

Прохоров Н.И.<sup>1</sup>, Ходыкина Т.М.<sup>1</sup>, Виноградова А.И.<sup>2</sup>, Бидевкина М.В.<sup>2</sup>, Иванова А.О.<sup>2</sup>, Андреев С.В.<sup>2</sup>

## ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ БЫТОВЫХ ИНСЕКТИЦИДНЫХ ЭЛЕКТРОФУМИГИРУЮЩИХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ТРАНСФЛУТРИНА И ПРАЛЛЕТРИНА

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава Российской Федерации (Сеченовский Университет), 119991, Москва;

<sup>2</sup>ФБУН НИИД Роспотребнадзора, 117246, Москва

**Введение.** В качестве бытовых инсектицидных средств для борьбы с комарами используют электрофумигаторы в комплекте с пластинами и/или жидкостью, которые могут представлять ингаляционную опасность во время работы.

**Материал и методы.** Изучены токсичность и опасность пяти образцов электрофумигаторов на основе трансфлутрина и праллетрина в виде жидкости и пластин. Испытаны два режима применения электрофумигаторов: с 30-минутным проветриванием после часовой обработки и дальнейшим пребыванием в помещении людей и при постоянной работе электрофумигатора в проветриваемом помещении в присутствии людей. Для определения действующих веществ в воздухе использовали высокоэффективную жидкостную хроматографию, чувствительность метода 0,001 мг/м<sup>3</sup>. Оценку острой ингаляционной опасности летучих компонентов, выделяющихся при работе электрофумигатора, проводили на белых беспородных крысах.

**Результаты.** Полученные данные показали, что при использовании электрофумигаторов на трансфлутрине и праллетрине наблюдается их повышение в воздухе по сравнению с установленными для них гигиеническими нормативами для атмосферного воздуха населенных мест. Результаты исследований зависели от формы средства и выбранного режима применения. Так, оценивая первый режим применения пластин на трансфлутрине, было выявлено, что 30-минутного проветривания помещения было недостаточно и зафиксировано превышение ОБУВ атм. Изучение второго режима применения жидкости и пластин на трансфлутрине выявило тенденцию к увеличению его содержания в воздухе обрабатываемого помещения при использовании обеих форм. При использовании второго режима применения жидкости и пластин на праллетрине выявлено, что через 1 ч работы электрофумигатора с жидкостью концентрация праллетрина значительно превышала гигиенический норматив.

**Заключение.** Использование электрофумигаторов, работающих на протяжении 8 ч в присутствии людей не рекомендуется для применения, необходимо проветривание помещения при работе фумигатора более 1 часа.

Ключевые слова: инсектицидные средства; трансфлутрин; праллетрин; комары; токсичность; ингаляционная опасность; электрофумигатор; режимы применения.

**Для цитирования:** Прохоров Н.И., Ходыкина Т.М., Виноградова А.И., Бидевкина М.В., Иванова А.О., Андреев С.В. Оценка безопасности бытовых инсектицидных электрофумигирующих средств на основе трансфлутрина и праллетрина. Гигиена и санитария. 2019; 98(4): 374-379. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-4-374-379>

**Для корреспонденции:** Виноградова Арина Игоревна, младший научный сотрудник лаборатории токсикологии дезинфекционных средств ФБУН НИИД Роспотребнадзора. E-mail: [vinney93@mail.ru](mailto:vinney93@mail.ru)

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

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 21.01.2019

Принята к печати 06.02.2019

Опубликована 05.2019

Prokhorov N.I.<sup>1</sup>, Khodykina T.M.<sup>1</sup>, Vinogradova A.I.<sup>2</sup>, Bidevkina M.V.<sup>2</sup>, Ivanova A.O.<sup>2</sup>, Andreev S.V.<sup>2</sup>

## ASSESSMENT OF THE SAFETY OF DOMESTIC INSECTICIDE ELECTROFORMING DEVICES BASED ON TRANSFLUTRIN AND PRALLETRIN

<sup>1</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, 119991, Russian Federation;

<sup>2</sup>Research Institute of Disinfection of the Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Well-being, Moscow, 117246, Russian Federation

**Introduction.** As household insecticidal agents for mosquito control, electric fumigators are used complete with plates and/or liquid, which can pose an inhalation hazard during work.

**Material and methods.** The toxicity and danger of five samples of electrofumigators on the basis of transfluthrin and prallethrin in the form of liquid and plates were studied. Two modes of application of electric fumigators have been tested: with 30-minutes airing after an hour-long treatment and further stay in the room of people and with the continuous operation of the electric fumigator in a ventilated room in the presence of people. High-performance liquid chromatography was used to determine the active substances in the air; the sensitivity of the method was 0.001 mg / m<sup>3</sup>. The assessment of the acute inhalation hazard of volatile components released during the operation of the electric fumigator was carried out on white outbred rats.

**Results.** The obtained data showed that when using electric fumigators on transfluthrin and prallethrin, they are observed to increase in the air as compared with the hygienic standards established for them for the atmospheric air of populated areas. The research results depended on the form of the product and the chosen mode of application. Thus, assessing the first mode of application of the plates on transfluthrin, it was revealed that 30 minutes of airing the room is not enough, the excess of environmental tentative safe exposure levels was recorded. The study of the second mode of application of fluid and plates on transfluthrin revealed a tendency to increase its content in the air of the treated room when using both forms. When using the second mode of application of the liquid and the plates on prallethrin,

it that after 1 h of operation of the electrofumigator with liquid, the concentration of prallethrin significantly was revealed to exceed the hygienic standard.

**Conclusion.** The use of electrofumigators working for 8 hours in the presence of people is not recommended for use, it is necessary to ventilate the room when the fumigator is in operation for more than 1 hour.

**Key words:** insecticidal agents; transfluthrin; prallethrin; mosquitoes; toxicity; inhalation hazard; electrical fumigator; modes of administration.

**For citation:** Prokhorov N.I., Khodykina T.M., Vinogradova A.I., Bidevkina M.V., Ivanova A.O., Andreev S.V. Assessment of the safety of domestic insecticide electroforming devices based on transfluthrin and prallethrin. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98(4): 374-379. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-4-374-379>

**For correspondence:** Arina I. Vinogradova, MD, Junior Researcher of the Laboratory of toxicology of disinfectants of Research Institute of Disinfectology of the Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Well-being, Moscow, 117246, Russian Federation. E-mail: [vinney93@mail.ru](mailto:vinney93@mail.ru)

**Information about authors:**

Prochorov N.I. <http://orcid.org/0000-0002-4510-2890>; Khodykina T.M., <http://orcid.org/0000-0002-9646-5595>; Vinogradova A.I., <http://orcid.org/0000-0002-3253-4571>; Bidevkina M.V., <http://orcid.org/0000-0001-6433-899X>; Ivanova A.O., <http://orcid.org/0000-0003-4500-5481>; Andreev S.V., <http://orcid.org/0000-0003-2405-9931>

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

*Acknowledgments.* The study had no sponsorship.

Received: 21 January 2019

Accepted: 06 February 2019

Published: May 2019

## Введение

Каждый год выявляются сотни миллионов случаев заболеваний, источниками которых являются насекомые. Такие заболевания как малярия, лихорадка денге, являются серьезными факторами, препятствующими социальному и экономическому развитию, и представляют серьезную угрозу для общественного здоровья. Целенаправленная борьба с переносчиками болезней является составной частью общего контроля за трансмиссивными болезнями.

Помимо эпидемиологической опасности комары создают дискомфорт и могут нарушать деятельность человека на открытом воздухе и в помещениях. Укус комаров также может привести к вторичным инфекциям, зуду, раздражению, аллергическим реакциям, боли.

Простым и удобным профилактическим мероприятием по борьбе с летающими насекомыми является применение инсектицидных электрофумигирующих средств, действующими веществами (ДВ) которых являются синтетические пиретроиды, в частности, праллетрин (CAS 23031-36-9) и трансфлутрин (CAS 118712-89-3) [22, 26, 28]. Частое применение фумигаторов в быту может быть одним из факторов загрязнения воздуха жилых помещений в тёплый период года.

Токсичность синтетических пиретроидов хорошо изучена. Основные системные эффекты связаны с действием пиретроидов на нервную систему [2, 9]. Вследствие раздражающего действия при ингаляционном воздействии в первую очередь нарушается функция дыхательной системы [11]. Так, при воздействии трансфлутрина в виде аэрозоля в течение 45 мин. порог острого действия для мышей установлен на уровне 46 мг/м<sup>3</sup> по снижению частоты дыхания. Аналогичная концентрация (46,7 мг/м<sup>3</sup>) установлена в качестве порога хронического ингаляционного действия (90 дней, 6 ч в день, 5 дней в неделю) для крыс. Недействующая концентрация для мышей при однократном воздействии составила 11 мг/м<sup>3</sup>, для крыс при субхроническом воздействии (4 недели, 6 ч в день, 5 дней в неделю) – 36,6 мг/м<sup>3</sup> [1, 8, 24, 25].

Для праллетрина недействующая концентрация, установленная на крысах при воздействии вещества в течение 4 недель (4 ч в день), составила 1,01 мг/м<sup>3</sup> [24]. После

применения пластин с содержанием 1,5%-го праллетрина концентрация праллетрина в воздухе обрабатываемого помещения составила 0,1–13,8 мг/м<sup>3</sup> [10].

Исследования, проведённые в группе добровольцев, которые подвергались длительному ингаляционному воздействию пластин с содержанием *d*-транс-праллетрина 1,6%-го в течение 8 ч в сутки, выявили повышение содержания глюкозы в плазме на 15% по сравнению с контролем, снижение уровня холестерина на 10%, увеличение фосфолипидов и триглицеридов. По мнению авторов, увеличение уровня глюкозы может являться адаптивным биохимическим процессом [17].

Результаты других исследований на ограниченном числе добровольцев выявили повышение АЛТ при воздействии аллетрина, снижение перекисного окисления липидов в мембранах эритроцитов при длительной ингаляции праллетрина [15, 16].

Оценивали ингаляционное влияние трансфлутрина и *d*-аллетрина, содержащихся в пластинах от комаров, на концентрацию белков и ферментов в ЦНС крысы (в том числе на суперсемейство CYP, которое участвует в биосинтезе эндогенных соединений, а также в детоксикации многих ксенобиотиков, таких как пиретроиды). Результаты исследования показали, что пары этих веществ приводят к увеличению концентрации и активности CYP2E1 и CYP3A2 как в мозге, так и в мозжечке, тем самым есть вероятность нарушения нормального метаболизма эндогенных соединений и ксенобиотиков, что делает мозг (клетки мозга) более уязвимым при последующем воздействии нейротоксикантов [3].

Имеются данные о генотоксическом воздействии трансфлутрина и праллетрина на эпителиальные клетки верхних дыхательных путей человека, а также о мутагенном действии трансфлутрина, установленном на *Drosophila melanogaster* [10, 19, 24].

В целом токсичность синтетических пиретроидов считается умеренной для человека из-за быстрого метаболического распада этих соединений с помощью реакций гидролиза, окисления и конъюгации, приводящим к водорастворимым метаболитам, которые выделяются с мочой и желчью [14, 21].

Ранее для определения содержания в воздухе пиретроидов использовали газовую и высокоэффективную

Таблица 1

## Изученные образцы электрофумигаторов

Форма средства	Компоненты	Содержание
Жидкость	Трансфлутрин	0,9 %
Пластина	Трансфлутрин	8 мг/пластина
Жидкость	Праллетрин	0,9 %
Пластина	Праллетрин	9 мг/пластина
Пластина	Праллетрин	8 мг/пластина

жидкостную хроматографию. Так, в работе Kwan M.W. (2018) для определения остаточных количеств трансфлутрина в воздухе описано применение газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. Пробы воздуха пропускали через трубки, заполненные сорбентом Tenax® 35/60. Затем трансфлутрин извлекали из поглотителя термодесорбцией при 300°C. Чувствительность метода составила 2,4 ppq<sub>v</sub> (parts per quadrillion by volume), диапазон измеряемых концентраций составил от 74 до 74000 ppq<sub>v</sub> [13]. Тот же подход использовался для определения в воздухе аллетрина, бифентрина, дифенотрина, имипротрина, перметрина, праллетрина и тетраметрина [20].

Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) с УФ- или диодно-матричным детектором применялась для определения в воздухе дельтаметрина и тау-флувалината [6]. Этот метод использовался также при исследовании поведения пиретроидов в воздухе закрытых помещений [5], а разновидность ВЭЖХ с трехквартупольным масс-спектрометрическим детектором была применена для одновременного определения пиретроидов и пиретринов в различных образцах окружающей среды [7].

Целью исследования являлась оценка токсичности и опасности фумигаторов путём определения ДВ в воздухе обрабатываемого помещения и установления класса опасности средств на лабораторных животных.

## Материал и методы

Изучены токсичность и опасность пяти образцов электрофумигаторов на основе трансфлутрина и праллетрина в виде жидкости и пластин (табл. 1).

Испытаны два режима применения электрофумигаторов. В первом режиме электрофумигатор работал на протяжении 1 ч в закрытом помещении, в отсутствие людей, с последующим 30-минутным проветриванием, после чего в помещении разрешено было находиться людям. Во втором режиме электрофумигатор работал на протяжении 8 ч в помещении с открытой форточкой, предполагая постоянное присутствие людей.

Для определения действующих веществ в воздухе использовали высокоэффективную жидкостную хроматографию, чувствительность метода 0,001 мг/м<sup>3</sup>, погрешность измерения 15%.

Отборы проб воздуха проводили в тёплое время года при температуре 22–24°C и влажности 72–77% в помещении с окном. Площадь помещения составила 10 м<sup>2</sup> (объем – 40 м<sup>3</sup>), пробы отбирались в центре, на высоте 70 см от пола. Расстояние от центра отбора проб до фумигатора составило 1,9 м. При этом 50 дм<sup>3</sup> исследуемого воздуха со скоростью 2 дм<sup>3</sup>/мин пропускали через два последовательно соединённых фильтра АФА-ВП-10, помещённых в фильтродержатели, и через поглотительные приборы Зайцева, содержащие по 10 см<sup>3</sup> 2-пропанола. Содержимое из поглотителей переливали в химический стакан, куда помещали фильтры. Жидкость переносили в круглодонную

Таблица 2

## Соотношение элюентов

Время анализа, мин	Доля элюента В, %
0	20
10	20
15	80
30	80
30,1	20

колбу, после чего на вакуумно-роторном испарителе упаривали растворитель. Остаток растворяли в 1,5 см<sup>3</sup> метанола и переносили раствор в хроматографическую вials.

Количественное определение праллетрина и трансфлутрина проводили методом ВЭЖХ с диодно-матричным детектированием в режиме градиентного элюирования, разделение компонентов смеси – на аналитической колонке Thermo Acclaim® C18 (2,1×150 мм, 3 мкм).

В качестве элюента А использовали 0,1%-ный раствор ортофосфорной кислоты, в качестве элюента В – метанол. Соотношение элюентов приведено в табл. 2.

Скорость потока составляла 0,25 см<sup>3</sup>/мин. Объём вводимой пробы – 10 · 10<sup>-6</sup> дм<sup>3</sup>. Длина волны детектирования – 230 нм. Время удерживания праллетрина – около 20,9 мин, трансфлутрина – около 26,2 мин.

Определение ингаляционной опасности электрофумигаторов проводили на белых беспородных крысах-самцах с массой тела 220–250 г, содержащихся на стандартном пищевом рационе. Определение зоны острого биоцидного эффекта ( $Z_{ac\ bioc\ eff.}$ ) и зоны подострого биоцидного эффекта ( $Z_{subac\ bioc\ eff.}$ ) проводили в камере объёмом 0,5 м<sup>3</sup> [30]. Однократная экспозиция составила 60 мин. Для определения  $Z_{subac\ bioc\ eff.}$  экспозиция составила 2 недели.

Для оценки функционального состояния органов и систем белых крыс использовали физиологические и биохимические методы исследования. Для изучения функции нервной системы у белых крыс регистрировали суммационно-пороговый показатель (СПП) и оценивали поведенческие реакции с помощью теста «открытое поле», который характеризует двигательный компонент ориентировочной реакции. Функцию дыхательной системы изучали с помощью регистрации частоты дыхания с применением комплекса оценки кардиореспираторной системы мелких лабораторных животных (КОКС-2; Россия). Экспериментальные исследования проведены в соответствии с Директивой 2010/63/EU Европейского парламента и совета Европейского Союза от 22 сентября 2010 г. по охране животных, используемых в научных целях [27].

Расчёт ОБУВ праллетрина в атмосферном воздухе населённых мест проводили в соответствии с [29].

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программного пакета Statistica 6 (StatSoft, Inc., США). Статистическую значимость сравниваемых показателей устанавливали с использованием *t*-критерия Стьюдента при уровне значимости 5% ( $p < 0,05$ ).

## Результаты

Для оценки безопасности испытанных режимов применения электрофумигаторов содержание действующих веществ в воздухе сравнивали с гигиеническими нормативами, установленными для трансфлутрина и праллетрина в атмосферном воздухе населённых мест: ОБУВ для трансфлутрина составил 0,02 мг/м<sup>3</sup>, расчётный ОБУВ для праллетрина – 0,01 мг/м<sup>3</sup>.



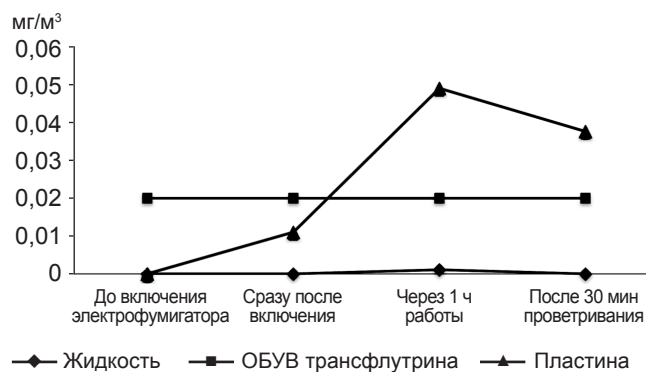


Рис. 1. Первый режим применения жидкости и пластин на трансфлутрине.

Первый режим применения средств на трансфлутрине (рис. 1) показал, что при использовании жидкости концентрация ДВ в воздухе после 30-минутного проветривания практически равна нулю, в то время как при применении пластин проветривание было недостаточным. Об этом свидетельствует превышение содержания трансфлутрина в воздухе в 2,14 раза по сравнению с величиной ОБУВ трансфлутрина.

Изучение второго режима применения жидкости и пластин на трансфлутрине (рис. 2) выявило тенденцию к увеличению содержания ДВ в воздухе при использовании обеих форм (жидкости и пластины). Спустя 4 ч работы электрофумигатора зафиксированная концентрация трансфлутрина была на уровне 0,0282 мг/м³ при применении жидкости и 0,0246 мг/м³ при применении пластины. Через 8 ч от начала включения электрофумигатора концентрация ДВ после применения жидкости составила 0,0428 мг/м³, после применения пластин – 0,0442 мг/м³, что в 2,14 и 2,21 раз соответственно выше ОБУВ трансфлутрина в атмосферном воздухе населённых мест.

При оценке первого режима применения жидкости и пластин на праллетрине (рис. 3) было установлено, что концентрация ДВ в воздухе обрабатываемого помещения при использовании жидкости составила менее 0,0010 мг/м³, при использовании пластин – на уровне 0,0010–0,0020 мг/м³, что ниже расчётного ОБУВ праллетрина.

При использовании второго режима применения жидкости и пластин на праллетрине (рис. 4) было установлено, что при применении жидкости через 1 ч работы электрофумигатора концентрация праллетрина в воздухе обрабатываемого помещения составила 0,0664 мг/м³, а после 8 ч – 0,0140 мг/м³. Установленные концентрации в воздухе обрабатываемого помещения оказались в 6,64 и 1,4 раз выше ОБУВ праллетрина в атмосферном воздухе.

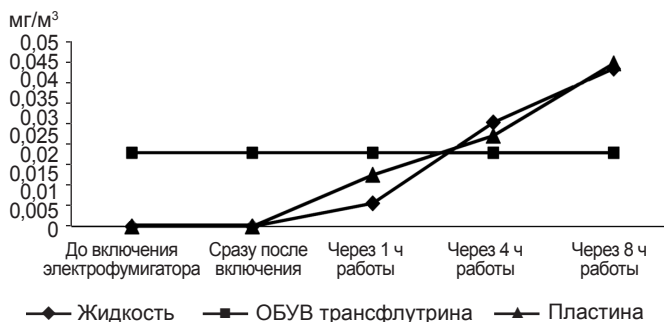


Рис. 2. Второй режим применения жидкости и пластин на трансфлутрине.

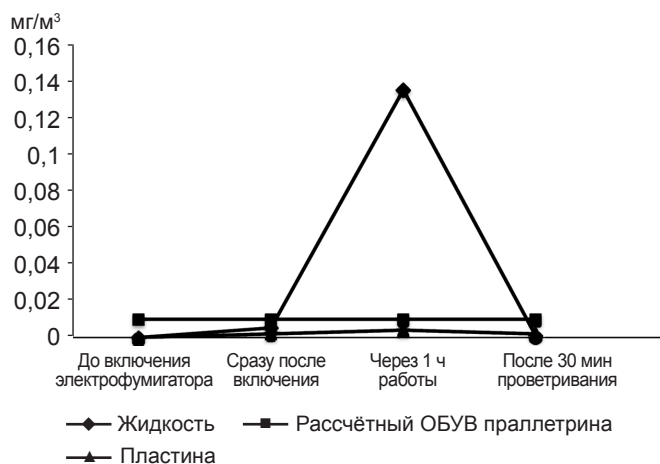


Рис. 3. Первый режим применения жидкости и пластин на праллетрине.

Тогда как при применении пластин на протяжении 8 ч работы электрофумигатора содержание праллетрина в воздухе не поднималась выше 0,001 мг/м³, что ниже ОБУВ праллетрина.

При изучении ингаляционной опасности электрофумигаторов основным критерием, отражающим специфику опасности средств, используют  $Z_{ac\ bioc.eff.}$  и  $Z_{subac\ bioc.eff.}$ , которые оценивают средства по степени избирательности его действия, одновременно характеризуя инсектицидную активность и степень токсичности для теплокровных животных.

Оценку острой ингаляционной опасности летучих компонентов, выделяющихся при работе электрофумигатора, проводили при увеличении нормы расхода средства в 100 раз. Результаты исследования приведены в табл. 3.

Как следует из приведённых данных, при воздействии 100 норм расхода образцов № 1 и № 2 у подопытных животных зарегистрировано снижение показателя частоты дыхания, а также увеличение норкового рефлекса при исследовании образца № 2. Следовательно, в указанном режиме применения исследуемые образцы № 1 и № 2 относятся к третьему классу опасности по Классификации степени ингаляционной опасности средств дезинсекции.

При воздействии средства на уровне 100 норм расхода образцов № 3 и № 4 у подопытных животных не наблюдалось каких-либо изменений регистрируемых показате-

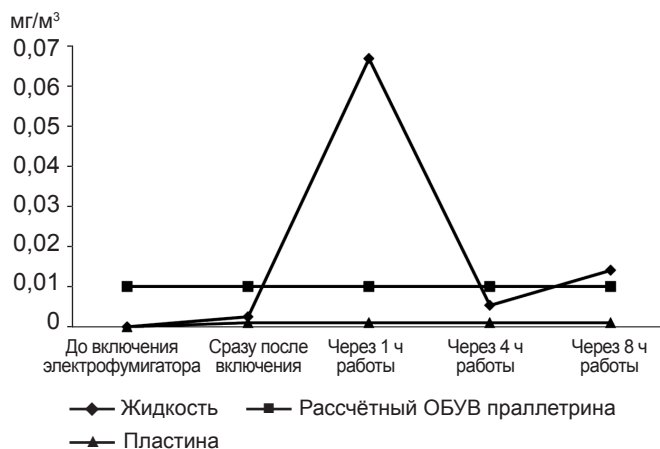


Рис. 4. Второй режим применения жидкости и пластин на праллетрине.

Таблица 3

**Функциональные показатели состояния белых крыс после однократного ингаляционного воздействия электрофумигаторов**

Показатель	Контроль	№ образца ( $M \pm m$ )			
		1	2	3	4
Частота дыхания/мин	114,3 ± 3,2	101,7 ± 3,5*	96,1 ± 2,6*	108,0 ± 2,8	110,5 ± 3,3
СПП, усл. ед.	4,5 ± 0,4	3,8 ± 0,5	3,3 ± 0,5	4,4 ± 0,4	4,2 ± 0,2
Тест «Открытое поле»:					
горизонтальная подвижность	23,6 ± 1,5	23,3 ± 1,2	25,3 ± 2,1	22,6 ± 2,2	24,3 ± 1,4
вертикальная подвижность	4,9 ± 1,0	7,2 ± 0,8	6,0 ± 1,0	5,5 ± 0,76	6,5 ± 0,76
норковый рефлекс	5,8 ± 1,1	8,3 ± 1,6	11,0 ± 1,8*	5,0 ± 1,0	6,6 ± 1,0
Z <sub>ac.bioc.eff.</sub>	–	100	100	> 100	> 100
Класс опасности	–	3	3	4	4

Примечание. \* – статистическая значимость  $p < 0,05$ .

лей интоксикации (4 класс опасности по Классификации степени ингаляционной опасности средств дезинсекции).

Определение ингаляционной опасности летучих компонентов, выделяющихся из средства при работе электрофумигатора, при повторном воздействии (порог подострого действия средства с учётом режима его использования) осуществляли в условиях повторного воздействия на белых крысах при увеличении нормы расхода в 10 раз. Обследование животных после окончания экспозиции не выявило каких-либо изменений при изучении нервной, дыхательной систем, функции печени у экспериментальных животных. Следовательно, в указанном режиме применения исследуемые составы средств относятся к 4 классу опасности по Классификации степени ингаляционной опасности средств дезинсекции.

**Обсуждение**

В табл. 4 суммированы данные проведённых исследований по определению содержания действующих веществ в воздухе обрабатываемого помещения.

Согласно санитарно-химическим исследованиям применение жидкости на трансфлутрине является безопасным в условиях первого режима. Применение пластин в первом режиме и обеих форм средств на трансфлутрине во втором режиме превышают ОБУВ в атмосферном воздухе населённых мест. Хотя для применения в быту разрешены средства, которые относятся к 3–4 классам опасности по Z<sub>ac.bioc.eff.</sub>.

Применение жидкости и пластин на праллетрине в условиях первого режима являются безопасными. При применении жидкости и пластин на праллетрине в условиях второго режима стоит внимательней подходить к выбору формы инсектицидного средства, так как применение электрофумигирующего средства в виде жидкости на праллетрине, по результатам санитарно-химических исследований, показало превышение содержания вещества

Таблица 4

**Содержание действующих веществ в воздухе по сравнению с их ОБУВ в атмосферном воздухе населённых мест**

Режим применения	Трансфлутрин		Праллетрин	
	жидкость	пластина	жидкость	пластина
Первый	Ниже ОБУВ	Выше ОБУВ в 1,9–2,5 раз	Ниже ОБУВ	Ниже ОБУВ
Второй	Выше ОБУВ в 2,1 раз	Выше ОБУВ в 2,2 раз	Выше ОБУВ в 6,6 раза	Ниже ОБУВ

в воздухе обрабатываемого помещения по сравнению с ОБУВ в атмосферном воздухе населённых мест.

Проведённые исследования на животных показали, что третий класс опасности, установленный по Z<sub>ac.bioc.eff.</sub>, не гарантирует безопасность применения электрофумигаторов. Это подтверждалось превышением содержания трансфлутрина в воздухе при использовании этих средств.

В литературе представлен ряд работ, посвящённых определению содержания трансфлутрина и праллетрина в воздухе жилых помещений при использовании электрофумигаторов. Так, в исследованиях Teresa Nazimek (2011) установлено, что при применении инсектицидов в виде геля средняя концентрация трансфлутрина в воздухе составляла 0,001–0,002 мг/м<sup>3</sup>, в виде жидкости – 0,003–0,005 мг/м<sup>3</sup>.

Следовательно, концентрация трансфлутрина была выше при использовании средства в виде жидкости, чем в виде геля. Спустя 18–24 ч после прекращения использования препаратов действующих веществ в воздухе не обнаружено [23].

При тестировании электрических испарителей в комплекте с пластиной и жидкостью, содержащие 13,4 и 0,88% трансфлутрина соответственно, установлены его пиковые концентрации, которые составили при применении пластины 0,004–0,008 мг/м<sup>3</sup> и жидкости 0,005 мг/м<sup>3</sup>. Усреднённые концентрации за 1 ч, 1 неделю и 5 месяцев при использовании электрофумигаторов течение 8 ч составили 0,008, 0,001 и 0,001 мг/м<sup>3</sup> соответственно [4].

Таким образом, данные, представленные в литературе и полученные в нашем исследовании, показали, что при использовании электрофумигаторов возможно превышение содержания трансфлутрина и праллетрина в воздухе по сравнению с установленными для них гигиеническими нормативами для атмосферного воздуха населённых мест.

Опасность при применении электрофумигаторов могут представлять также инсектициды, обнаруженные в домашней пыли и на поверхности предметов внутри жилых помещений [12, 18]. Этот фактор не учитывался в данной работе.

Следует отметить повышенный интерес исследователей к проблеме качества воздуха жилых помещений, в частности, при бесконтрольном применении бытовых инсектицидов, а также их влияния на взрослых и детей.

На наш взгляд, необходимо проведение дополнительных, детальных исследований определения синтетических пиретроидов в различных объектах окружающей среды.

**Выводы**

1. Не рекомендуется для применения режим с включенным в сеть электрофумигатором, работающим на протяжении 8 ч.

2. Электрофумигаторы на основе праллетрина безопасны при использовании режима с 30-минутным проветриванием через 1 ч работы электрофумигатора в отсутствие людей. На основании этого даны рекомендации для использования инсектицидных электрофумигирующих средств для защиты детей от нападения кровососущих насекомых, в составе которых ДВ является праллетрин.

3. Средства на трансфлутрине следует использовать с осторожностью, соблюдая инструкцию по применению.

## Литература

(пп. 1–25 см. References)

26. Баканова Е.И. Электрофумигирующие и фумигирующие средства для уничтожения летающих насекомых в помещениях и на открытом воздухе: анализ ассортимента по препаративным формам, целевым объектам, действующим веществам, производителям за период с 2003 по 2009 гг. *Пест-Менеджмент*. 2010 (1): 38-44.
27. Директива 2010/63/EU Европейского парламента и совета Европейского Союза от 22 сентября 2010 года по охране животных, используемых в научных целях.
28. Еремина О.Ю., Ибрагимхалилова И.В., Бендрышева С.Н. Изучение контактного и фумигационного действия летучих пиретроидов на комнатных мух. *Пест-Менеджмент*. 2012 (4): 27-33.
29. «Методическими указаниями по установлению ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» (МУ № 2630-82-88).
30. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности. Руководство Р 4.2.2643–10. М.: 2011, С. 616.

## References

1. ACP. Advisory Committee on Pesticides. Transfluthrin use as a public hygiene insecticide. Available from: [www.pesticides.gov.uk/Resources/CRD/ACP/165\\_transfluthrin.pdf](http://www.pesticides.gov.uk/Resources/CRD/ACP/165_transfluthrin.pdf), 1997. United Kingdom, 74 pp.
2. ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for pyrethrins and pyrethroids. Available from: [www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp155.pdf](http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp155.pdf) US Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2003, 328 pp.
3. Araceli Vences-Mejía, Josefina Gómez-Garduño, Heriberto Caballero-Ortega, Víctor Dorado-González, Rosario Nosti-Palacios, Norma Labra-Ruiz & J. Javier Espinosa-Aguirre. Effect of mosquito mats (pyrethroid-based) vapor inhalation on rat brain cytochrome P450s. *Journal Toxicology Mechanisms and Methods*. 2012; 22 (1): 41-6.
4. Aude Vesin, Philippe Glorenec, Barbara Le Bot, Henri Wortham, Nathalie Bonvallot, Etienne Quivet. Transfluthrin indoor air concentration and inhalation exposure during application of electric vaporizers. *Environment International*. 2013; 60 (10): 1-6.
5. Berger-preieß E., Preieß A., Sielaff K., Raabe M., Ilgen B., Levsen K. The behaviour of pyrethroids indoors: a model study. *Indoor Air*. 1997; 7 (4): 248-62.
6. Bouvier G., Blanchard O., Momas I., Seta N. Pesticide exposure of non-occupationally exposed subjects compared to some occupational exposure: a French pilot study. *Science of the total environment*. 2006; 366 (1): 74-91.
7. Scancapa-Cartagena A., Masiá A., Picó Y. Simultaneous determination of pyrethroids and pyrethrins by dispersive liquid-liquid micro-extraction and liquid chromatography triple quadrupole mass spectrometry in environmental samples. *Anal. and bioanal. chem*. 2017; 409 (20): 4787-99.
8. Competent authority report. Transfluthrin product-type 18 (insecticides, acaricides and products to control other arthropods). Available from [circabc.europa.eu/sd/d/57db8369-fc84-4e2f-b3ee-c876fd434ee5/Transfluthrin\\_Doc%201\\_public%20version\\_first%20draft-JUL2010.pdf](http://circabc.europa.eu/sd/d/57db8369-fc84-4e2f-b3ee-c876fd434ee5/Transfluthrin_Doc%201_public%20version_first%20draft-JUL2010.pdf), 2010
9. Geetika Gupta, R.K. Chaitanya, Madhu Golla, Roy Karnati. Allethrin toxicity on human corneal epithelial cells involves mitochondrial pathway mediated apoptosis. *Toxicology in Vitro*. 2013; 27 (8): 2242-8.
10. Hyung Gyun Na, Yong-Dae Kim, Yoon Seok Choi, Chang Hoon Bae, Si-Youn Song. Allethrin and prallethrin stimulates MUC5AC expression through oxidative stress in human airway epithelial cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 2018; 503 (1, 3): 316-22.
11. Juergen Pauluhn, Keisuke Ozaki. Transfluthrin: Comparative efficacy and toxicity of reference and generic versions. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2015; 71 (1): 78-92.
12. Julien R., Adamkiewicz G., Levy J.I., Bennett D., Nishioka M., Spengler J.D.: Pesticide loadings of select organophosphate and pyrethroid pesticides in urban public housing. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2008; 18: 167–74.
13. Kwan M.W., Weisenseel J.P., Giel N., Bosak A., Batich C.D., Wilenberg B.J. Detection and quantification of trace airborne transfluthrin concentrations via air sampling and thermal desorption gas chromatography-mass spectrometry. *J. Chromatogr. A*. 2018; 1573: 156-60.
14. Leng G., Kühn K.H., Wieseler B., Idel H. Metabolism of (S)-bioallethrin and related compounds in humans. *Toxicol Lett* 1999; 107: 109–21.
15. Narendra M., Bhattacharyulu N.C., Padmavathi P., Varadacharyulu N.C.. Prallethrin induced biochemical changes in erythrocyte membrane and red cell osmotic haemolysis in human volunteers. *Chemosphere*. 2007; 67 (6): 1065-71.
16. Narendra M., Kavitha G., Helah Kiranmai A., Raghava Rao N., Varadacharyulu N.C.. Chronic exposure to pyrethroid-based allethrin and prallethrin mosquito repellents alters plasma biochemical profile. *Chemosphere*. 2008; 73 (3): 360-4.
17. Narendra M., Nagajothi G., Fareeda B.S. & B. Sreekanth. Mosquito repellent pyrethroid induced biochemical and biophysical changes in plasma and antioxidant status in human male volunteers exposed to long term Allethrin and Prallethrin inhalation. *International Journal of Medicine and Pharmaceutical Sciences (IJMPS)*. 2014; 4 (6): 17-28.
18. Obendorf S.K., Lemley A.T., Hedge A., Kline A.A., Tan K., Dokuchayeva T.: Distribution of pesticide residues within homes in central New York State. *Arch Environ Contam Toxicol*. 2006; 50: 31–44.
19. Rabia Sarkaya, Burcu Koçak Memmi. Detection of transfluthrin and metofluthrin genotoxicity in the ST cross of the *Drosophila* Wing Spot Test. *Chemosphere*. 2013; 93 (2): 238-42.
20. Raepfel C., Appenzeller B.M., Millet M. Determination of seven pyrethroids biocides and their synergist in indoor air by thermal-desorption gas chromatography/mass spectrometry after sampling on Tenax TA® passive tubes. *Talanta*. 2015; 131: 309-14.
21. Soderlund D.M., Clark J.M., Sheets L.P., Mullin L.S., Piccirillo V.J., Sargent D. Mechanisms of pyrethroid neurotoxicity: implications for cumulative risk assessment. *Toxicology*. 2002; 171: 3–59.
22. Susilowati I R.P., Sari M.P., Far Far I.O. *Bioassay test of the insecticide synthetic pyrethroid against Aedes aegypti mosquito resistance in three districts of Tangerang city*. Published by the American Institute of Physics 2018.
23. Teresa Nazimek, Magdalena Wasak, Wojciech Zgrajka, Waldemar Andrzej Turski. Content of transfluthrin in indoor air during the use of electro-vaporizers. *Ann Agric Environ Med*. 2011; 18: 85–8.
24. Tisch M., Faulde M.K., Maier H. Genotoxic Effects of Pentachlorophenol, Lindane, Transfluthrin, Cyfluthrin, and Natural Pyrethrum on Human Mucosal Cells of the Inferior and Middle Nasal Conchae. *Am. J Rinol*. 2005; 19 (2): 141-51.
25. WHO, 2002. World Health Organization Specifications and Evaluations for Public Health Pesticides. Transfluthrin.
26. Bakanova E.I. Elektrofumigiruyushchie i fumigiruyushchie sredstva dlya unichtozheniya letayushchikh nasekomykh v pomeshcheniyakh i na otkrytom vozdukh: analiz assortimenta po preparativnym formam, tselevym ob'ektam, deystvuyushchim veshchestvam, proizvoditelyam za period s 2003 po 2009 gg. *Pest-Menedzhment*. 2010 (1): 38-44.
27. Direktiva 2010/63/EU Evropeyskogo parlamenta i soveta Evropeyskogo Soyuza ot 22 sentyabrya 2010 goda po okhrane zhivotnykh, ispol'zuemykh v nauchnykh tselyakh.
28. Eremina O.Yu., Ibragimkhalilova I.V., Bendrysheva S.N. Izuchenie kontaktnogo i fumigatsionnogo deystviya letuchikh piretroidov na komnatnykh much. *Pest-Menedzhment*. 2012 (4): 27-33.
29. Metodicheskimi ukazaniyami po ustanovleniyu orientirovochnykh bezopasnykh urovney vozdeystviya (OBUV) zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosfernom vozdukh naseleennykh mest. (MU № 2630-82-88).
30. Metody laboratornykh issledovaniy i ispytaniy dezinfektsionnykh sredstv dlya otsenki ikh effektivnosti i bezopasnosti. Rukovodstvo R 4.2.2643 – 10. М.: 2011: 616.