

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Оригинальная статья  
DOI: <https://doi.org/10.47470/dez014>  
© Еремина О.Ю., Олифер В.В., 2026

# Рыжий таракан *Blattella germanica* — модельный объект для исследования резистентности насекомых

Еремина О.Ю., Олифер В.В.

Институт дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Москва, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Введение.** При исследовании резистентности насекомых важно использовать стандартные лабораторные культуры, чувствительные к инсектицидам. Одной из них является культура S-НИИД рыжего таракана *Blattella germanica*, разводимая в инсектарии Института дезинфектологии более 50 лет. В ходе исследований культура S-НИИД показала соответствие реакции на топикальное нанесение инсектицидов таковому известным чувствительных к инсектицидам культур (UCR, JWax-S, SUS и др.).

**Цель работы** – описание развития резистентности рыжего таракана к пиретроидам с эволюционной точки зрения на примере чувствительности 20 географически разобщённых популяций рыжего таракана к шести пиретроидам разного строения.

**Материалы и методы.** В исследовании оценивали устойчивость 20 популяций рыжего таракана из разных городов России к шести действующим веществам группы пиретроидов. Статистическую обработку проводили методом Финни.

**Результаты.** Приведены данные о резистентности рыжего таракана *B. germanica* к пиретроидам при топикальном нанесении. Исследования проведены на выборках из популяций, собранных в Москве, Московской и Калужской областях, Екатеринбурге, Магнитогорске, Благовещенске. Выявлена мозаичность проявления резистентности. Резистентность к циперметрину, наиболее часто применяемому инсектициду, составила в Москве от 5,4× до > 4000×, в Московской области – от 417× до > 4000×, Калужской области – > 4000×, Екатеринбурге – от 133× до > 833×, Благовещенске – 73–91×.

**Заключение.** На территории городов России от Москвы до Благовещенска присутствуют резистентные популяции рыжего таракана, причем 95% из них характеризуются как резистентные и высокорезистентные к пиретроидам. Рекомендовано применение схем ротации действующих веществ в соответствии с механизмами их действия на насекомых.

**Ограничения исследования.** Исследования направлены на изучение резистентности рыжего таракана к пиретроидам разного строения и представляют интерес для специалистов, занимающихся дезинфекционной деятельностью в области дезинсекции.

**Ключевые слова:** пиретроиды; циперметрин; рыжий таракан; резистентность; дезинфектология

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Для корреспонденции:** Олифер Вероника Валентиновна, e-mail: [olifer.vv@fncg.ru](mailto:olifer.vv@fncg.ru)

**Для цитирования:** Еремина О.Ю., Олифер В.В. Рыжий таракан *Blattella germanica* – модельный объект для исследования резистентности насекомых // Дезинфектология. 2026. Т. 2, № 1. С. 37–42.

DOI: <https://doi.org/10.47470/dez014>

EDN: <https://elibrary.ru/ZVJJBU>

Поступила: 30.01.2026 / Принята к печати: 25.03.2026 / Опубликовано: 10.04.2026

Original article

DOI: <https://doi.org/10.47470/dez014>

© Еремина О.Ю., Олифер В.В., 2026

# The German Cockroach *Blattella Germanica* — a Model for Insect Resistance Research

Olga Yu. Eremina, Veronika V. Olfifer

Disinfectology Institute of Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**Introduction.** When studying insect resistance, it is important to use standard laboratory cultures sensitive to insecticides. This includes the S-NIID german cockroach culture, which has been bred in the insectary of the Institute of Disinfection for 50 years. During the study, the S-NIID german cockroach (*Blattella germanica*) demonstrated a response to topical insecticide application consistent with that of known insecticide-sensitive cultures, such as UCR, JWax-S, SUS, and others.

**The aim** of the work is to description of the process of development of resistance of the German cockroach to pyrethroids from an evolutionary point of view (using the example of the sensitivity of 20 geographically separated populations of the German cockroach to 6 pyrethroids of different structures).

**Materials and Methods.** The study assessed the resistance of 20 German cockroach populations from various Russian cities to six active ingredients of the pyrethroid group. Statistical analysis was performed using the Finney method.

**Results.** Data on the resistance of the German cockroach (*Blattella germanica*) to pyrethroids when applied topically are presented. The study was conducted on samples from populations collected in Moscow, the Moscow and Kaluga regions, Yekaterinburg, Magnitogorsk, and Blagoveshchensk. A mosaic pattern of resistance was identified. Resistance to cypermethrin, the most commonly used insecticide, ranged from 5,4 to > 4000 in Moscow, from 417 to > 4000 in the Moscow region, from > 4000 in the Kaluga region, from 133 to > 833 in Yekaterinburg, and from 73 to 91 in Blagoveshchensk.

**Conclusion.** Resistant populations of the German cockroach are present in Russian cities from Moscow to Blagoveshchensk, with 95% of these populations characterized as resistant or highly resistant to pyrethroids. Rotation of active ingredients based on their mechanisms of action on insects is recommended.

**Limitations of the study.** The research aims to study the resistance of the German cockroach to pyrethroids of various structures and is of interest to specialists involved in disinfection activities in the field of disinfestation.

**Keywords:** *pyrethroids; cypermethrin; German cockroach; resistance; disinfectology*

**Funding.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Conflict of interest.** The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**For correspondence:** Veronika V. Olfifer, e-mail: [olifer.vv@fncg.ru](mailto:olifer.vv@fncg.ru)

**For citation:** Eremina O.Yu., Olfifer V.V. The German cockroach *Blattella germanica* – a model for Insect resistance research. *Disinfectology*. 2026; 2(1): 37–42.

DOI: <https://doi.org/10.47470/dez014>

EDN: <https://elibrary.ru/ZVJJBU>

Received: 30.01.2026 / Accepted: 25.03.2026 / Published: 10.04.2026

## ВВЕДЕНИЕ

В топ-листе, содержащем 15 видов членистоногих, резистентность которых развилась к наибольшему количеству действующих веществ и приобрела глобальный характер, представлены не только вредители сельскохозяйственных культур, но и синантропные насекомые — комнатная муха *Musca domestica* (5-е место), рыжий таракан *Blattella germanica*

(11-е место), комар *Culex quinquefasciatus* (12-е место) [1]. В Базе данных по резистентности<sup>1</sup> приведены сведения об установленных в разных странах 299 документированных случаях резистентности рыжего таракана к 45 со-

<sup>1</sup> Mota-Sanchez D., Wise J.C. The Arthropod Pesticide Resistance Database. Michigan State University; 2026. URL: <http://www.pesticideresistance.org> (дата обращения: 07.04.2026).

единениям из разных химических групп, при этом данные по России в этой базе не представлены. На протяжении 14 лет Институт дезинфектологии является единственной научной лабораторией, занимающейся изучением резистентности рыжего таракана в России. При исследовании резистентности насекомых важно использовать в качестве эталона сравнения стандартные лабораторные культуры, чувствительные к инсектицидам. Одной из них является культура рыжего таракана S-НИИД, разводимая в инсектарии Института дезинфектологии более 50 лет. В ходе исследований рыжий таракан *B. germanica* культуры S-НИИД показал соответствие реакции на топикальное нанесение инсектицидов таковому известным чувствительных к инсектицидам культур (UCR [2], JWax-S [3], SUS [4] и др. [5]). Показатели чувствительности к инсектицидам самцов рыжего таракана культуры S-НИИД приведены в методических указаниях<sup>2</sup>.

Цель работы — описание процесса развития резистентности рыжего таракана к пиретроидам с эволюционной точки зрения на примере чувствительности 20 географически разобщённых популяций рыжего таракана к 6 пиретроидам разного строения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использован рыжий таракан *Blattella germanica* L. лабораторной чувствительной культуры S-НИИД и культур, полученных из выборок насекомых, собранных на разных объектах. Выборки из Москвы представлены культурами М1, М9 и М10 с объектов общественного питания, М2 и М3 из студенческих общежитий, М4 с кормокухни зоопарка, М5 из жилой квартиры, М6 из медицинской организации, М7 из научного учреждения. Выборки тараканов собирали также на пищевых объектах в других регионах России: в Дмитрове (ДМ) и Красногорске (КР) Московской области, Обнинске Калужской области (ОБН), Екатеринбурге Свердловской области (У1-У8), Магнитогорске Челябинской области (МАГ), Благовещенске Амурской области (Амур-1 и Амур-2). После сбора тараканов культивировали в лабораторных условиях на протяжении 2–5 поколений без селекции инсектицидами.

<sup>2</sup> Методические указания «Определение уровня чувствительности к инсектоакарицидам членистоногих, имеющих медицинское значение» (МУ 3.5.2.4105–24) Утв. Рук. Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом РФ А.Ю. Поповой 25 декабря 2024 г. Дата введения 2025.04.25.

Исследование проводили методами, изложенными в Руководстве Р 4.2.3676–20<sup>3</sup>. В опытах использованы самцы рыжих тараканов 1–3-недельного возраста, средняя масса одной особи которых составила 48–55 мг. Все опыты проводили в трёхкратной повторности, используя суммарно по 30 особей на одну исследуемую концентрацию инсектицида. Всего проведено более 120 опытов, в которых использовано ≈ 20 000 особей.

Использовали технические продукты действующих веществ: циперметрин, цифенотрин, дельтаметрин, альфа-циперметрин, лямбда-цигалотрин, бифентрин (содержание основного вещества 95–97%, Китай). Ацетоновые растворы действующих веществ в 5–7 логарифмически снижающихся концентрациях наносили по 1 мкл на переднегрудь анестезированных самцов рыжего таракана. Учёт гибели проводили через 24 часа после обработки. Насекомых, лежащих на спине и не способных самостоятельно перевернуться, относили к погибшим. Определяли показатели  $СК_{50(95)}$  — процентную концентрацию, при которой погибает 50% (95%) подопытных насекомых. Показатель резистентности (ПР) рассчитывали как отношение  $СК_{50}$  для резистентной культуры к  $СК_{50}$  для чувствительной культуры S-НИИД. Статистическую обработку проводили методом Финни [6].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В вышедшей в 2024 г. монографии, посвящённой резистентности вредных членистоногих, фитопатогенных грибов и грызунов к пестицидам, приведены три периода эволюции устойчивости под воздействием такого фактора отбора, как пресс пестицидов [7]. Нами на примере реакции рыжего таракана разных культур из разобщённых географически точек России на топикальное нанесение пиретроидов подтверждено наличие этапов формирования резистентности насекомых к этой группе действующих веществ. Первый этап (начальный) характеризуется повышением уровня чувствительности — значения ПР до 10× (толерантность). К начальному этапу формирования резистентности из всех изученных популяций отнесена только одна — М5 (ПР 5×). В начальном периоде могут быть зафиксированы неспецифические механизмы приспособления: большая толщина покровов и размеров тела,

<sup>3</sup> Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности. Руководство Р 4.2.3676–20.

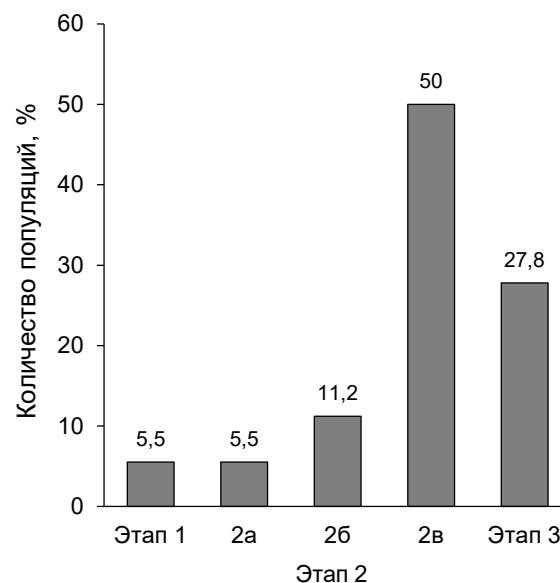
повышенное содержание липидов и др. С практической точки зрения полифакториальная толерантность может распространяться и на новые пестициды, вызывая развитие резистентности к ним.

Второй этап предполагает скачкообразное развитие резистентности от ПР  $10\times$  до  $500\times$  вследствие элиминации из популяций чувствительных генотипов. Второй этап можно разделить на три подэтапа: 2а – ПР  $11\text{--}50\times$ , 2б – ПР  $51\text{--}100\times$ , 2в – ПР  $101\text{--}500\times$ . Находящиеся на этапе 2а популяции наиболее гетерогенны, частота встречаемости чувствительных генотипов максимальна в сравнении с этапами 2б и 2в. Среди изученных нами выборок рыжего таракана подобная устойчивость распространена весьма широко: к циперметрину М4 ( $13\times$ ), цифенотрину М1 ( $41\times$ ), М3 ( $43\times$ ), М4 ( $15\times$ ), М5 ( $13\times$ ), к дельтаметрину МАГ ( $23\times$ ), к бифентрину М1 ( $24\times$ ), М4 ( $26\times$ ) и М5 ( $30\times$ ). Культуры Амур-1 и Амур-2 из Благовещенска находятся на этапе 2б: их резистентность к циперметрину составляет уже  $73\text{--}91\times$ . При таких значениях ПР значительно снижается эффективность обработок на объектах, что часто побуждает практикующих специалистов ошибочно направлять рекламации на применяемое средство. При продолжении давления отбора инсектицидами группы пиретроидов на популяции рыжего таракана на протяжении следующих нескольких поколений эффективность обработок по-прежнему уменьшается, популяции переходят на следующий уровень устойчивости 2в: ПР достигает величины, превышающей исходный уровень в 100 раз и более, – до 500. Такие уровни устойчивости к циперметрину выявлены в Москве (М1  $142\times$ , М2  $283\times$ , М3  $225\times$ , М6  $292\times$ ), Дмитрове (ДМ  $417\times$ ), Екатеринбурге У1-У4 (У1-У4  $125\text{--}375\times$ ). К цифенотрину популяции уровня 2в выявлены в Москве (М2  $119\times$ , М6  $248\times$ ), к дельтаметрину – в Дмитрове (ДМ  $188\times$ ), к бифентрину – в Москве (М2  $300\times$ , М3  $100\times$ , М6  $286\times$ ) и Обнинске (ОБН  $170\times$ ). В этот период ПР возможно рассчитать по  $СК_{50}$ , однако не всегда можно достигнуть числового значения  $СК_{95}$ , что и является показателем роста устойчивости.

Третий этап характеризуется сверхвысокими значениями ПР – от  $500\times$  до  $5000\times$ . В этот период популяция становится гомогенной по признаку резистентности, чувствительные генотипы из популяции элиминируются полностью. К таковым популяциям нами отнесены устойчивые к циперметрину М7 ( $> 833\times$ ), М9 ( $> 4200\times$ ), М10 ( $833\times$ ), КР ( $> 4000\times$ ), У8 ( $> 833\times$ ). Популяция ОБН устойчива ко всем изученным

пиретроидам практически в равной степени: к цифенотрину ( $> 900\times$ ), альфа-циперметрину ( $> 2000\times$ ), лямбда-цигалотрину ( $> 1400\times$ ). К бифентрину наиболее устойчива популяция М7 ( $> 1178\times$ ). Резистентность становится так велика, что ПР невозможно рассчитать не только по  $СК_{95}$ , но и по  $СК_{50}$ , поскольку насекомые практически не погибают от воздействия высоких концентраций инсектицидов (до 5%). Пиретроид становится полностью неэффективным, а увеличение токсической нагрузки на среду обитания рыжего таракана приводит к закреплению приспособительных признаков в пределах «резистентного» фенотипа. О гомогенности популяции по признакам устойчивости к пиретроидам свидетельствуют полученные нами данные об отсутствии реверсии чувствительности у рыжего таракана при разведении культуры ОБН в лабораторных условиях на протяжении 20 поколений (более 5 лет): показатели ПР к циперметрину, определённые на особях поколений F3 и F20, были одинаковы ( $> 4000\times$ ), при этом показатели  $СК_{50}$  и  $СК_{95}$  не достигались и были  $> 5,0\%$

На рисунке представлено распределение исследованных нами популяций рыжего таракана в зависимости от уровня резистентности



Распределение исследованных популяций рыжего таракана в зависимости от уровня резистентности к циперметрину (этап 1 – ПР  $< 10\times$ , этап 2а –  $11\text{--}50\times$ , этап 2б –  $51\text{--}100\times$ , этап 2в –  $101\text{--}500\times$ , этап 3 –  $501\text{--}5000\times$ ).

Distribution of the studied populations of the German cockroach depending on the level of resistance to cypermethrin (stage 1 – RR  $< 10\times$ , stage 2а –  $11\text{--}50\times$ , stage 2б –  $51\text{--}100\times$ , stage 2в –  $101\text{--}500\times$ , stage 3 –  $501\text{--}5000\times$ ).

к циперметрину – наиболее часто применяемому пиретроиду (150 наименований средств дезинсекции зарегистрировано в Реестре свидетельств о государственной регистрации Роспотребнадзора). К начальному этапу развития резистентности к пиретроидам можно отнести только 5,5% исследованных популяций. К этапу 2 отнесены 67,5% популяций, из них на этапе 2а (ПР 11–50×) находится 8,5% (5,5% от общего количества) популяций, на этапе 2б (ПР 51–100×) – 16,5% (11%), на этапе 2в (ПР 101–500×) – 75% (50% от общего количества). К этапу 3 отнесены высокорезистентные популяции с ПР в интервале 501–5000×, они составили почти треть исследованных нами – 27,8%. В условиях продолжающегося применения пиретроидов для борьбы с тараканами доля экстремально устойчивых к ним популяций будет увеличиваться.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на территории городов России от Москвы до Благовещенска присутствуют резистентные популяции рыжего таракана, причём 95% из них характеризуются как резистентные и высокорезистентные к пиретроидам. На основании полученных нами данных о мозаичности проявления резистентности рыжего таракана к пиретроидам разного строения считаем необходимым проводить ротацию инсектицидных средств, в том числе в согласно схеме IRAC<sup>4</sup>. Следует стремиться к тому, чтобы каждая последующая обработка одного и того же объекта проводилась инсектицидным средством из другой группы, обладающим иным механизмом действия. Применение средств, имеющих в составе смеси разных действующих веществ (пиретроид + ФОС, пиретроид + неоникотиноид, пиретроид + пиррол и др.) способствует замедлению развития резистентности. Также следует использовать инсектициды в разных формах (средства контактного типа действия, пищевые инсектицидные приманки), применять механические (липкие ловушки) и комбинированные (кремнийсодержащие порошки) методы борьбы. Соблюдение принципов ротации является основной мерой преодоления сформировавшейся резистентности и предупреждения её дальнейшего развития в популяциях насекомых.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Sparks T.C., Crossthwaite A.J., Nauen R., et al. Insecticides, biologics and nematicides: updates to IRAC's

mode of action classification – a tool for resistance management. *Pestic. Biochem. Physiol.* 2020; 167: 104587.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2020.104587>

2. Lee S.H., Choe D.H., Scharf M.E., et al. Combined metabolic and target-site resistance mechanisms confer fipronil and deltamethrin resistance in field-collected German cockroaches (*Blattodea: Ectobiidae*). *Pestic. Biochem. Physiol.* 2022; 184: 105123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2022.105123>
3. Fardisi M., Gondhalekar A.D., Ashbrook A.R., Scharf M.E. Rapid evolutionary responses to insecticide resistance management interventions by the German cockroach (*Blattella germanica* L.). *Sci. Rep.* 2019; 9(1): 8292. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44296-y>
4. Enayati A.A., Motevalli Haghi F. Biochemistry of pyrethroid resistance in German cockroach (*Dictyoptera, Blattellidae*) from hospitals of Sari, Iran. *Iran. Biomed. J.* 2007; 11(4): 251–8.
5. Ерёмина О.Ю., Олехнович Е.И., Алексеев М.А. и др. Резистентность к инсектицидам рыжих тараканов *Blattella germanica* (L.) (*Blattoptera: Blattellidae*) (обзор литературы 2000–2015 гг.). *Дезинфекционное дело.* 2016; (2): 42–53. EDN: <https://elibrary.ru/vzwdfn>
6. Finney D.J. *Probit Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press; 1971.
7. Сухорученко Г.И., Долженко В.И., Ганнибал Ф.Б. и др. *Резистентность вредных членистоногих, фитопатогенных грибов и грызунов к пестицидам*. СПб.; 2024. EDN: <https://elibrary.ru/theplj>

### REFERENCES

1. Sparks T.C., Crossthwaite A.J., Nauen R., et al. Insecticides, biologics and nematicides: updates to IRAC's mode of action classification – a tool for resistance management. *Pestic. Biochem. Physiol.* 2020; 167: 104587. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2020.104587>
2. Lee S.H., Choe D.H., Scharf M.E., et al. Combined metabolic and target-site resistance mechanisms confer fipronil and deltamethrin resistance in field-collected German cockroaches (*Blattodea: Ectobiidae*). *Pestic. Biochem. Physiol.* 2022; 184: 105123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2022.105123>
3. Fardisi M., Gondhalekar A.D., Ashbrook A.R., Scharf M.E. Rapid evolutionary responses to insecticide resistance management interventions by the German cockroach (*Blattella germanica* L.). *Sci. Rep.* 2019; 9(1): 8292. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44296-y>
4. Enayati A.A., Motevalli Haghi F. Biochemistry of pyrethroid resistance in German cockroach (*Dictyoptera, Blattellidae*) from hospitals of Sari, Iran. *Iran. Biomed. J.* 2007; 11(4): 251–8.
5. Eremina O.Yu., Olekhovich E.I., Alekseev M.A., et al. Insecticide resistance of *Blattella germanica* (L.) (*Blattoptera: Blattellidae*) (literature review 2000–2015). *Dezinfektsionnoe delo.* 2016; (2): 42–53. EDN: <https://elibrary.ru/vzwdfn> (In Russ.)
6. Finney D.J. *Probit Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press; 1971.

<sup>4</sup> IRAC. 2026. URL: <https://irac-online.org/mode-of-action/classification-online/> (дата обращения: 17.01.2026).

7. Sukhoruchenko G.I., Dolzhenko V.I., Gannibal F.B., et al. *Resistance of Harmful Arthropods, Phytopathogenic Fungi and Rodents to Pesticides*. St. Petersburg; 2024. EDN: <https://elibrary.ru/thepl> (In Russ.)

#### **Сведения об авторах**

*Ерёмина Ольга Юрьевна* – д-р биол. наук, в. н. с. отдела дезинсекции Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана», Москва, Россия, [eremina\\_insect@mail.ru](mailto:eremina_insect@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-8268-2230>

*Олифер Вероника Валентиновна* – канд. биол. наук, в. н. с. отдела дезинсекции Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана», Москва, Россия, [olifer.vv@fncg.ru](mailto:olifer.vv@fncg.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4736-7905>

**Вклад авторов:** *Ерёмина О.Ю.* – концепция и дизайн исследования, обработка данных; *Олифер В.В.* – сбор материала, введение в культуру и разведение насекомых. Все соавторы – проведение энтомо-токсикологических исследований, написание и редак-

тирование текста, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

#### **Information about the authors**

*Olga Yu. Eremina* – Dr. Sci. (Biol.), leading researcher, Institute of Disinfectology, Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Moscow, Russia, [eremina\\_insect@mail.ru](mailto:eremina_insect@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-8268-2230>

*Veronika V. Olifer* – Cand. Sci. (Biol.), leading researcher, Institute of Disinfectology, Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Moscow, Russia, [olifer.vv@fncg.ru](mailto:olifer.vv@fncg.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4736-7905>

**Contributions:** *Eremina O.Yu.* – study concept and design, data processing; *Olifer V.V.* – data collection, introduction to insect culture and breeding. All co-authors – conducted entomological and toxicological studies, wrote and edited the text, approved the final version of the article, and are responsible for the integrity of all parts of the article.