



UDC 636.09:576.895.7:616.98:579.873.21

## Insects as a factor of the transmission of tuberculosis mycobacteria (review article)

K. V. Alifonova

*Dnipro State Agrarian and Economic University, Ukraine*

### Article info

Received 15.02.2021  
Received in revised form  
19.03.2021  
Accepted  
25.05.2021

*Dnipro State Agrarian and  
Economic University,  
Dnipro, Ukraine,  
E-mail:  
[alifonova.k.v@dsau.dp.ua](mailto:alifonova.k.v@dsau.dp.ua)*

**Alifonova, K. V. (2021). Insects as a factor of the transmission of tuberculosis mycobacteria (review article). *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 7, 7-11, DOI: 10.31890/vttp.2021.07.01.**

*The problem of tuberculosis is widespread both in Ukraine and around the world. This disease is one of the ten most common epidemiological causes of death. Today, the problem of rapid growth of the incidence rate is urgent among epidemiologists and epizootologists.*

*The implementation of effective methods of diagnosis, prevention and complete elimination of infection is impossible without perfect knowledge of the route of infection, extraction of mycobacteria from the body of a sick animal or carrier, transmission of infection and reservoirs of the pathogen.*

*The purpose of this work was to summarize and analyze the results of the research by scientists regarding the possible role of insects in the spread of tuberculosis.*

*In recent years, more and more research results appear in scientific publications that demonstrate the extraction of mycobacteria from the body of invertebrate insects. In particular, mycobacteria were removed from the body of cockroaches, butterflies, ticks, mosquitoes, beetles and earthworms (Sramova et al., 1992; Kerrest, 1960; Blagodarnyy, & Blehman, 1970; Foil, & Gorham, 2000; Fischer, Matlova, Dvorska, Svastova, & Pavlik, 2003; Fischer et al., 2003; Fischer et al., 2004; Wallace et al., 2010).*

*Numerous studies of scientists have proved that cockroaches are carriers of a large number of opportunistic and pathogenic microorganisms, including mycobacteria of tuberculosis (Fotedar, Shrinivas, & Verma, 1991; Kopanic, Sheldon, & Wright, 1994; Cotton et al., 2000; Fischer, Matlova, Dvorska, Svastova, & Pavlik, 2003; Jalil et al., 2012; Menasria et al., 2014; Moges et al., 2016; Nwankwo, Onusiriuka, Elesho, & Okechukwu, 2016).*

*Fischer, Matlova, Dvorska, Svastova, & Pavlik (2003), in consequence of experimental infection of cockroaches with a suspension of mycobacteria extracted the pathogen from excrement for 3 days after the infection.*

*Kerrest (1960), Blagodarnyy, & Blehman (1970), Hazipov, Safin, & Idrisov (1985) isolated microbacteria from argas mites.*

*As a result of the analysis of existing data, it was established that insects are actually a potential threat of the transmission of mycobacteria of tuberculosis. Proposals for promising research were also identified for a more profound study of this issue.*

**Key words:** *Mycobacteria, tuberculosis, insects, reservoir of the pathogen.*

## Насекомые – фактор передачи микобактерий туберкулеза (обзорная статья)

К. В. Алифонова

*Днепро́вский госуда́рственный аграрно-экономический университет, Украина*

*Проблема туберкулёза является широко распространённой как в Украине, так и по всему миру. Данное заболевание входит в десятку наиболее распространённых эпидемиологических причин смерти. На сегодняшний день, вопрос стремительного роста заболеваемости является актуальным среди ученых-эпидемиологов и эпизоотологов.*

*Разработка эффективных методов диагностики, профилактики и полной ликвидации инфекции невозможны без совершенного владения информацией относительно пути заражения, выделения микобактерий из организма больного животного или носителя, передачи инфекции и резервуаров возбудителя.*

Целью данной работы было обобщить и проанализировать результаты исследований ученых относительно возможной роли насекомых в процессе распространения туберкулеза.

В последние годы, все чаще в научных изданиях появляются результаты исследований, которые демонстрируют выделение микобактерий из организма беспозвоночных насекомых. В частности, микобактерии извлекали из организма тараканов, бабочек, клещей, москитов, жуков и дождевых червей (Sramova et al., 1992; Kerrest, 1960; Blagodarniy, & Blehman, 1970; Foil, & Gorham, 2000; Fischer, Matlova, Dvorska, Svastova, & Pavlik, 2003; Fischer et al., 2003; Fischer et al., 2004; Wallace et al, 2010).

Множественные исследования ученых доказали, что тараканы являются переносчиками большого количества условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, в том числе и микобактерий туберкулеза (Fotedar, Shrinivas, & Verma, 1991; Kopanic, Sheldon, & Wright, 1994; Cotton et al., 2000; Fischer, Matlova, Dvorska, Svastova, & Pavlik, 2003; Jalil et al., 2012; Menasria et al., 2014; Moges et al., 2016; Nwankwo, Onusiriuka, Elesho, & Okechukwu, 2016). Fischer, Matlova, Dvorska, Svastova, & Pavlik (2003) после экспериментального инфицирования тараканов суспензией микобактерий, выделяли возбудителя из экскрементов на протяжении 3 дней после инфицирования.

Kerrest (1960), Blagodarniy, & Blehman (1970), Hazipov, Safin, & Idrisov (1985) изолировали микобактерии из организма аргасовых клещей. В результате анализа существующих данных установлено, что насекомые действительно являются потенциальной угрозой передачи микобактерий туберкулеза. Также определены предложения перспективных направлений исследования для более углубленного изучения данного вопроса.

**Ключевые слова:** микобактерии, туберкулез, насекомые, резервуар возбудителя.

## Комахи – чинник передачі мікобактерій туберкульозу (оглядова стаття)

**К. В. Аліфонова**

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Україна

У статті наведено огляд, узагальнення та аналіз даних, щодо ролі комах у виникненні та поширенні туберкульозу, визначено перспективний напрям досліджень. З'ясовано, що комахи можуть бути резервуаром мікобактерій на різних стадіях свого розвитку і здатні виділяти життєздатні мікобактерії, контамінуючи об'єкти зовнішнього середовища.

**Ключові слова:** мікобактерії, туберкульоз, комахи, резервуар збудника.

### Вступ

Поширення туберкульозу нині є актуальним питанням як в Україні, так і поза її межами. Туберкульоз входить в рейтинг десяти найбільш поширених епідеміологічних причин загибелі у всьому світі. Дане захворювання несе високу епідеміологічну й епізоотологічну небезпеку, завдає значні соціальні та економічні втрати, які полягають у погіршенні якості тваринницької продукції, масовому знищенні тварин та їх утилізації, проведенні заходів, що направлені на боротьбу та оздоровлення неблагополучного пункту (Tkachenko, Zazharskij, Aleksyeyeva, Kovalov, & Zelinskij, 2013).

Проблема туберкульозу непокоїть людство багато століть поспіль, проте й до теперішнього часу наука досконалим не володіє інформацією щодо всіх можливих резервуарів і носіїв збудника, способів виділення та передачі мікобактерій, шляхів зараження сприйнятливих тварин.

Важливою ознакою мікобактерій є складна будова мікробної клітини, їх надзвичайна стійкість до дії фізико-хімічних факторів внаслідок наявності ліпідів у клітинній стінці, здатність до адаптації у навколишньому середовищі та мінливості.

Вивчення біологічних властивостей збудника туберкульозу є актуальним питанням і сьогодні. Мікобактерії, завдяки здатності до мінливості, можуть існувати у декількох морфологічних формах, що ускладнює їх виявлення та ідентифікацію.

Без досконалого володіння такими даними розробка ефективних методів діагностики, боротьби, профілактики та повное викорінення хвороби неможливі.

Останніми роками різноманітні наукові видання періодично висвітлюють інформацію про виявлення мікобактерій в організмі безхребетних (Sramova et al., 1992; Kerrest, 1960; Blagodarniy, & Blehman, 1970; Fischer et al., 2003; Fischer et al., 2004; Fischer, Matlova, Dvorska, Svastova, & Pavlik, 2003; Fischer et al., 2005). Також закордонні науковці-епізотологи виділяють мікобактерії туберкульозу з кормових сумішей для тварин (Fischer et al., 2004).

Метою даної роботи було узагальнення та аналіз результатів досліджень питання можливої ролі комах у проблемі поширення туберкульозу.

### Основна частина

На сьогоднішній день питання стрімкого поширення туберкульозу є дуже актуальним як серед науковців-епідеміологів, так і серед епізоотологів.

Stegnij, Zavgorodnij, & Zagrebelnij (2012) вказують, що у 2000-х роках у нашій країні було зареєстровано майже 150 неблагополучних щодо туберкульозу великої рогатої худоби пунктів, до 2006 року кількість таких пунктів знизилась до 27. Проте у 2007 році їх чисельність знову зросла до 60, вірогідно, через виникнення рецидивів в пунктах, що оздоровились. Ймовірно, що основною причиною поширення туберкульозу є неналежне дотримання ветеринарно-санітарних правил та профілактичних заходів.

Основним джерелом збудника вважаються тварини, птахи, рідше люди з активним або латентним проявом туберкульозу. Факторами передачі є повітря, ґрунт, вода, корми, предмети догляду за тваринами.

Останнім часом закордонні наукові видання повідомляють дані про виділення мікобактерій з організму двокрилих комах, жуків, тарганів, метеликів, кліщів, москітів та дощових хробаків (Sramova et al., 1992; Kerrest, 1960; Blagodarniyi, & Blehman, 1970; Foil, & Gorham, 2000; Fischer, Matlova, Dvorska, Svastova, & Pavlik, 2003; Fischer et al., 2003; Fischer et al., 2004; Wallace et al, 2010).

Solter et al. (1989) першими виявили мікроорганізми в кишечнику некрофагових жуків та встановили, що ці комахи можуть не тільки механічно переносити мікроорганізми, але й відігравати роль резервуара збудника інфекції.

Fischer et al. (2001), Fischer, Matlova, Dvorska, Svastova, & Pavlik (2003), Fischer et al. (2003), Fischer et al. (2004), Fischer et al. (2006), Pavlik, & Falkinham (2009) результатами своїх досліджень довели, що мікроорганізми можуть певний час залишатися в організмі комах життєздатними, крім того, комахи здатні виділяти їх разом з екскрементами та контамінувати зовнішнє середовище. Також встановили, що комахи можуть відігравати роль механічного та біологічного переносника багатьох видів мікроорганізмів на різних стадіях свого розвитку, відповідно бути фактором передачі збудника інфекції.

Наприклад, численні дослідження ряду вчених довели, що таргани є переносниками умовно-патогенної та патогенної мікрофлори, зокрема й мікобактерій туберкульозу (Fotedar, Shriniwas, & Verma, 1991; Kopanic, Sheldon, & Wright, 1994; Cotton et al., 2000; Fischer, Matlova, Dvorska, Svastova, & Pavlik, 2003; Jalil et al., 2012; Menasria et al., 2014; Moges et al., 2016; Nwankwo, Onusiriuka, Elesho, & Okechukwu, 2016). Зокрема, Fischer, Matlova, Dvorska, Svastova, & Pavlik (2003) після експериментального орального інфікування німф тарганів *Blatta orientalis* суспензією мікобактерій, виділили життєздатні мікобактерії з екскрементів дослідних тарганів через 3 дні після зараження та через 10 днів в гомогенізаті тарганів. Результати цих досліджень вказують на здатність зберігати збудник в організмі протягом достатньо тривалого часу. Kassiri, & Kazemi (2012) ізолювали патогенні бактерії у 100% досліджених тарганів, що були вилучені в медичних закладах. Memona, Manzoor, & Anjum (2017) показали, що таргани є переносниками *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp, *Shigella* spp та інших бактерій. Результати наукових праць таких вчених як Harein, & De Las Casas (1968), Sramova et al. (1992), Zarei, Shokoohizadeh, Hossainpour, & Alikhani (2018) та ряду інших авторів вказують на виділення з організму комах таких умовно-патогенних мікроорганізмів, як *Escherichia intermedia*, *Proteus rettgeri*, *P.vulgaris*, *Bacillus subtilis*, *Serratia marcescens*, *Streptococcus* spp., *Micrococcus* spp., *Pseudomonas aerogenosa*, *Klebsiella pneumoniae* та інші.

Faulde, & Spiesberger (2013) довели, що метелики *Clogmia albipunctata* є механічними переносниками *Acinetobacter baumannii*, *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* та інших видів мікроорганізмів.

Kerrest (1960) виділив *Mycobacterium tuberculosis* з кліщів *Argas persicus*. Hazipov, Safin, & Idrisov (1985) повідомляють дані про виявлення атипичних мікобактерій в організмі кліщів. Дослідження Blagodarniyi, & Blehman (1970) свідчать про потенційну загрозу аргасових кліщів як резервуарів та можливих переносників мікобактерій туберкульозу птахів.

Fischer et al. (2000) та Durnez et al. (2008) виявили мікобактерії туберкульозу в організмі комахоїдних тварин та гризунів.

Таким чином, дані, що існують дозволяють припускати, що інфіковані комахи можуть бути захоплені сприйнятливими макроорганізмами (тваринами чи птахами), в їх шлунково-кишковому тракті під дією шлункового соку комахи перетравлюються, проте кислотостійкі мікобактерії туберкульозу залишаються життєздатними та можуть персистувати в організмі або знову виділятися у зовнішнє середовище та контамінувати його.

Наразі основні запропоновані методи дослідження личинок та імаго комах на наявність в їх організмі бактерій, зокрема мікобактерій туберкульозу, полягають у тому, щоб гомогенізувати їх в стерильному посуді, попередньо промивши в ізотонічному розчині натрію хлориду та в етанолі або у виділенні кишечника з комах. Після чого з гомогенізату або вмісту кишечника готують мазки, зафарбовують за методом Ціль-Нільсена та ідентифікують збудника під мікроскопом. Проте, на нашу думку, цей спосіб дослідження не є досконалим і потребує подальшого удосконалення, так як він може застосовуватися виключно для комах, розмір яких перевищує декілька сантиметрів і є неефективним при дослідженні дрібних комах розміром 0,2-1 мм.

Після узагальнення та аналізу існуючих даних, стало зрозуміло, що комахи відіграють істотну роль у поширенні мікроорганізмів, зокрема мікобактерій, у зовнішньому середовищі та передачі збудника інфекції сприйнятливим тваринам. Комахи можуть інфікуватися мікобактеріями від тварин, які є носіями збудника та виділяти їх у зовнішнє середовище. Після інфікування, жуки можуть виступати у ролі механічних або біологічних переносників та залишатись резервуаром збудника протягом певного, невизначеного дотепер, часу.

На сьогоднішній день вченими не проводились дослідження, які б висвітлювали дані щодо змін морфології, біологічних властивостей та вірулентності патогенних мікроорганізмів, зокрема мікобактерій туберкульозу, після пасажу через організм комах. Крім того, немає вичерпних даних щодо тривалості персистенції бактерій в організмі комах.

#### Висновки

Комахи на різних стадіях свого розвитку здатні накопичувати, в організмі мікроорганізми, зокрема мікобактерії туберкульозу та залишатися резервуаром збудника інфекції протягом певного часу. Отже, вони становлять серйозну потенційну загрозу поширення туберкульозу на велику відстань. Інфіковані комахи здатні виділяти життєздатні бактерії у зовнішнє середовище разом з екскрементами, контамінувати його та бути причиною спалахів захворювання в раніше благополучних пунктах.

Проте, наразі немає точних даних щодо тривалості носійства комахами мікроорганізмів, щодо зміни морфології біологічних і біохімічних властивостей бактерій та їх вірулентності після персистенції в організмі комах. Крім того, методика виявлення мікроорганізмів в організмах комах не є досконалою. Тому, на нашу думку, подальші дослідження мають бути направлені на встановлення тривалості носійства, визначення змін властивостей мікроорганізмів після пасажів через комах та вдосконалення методики дослідження комах.

## References

- Blagodarnyy, Ya. A., & Blehman, I. M. (1970). Kleschi Argas presicus-hraniteli i vozmozhnyie perenoschiki tuberkuleznoy infektsii u ptits. *Parazitologiya*, 4(2), 150–152. [in Russian]
- Cotton, M. F., Wasserman, E., Pieper, C. H., Theron, D. C., van Tubbergh, D., Campbell, G., Fang, F. C., & Barnes, A. J. (2000). Invasive disease due to extended spectrum beta-lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae* in a neonatal unit: the possible role of cockroaches. *The Journal of hospital infection*, 44(1), 13–17. <https://doi.org/10.1053/jhin.1999.0650>
- Durnez, L., Eddyani, M., Mgode, G. F., Katakweba, A., Katholi, C. R., Machang'u, R. R., Kazwala, R. R., Portaels, F., & Leirs, H. (2008). First detection of mycobacteria in African rodents and insectivores, using stratified pool screening. *Applied and environmental microbiology*, 74(3), 768–773. <https://doi.org/10.1128/AEM.01193-07>
- Faulde, M., & Spiesberger, M. (2013). Role of the moth fly *Clogmia albipunctata* (Diptera: Psychodinae) as a mechanical vector of bacterial pathogens in German hospitals. *The Journal of hospital infection*, 83(1), 51–60. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2012.09.019>
- Fischer, O., Mátlová, L., Bartl, J., Dvorská, L., Melichárek, I., & Pavlík, I. (2000). Findings of mycobacteria in insectivores and small rodents. *Folia microbiologica*, 45(2), 147–152. <https://doi.org/10.1007/BF02817414>
- Fischer, O., Mátlová, L., Dvorská, L., Svástová, P., Bartl, J., Melichárek, I., Weston, R. T., & Pavlík, I. (2001). Diptera as vectors of mycobacterial infections in cattle and pigs. *Medical and veterinary entomology*, 15(2), 208–211. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2915.2001.00292.x>
- Fischer, O. A., Matlova, L., Bartl, J., Dvorská, L., Svastova, P., du Maine, R., Melicharek, I., Bartos, M., & Pavlik, I. (2003). Earthworms (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) and mycobacteria. *Veterinary microbiology*, 91(4), 325–338. [https://doi.org/10.1016/s0378-1135\(02\)00302-4](https://doi.org/10.1016/s0378-1135(02)00302-4)
- Fischer, O. A., Matlova, L., Dvorská, L., Svastova, P., & Pavlík, I. (2003). Nymphs of the Oriental cockroach (*Blatta orientalis*) as passive vectors of causal agents of avian tuberculosis and paratuberculosis. *Medical and veterinary entomology*, 17(2), 145–150. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2915.2003.00417.x>
- Fischer, O. A., Matlova, L., Dvorská, L., Svastova, P., Bartl, J., Weston, R. T., & Pavlík, I. (2004). Blowflies *Calliphora vicina* and *Lucilia sericata* as passive vectors of *Mycobacterium avium* subsp. *avium*, *M. a. paratuberculosis* and *M. a. hominissuis*. *Medical and veterinary entomology*, 18(2), 116–122. <https://doi.org/10.1111/j.0269-283X.2004.00477.x>
- Fischer, O. A., Matlova, L., Dvorská, L., Svastova, P., Peral, D. L., Weston, R. T., Bartos, M., & Pavlík, I. (2004). Beetles as possible vectors of infections caused by *Mycobacterium avium* species. *Veterinary microbiology*, 102(3-4), 247–255. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2004.06.005>
- Fischer, O. A., Matlova, L., Dvorská, L., Svastova, P., Bartos, M., Weston, R. T., Kopecna, M., Trcka, I., & Pavlík, I. (2005). Potential risk of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* spread by syrphid flies in infected cattle farms. *Medical and Veterinary Entomology*, 19, 360–366. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2005.00585.x>
- Fischer, O. A., Mátlová, L., Dvorská, L., Svástová, P., Bartos, M., Weston, R. T., & Pavlík, I. (2006). Various stages in the life cycle of syrphid flies (*Eristalis tenax*; Diptera: Syrphidae) as potential mechanical vectors of pathogens causing mycobacterial infections in pig herds. *Folia microbiologica*, 51(2), 147–153. <https://doi.org/10.1007/BF02932171>
- Foil, L. D., & Gorham, J. R. (2000). Mechanical Transmission of Disease Agents by Arthropods. In: Eldridge B. F., Edman J. D. (eds) *Medical Entomology*. Springer, Dordrecht, 461–514. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-6472-6\\_12](https://doi.org/10.1007/978-94-011-6472-6_12)
- Fotedar, R., Shrinivas, U. B., & Verma, A. (1991). Cockroaches (*Blattella germanica*) as carriers of microorganisms of medical importance in hospitals. *Epidemiology and infection*, 107(1), 181–187. <https://doi.org/10.1017/s0950268800048809>
- Harein, P. K., & De Las Casas, E. (1968). Bacteria from Granary Weevils Collected from Laboratory Colonies and Field Infestations. *Journal of Economic Entomology*, 61(6), 1719–1720. <https://doi.org/10.1093/jee/61.6.1719>
- Hazipov, N. Z., Safin, M. A., & Idrisov, G. Z. (1985). *Tuberkulez krupnogo rogatogo skota*. Moskva. Agropromizdat. [in Russian].
- Jalil, N., Keyhani, A., Hasan, M. S., Mahdi, M., Monireh, M., & Atefeh, B. (2012). Cockroaches' bacterial infections in wards of hospitals, Hamedan city, west of Iran. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 2, 381–384. [https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(12\)60083-8](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(12)60083-8)
- Kassiri, H., & Kazemi, S. (2012). Cockroaches [*Periplaneta americana* (L.), *Dictyoptera*; *Blattidae*] as Carriers of Bacterial Pathogens, Khorramshahr County, Iran. *Jundishapur J Microbiol.* 5, 320–322. <https://doi.org/10.5812/kowsar.20083645.2434>
- Kerrest, J. (1960). *Argas persicus* venicule *Pventnei* di *Mycobacterium tuberculosis* var. *hominis*. *Ann. Inst. Pasteur.*, 924–925.
- Kopanic, R. J., Jr, Sheldon, B. W., & Wright, C. G. (1994). Cockroaches As Vectors of *Salmonella* : Laboratory and Field Trials. *Journal of food protection*, 57(2), 125–135. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-57.2.125>
- Memon, H., Manzoor, F., & Anjum, A. A. (2017). Cockroaches (*Blattodea*: *Blattidae*): A Reservoir of Pathogenic Microbes in Human-Dwelling Localities in Lahore. *Journal of Medical Entomology*, 54(2), 435–440. <https://doi.org/10.1093/jme/tjw168>
- Menasria, T., Moussa, F., El-Hamza, S., Tine, S., Megri, R., & Chenchouni, H. (2014). Bacterial load of German cockroach (*Blattella germanica*) found in hospital environment. *Pathogens and*



*global health*, 108(3), 141–147.  
<https://doi.org/10.1179/2047773214Y.0000000136>

- Moges, F., Eshetie, S., Endris, M., Huruy, K., Muluye, D., Feleke, T., G/Silassie, F., Ayalew, G., & Nagappan, R. (2016). Cockroaches as a Source of High Bacterial Pathogens with Multidrug Resistant Strains in Gondar Town, Ethiopia. *BioMed Research International*, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2016/2825056>
- Nwankwo, E., Onusiriuka, K., Elesho, B., & Okechukwu, P. (2016). Isolation and Identification of Some Microbial Pathogens Associated with the External Body Surface of *Periplaneta americana* in Umuahia, Abia State. *International Journal of TROPICAL DISEASE & Health*, 13, 1-8. <https://doi.org/10.9734/IJTDH/2016/22891>
- Pavlik, I., & Falkinham, J. O. (2009). The Occurrence of Pathogenic and Potentially Pathogenic Mycobacteria in Animals and the Role of the Environment in the Spread of Infection. *The Ecology of Mycobacteria: Impact on Animal's and Human's Health*, 199–281. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9413-2-6>
- Solter, L. F., Lustigman, B., & Shubeck, P. (1989). Survey of medically important true bacteria found associated with carrion beetles (Coleoptera: Silphidae). *Journal of Medical Entomology*, 26, 354–359. <https://doi.org/10.1093/jmedent/26.4.354>
- Sramova, H., Daniel, M., Absolonova, V., Dedicova, D., Jedlickova, Z., Lhotova, H., Petras, P., & Subertova, V. (1992). Epidemiological role of arthropods detectable in health facilities. *The Journal of hospital infection*, 20(4), 281–292. [https://doi.org/10.1016/0195-6701\(92\)90006-8](https://doi.org/10.1016/0195-6701(92)90006-8)
- Stegnij, B. T., Zavgorodnij, A. I., & Zagrebelnij, V. O. (2012). Stan i perspektivi virishennya problemi tuberkulozu tvarin v Ukrayini. *Veterinarna medicina: Mizhvidomchij tematichnij naukovij zbirnik. Harkiv*, 96, 237-239. [in Ukrainian].
- Tkachenko, O. A., Zazharskij, V. V., Aleksyeyeva, N. V., Kovalov, A. V., & Zelinskij, M. D. (2013). Ekonomichni zbitki vid tuberkulozu velikoyi rogotoyi hudobi. *Veterinarna medicina Ukrayiny*, 1, 6-10 [in Ukrainian].
- Wallace, J. R., Gordon, M. C., Hartsell, L., Mosi, L., Benbow, M. E., Merritt, R. W., & Small, P. L. (2010). Interaction of *Mycobacterium ulcerans* with mosquito species: implications for transmission and trophic relationships. *Applied and environmental microbiology*, 76(18), 6215–6222. <https://doi.org/10.1128/AEM.00340-10>
- Zarei, O., Shokoohzadeh, L., Hossainpour, H., & Alikhani, M.Y. (2018). Molecular analysis of *Pseudomonas aeruginosa* isolated from clinical, environmental and cockroach sources by ERIC-PCR. *BMC Res Notes* 11 (1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s13104-018-3765-z>