

R. I. Ismayilova, B. A. Naghiyeva, S. A. Sadikhova, Z. I. Rasulzade,  
K. R. Amirova, M. K. Rustamova, G. G. Hajjaliyeva

**Keywords:** epizootology, epidemiology, phenology, identification, meso-foci, plague, biocenosis

### SUMMARY

Among all vectors of natural focal infections, fleas are the most active. In this respect, entomological and epizootological monitoring has always been of great importance. This article, based on the material collected from the Transcaucasian foothill natural plague focus, presents the results of a study of flea species diversity, the landscape and geographical area of their distribution.

The goal of this work was to determine the diversity of flea species, their distribution and abundance based on the results of epizootological studies conducted in areas with different landscapes in the Transcaucasian foothill natural plague focus of Azerbaijan.

The material for the study was obtained during epizootological studies and observations conducted in the spring and autumn seasons of 2020–2023. in the Transcaucasian foothill natural plague focus of Azerbaijan (Bozchol, Mil-Mugan, Eastern and Western Jeyranchel, Gobustan, Absheron, semi-deserts of Kilazi, Sitalchay). Collection, packaging, transportation, and marketing of the material were carried out on the basis of relevant biosafety rules and delivered for further study to the Special Dangerous Infections Control Center. In total, 61,087 nest tracks were examined, and 7,939 fleas were collected

and delivered. The material was processed and identified in the laboratory in accordance with the current regulatory and methodological document on the safety of working with pathogenic biological agents (PBA) of pathogenicity groups I–IV. As a result of sample identification, the species composition of fleas was determined and grouped by geographical areas and landscapes. Research was also carried out (using the PCR method) for the presence of the plague causative agent - *Yersinia pestis*.

According to the results of the study, it was found that, regardless of the biocenotic and climatic characteristics of individual sectors of the Transcaucasian foothill natural plague focus of Azerbaijan, there may be enough carriers of infectious diseases and their growth increases over the years. The frequency of occurrence of the prevailing genera of fleas - *Xenopsylla* and *Nosopsyllus*- depends on the natural and climatic conditions of the focus being studied. The analysis for the presence of the plague causative agent among all fleas caught and studied did not give positive results. For the timely detection of epizootics among wild rodents and bloodsuckers, it is important to conduct regular epizootic surveys in enzootic areas for plague.