

Епишина Т.М.

Сравнительные исследования токсичности новых синтетических моющих средств на основе анионных и неионогенных поверхностно активных веществ

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Мытищи, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Введение. Среди комплекса факторов окружающей среды, подлежащих токсиколого-гигиеническим исследованиям, большое внимание заслуживают средства бытовой химии в связи с их массовым производством, разнообразием компонентов и рецептур, а также с возможным прямым воздействием на организм человека.

Цель работы – проведение сравнительных исследований по изучению токсикометрических параметров новых синтетических моющих средств.

Материал и методы. В соответствии с запланированной целью исследования в испытательной биологической лаборатории ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» были проведены эксперименты по установлению параметров острой пероральной токсичности, определению наличия возможного раздражающего действия на кожные покровы и слизистые оболочки глаз, изучено однократное и многократное (10 аппликаций) кожно-резорбтивное действие рабочего раствора, исследованы сенсибилизирующие свойства соединений. Исследования проведены в соответствии с методическими указаниями: МУ 4230–86, МУ 2102–79, МУ 2196–80, МУ 1.1.578–96. В конце исследования на установке для усыпления животных АЕ0904 проводили эвтаназию крыс с применением СО₂. Результаты проведённых исследований обработаны статистически общепринятыми методами с использованием *t*-критерия Стьюдента в компьютерной программе Microsoft Excel.

Результаты. При изучении острой пероральной токсичности образцов синтетических моющих средств (СМС) установлено, что средняя смертельная доза ЛД₅₀ (крысы) составляет > 5000 мг/кг массы тела. При однократном нанесении на кожу (крысы и кролики) и слизистые оболочки глаза (морские свинки и кролики) образцы моющих средств не вызывают раздражения, не оказывают кожно-резорбтивного (крысы) и аллергенного действия (морские свинки).

Ограничения исследования связаны с анализом результатов экспериментальных данных по токсикометрическим параметрам (определение ЛД₅₀, раздражающего действия на кожу и слизистую глаза, кожно-резорбтивного и аллергического эффектов) без учёта канцерогенного действия новых СМС на организм теплокровных (крысы).

Заключение. Проведённые сравнительные исследования не выявили различий токсикометрических параметров между изученными СМС. Установлено, что у всех препаратов ЛД₅₀ перорально > 5000 мг/кг массы тела; раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки глаза – 0 баллов; клинических признаков интоксикации при ирритативном и резорбтивном действии не выявлено; по сенсибилизирующими свойствам – 0 баллов. Образцы изученных СМС по степени опасности отнесены к малоопасным соединениям.

Ключевые слова: лабораторные животные; синтетические моющие средства; раздражающее действие; резорбтивное действие; сенсибилизирующие свойства; пероральное введение; токсичность; поверхностно-активные вещества

Соблюдение этических стандартов. Проведение исследования одобрено Этическим комитетом ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора (протокол заседания № 4 от 17.05.2022).

Для цитирования: Епишина Т.М. Сравнительные исследования токсичности новых синтетических моющих средств на основе анионных и неионогенных поверхностно активных веществ. Токсикологический вестник. 2024; 32(5): 301–306. <https://doi.org/10.47470/0869-7922-2024-32-5-301-306>

Для корреспонденции: Епишина Татьяна Михайловна, E-mail: epishina.tm@fnccg.ru

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование не имеет спонсорской поддержки.

Поступила в редакцию: 14 декабря 2023 / Поступила после доработки: 08 мая 2024 / Принята в печать: 10 июня 2024 / Опубликована: 30 октября 2024

Tatiana M. Epishina

Comparative studies of the toxicity of new synthetic detergents based on anionic and nonionic surface active substance

Federal Budgetary Institution of Science "Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman" of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, 141014, Mytishchi, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Among the complex of environmental factors that are subject to toxicological and hygienic studies, household chemicals deserve great attention due to their mass production, a variety of components and formulations, as well as possible direct effects on the human body.

The purpose of the work is to conduct comparative studies on the study of toxicometric parameters of new synthetic detergents.

Material and methods. In accordance with the planned purpose of the study in the biological testing laboratory of the "Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman", experiments were conducted to establish the parameters of acute oral toxicity, to determine the presence of a possible irritant effect on the skin and mucous membranes of the eyes, the single and multiple (10 applications) skin-resorptive effect of the working solution was studied, the sensitizing properties of the compounds were investigated. The research was carried out in accordance with the methodological guidelines: MG 4230–86, MG 2102–79, MG 2196–80, MG 1.1.578–96. At the end of the study, rats were euthanized using CO₂ at the AE0904 animal euthanasia unit. The results of the conducted studies were processed by statistically generally accepted methods using the Student's *t*-criteria in the Microsoft Excel.

Results. When studying the acute oral toxicity of samples of synthetic detergents, it was found that the average lethal dose LD₅₀ (rats) is > 5000 mg/kg of body weight. When applied once to the skin (rats and rabbits) and to the mucous membranes of the eye (guinea pigs and rabbits), the samples of detergents do not cause irritation, do not have a skin-resorptive (rats) and allergenic effect (guinea pigs).

Limitations related to the analysis of the results of experimental data on toxicometric parameters (determination of LD₅₀, irritant effect on the skin and mucous membrane of the eye, skin-resorptive and allergic effects) without taking into account the carcinogenic effect of new synthetic detergents on the body of warm-blooded (rats).

Conclusions. Comparative studies have not revealed any differences in the toxicometric parameters of the studied synthetic detergents. It was found that in all samples, the average lethal dose LD₅₀ orally is >5000 mg/kg of body weight; irritant effect on the skin and mucous membranes of the eye – 0 points; clinical signs of intoxication with irritative and resorptive action were not revealed; sensitizing properties of the drugs – 0 points. Synthetic detergents samples according to the studied parameters belong to low-risk compounds.

Keywords: laboratory animals; synthetic detergents; irritant effect; resorptive effect; sensitizing properties; oral administration; toxicity; surface active substance

Compliance with ethical standards. The study was approved by the Ethics Committee of the Federal Budgetary Institution of Science "Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman" of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (a protocol of the meeting No. 4 of 17.05.2022).

For citation: Epishina T.M. Comparative studies of the toxicity of new synthetic detergents based on anionic and nonionic surface active substance. *Toksikologicheskiy vestnik / Toxicological Review*. 2024; 32(5): 301–306. <https://doi.org/10.47470/0869-7922-2024-32-5-301-306>

For correspondence: Tatiana M. Epishina, e-mail: epishina.tm@fncg.ru

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

Funding. The study had no sponsorship.

Accepted: December 14, 2023 / Revised: May 8, 2024 / Received: June 10, 2024 / Published: August 30, 2024

Введение

Среди комплекса факторов окружающей среды, подлежащих токсиколого-гиgienическим исследованиям, большого внимания заслуживают химические препараты бытового назначения в связи с их массовым производством, разнообразием компонентов и рецептур, а также с возможным прямым воздействием на организм человека [1, 2].

В составе любого стирального порошка, как правило, присутствуют следующие компоненты: поверхностно-активные вещества (ПАВ); вспомогательные ингредиенты: смягчающие компоненты, стабилизаторы пен, ферменты, отбеливающие соединения, отдушки, антиследывающие добавки [3–5].

ПАВ являются одним из основных компонентов моющих и чистящих средств, поэтому следует предполагать, что ПАВ и композиции на их основе могут непосредственно влиять на здоровье населения, постоянно контактирующего с химическими веществами в быту [6–8].

Различают *четыре основных класса ПАВ*:

- 1) анионные – в водном растворе распадаются с образованием отрицательно заряженных ионов;
- 2) катионные – в водном растворе распадаются с образованием положительно заряженных ионов;
- 3) аморфные – в водном растворе, в зависимости от pH среды, могут проявлять как катионные (в кислой среде pH<7), так и анионные (в щелочной среде pH >7) свойства;
- 4) неионогенные – в водном растворе не образуют ионов [9, 10].

Сочетание нескольких ПАВ в стиральном порошке является гарантией его высокого моющего действия [11].

Цель работы – провести сравнительные исследования по изучению токсикометрических параметров новых синтетических моющих средств (СМС).

Для достижения поставленной цели проведена экспериментальная оценка токсичности и опасности образцов новых СМС: а) на основе анионного ПАВ; б) неионогенного ПАВ; в) в сочетании анионного и неионогенного ПАВ, с компонентами препаратов, при пероральном и дермальном пути поступления в организм лабораторных животных (крысы, кролики, морские свинки). Устанавливали токсикометрические параметры воздействия новых образцов СМС на лабораторных животных (LD_{50} , местное раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки глаза, кожно-резорбтивное и сенсибилизирующее действие на кожу). Ранее исследования в данном объёме не проводились.

Материал и методы

Исследование проведено в виварии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» (г. Москва) на беспородных белых крысах, доставленных из филиала «Андреевка» ФГБУН «НЦБМТ» ФМБА России (Московская область). Для оценки острой пероральной токсичности использованы белые крысы-самцы массой тела 210–220 г. Каждая группа включала 6 животных, предварительно голодавших не менее 2 ч, в желудок которых металлическим зондом вводили образцы моющих средств в 50-процентной концентрации. Испытана доза 5000 мг/кг массы тела. Животных содержали в условиях вивария на брикетированном корме. В течение 14 сут после воздействия испытуемых образцов наблюдали за состоянием животных.

Раздражающее действие на кожу определяли при однократном нанесении 0,5 мл рабочего раствора препаратов крысам (по 6 голов в каждой группе массой тела 200–220 г) и кроликам (по 3 кролика в каждой группе массой тела 3000–3300 г) на выстриженный участок бока тела при экспозиции 4 ч с последующим смызовом. Раздражающее действие на слизистые оболочки глаза определяли, вводя однократно в конъюнктивальный мешок правого глаза (левый – контроль) 0,1 мл рабочего раствора препаратов морским свинкам (по 6 голов в каждой группе массой тела 300–320 г) и кроликам (по 3 кролика в каждой группе массой тела 3000–3300 г). Для оценки раздражающего действия на кожу фиксировали характер изменений на месте аппликаций: утолщение кожной складки, эритемы, отёк, трещины. При оценке раздражающего действия на слизистую оболочку глаза оценивали состояние конъюнктивы, роговицы, радужки, степень выраженности отёка и выделений. Период наблюдения после нанесения – от 4 ч до 14 сут.

Однократное кожно-резорбтивное действие рабочего раствора изучали на 40 белых крысах-самцах массой тела 200–210 г, разделённых на 4 группы – одну контрольную и 3 опытные (по 10 животных в каждой группе). Регистрировали клинические признаки интоксикации (состояние и поведение животных, потребление воды и пищи, изменения массы тела). Наблюдения длились 14 сут.

Изучение *многократного* (10 аппликаций) кожно-резорбтивного действия рабочего раствора проводили на 40 белых крысах-самцах массой тела 200–210 г, разделённых на 4 группы – одну контрольную и 3 опытные (по 10 животных в каждой группе). В динамике опыта проводили наблюдение за состоянием и поведением живот-

Результаты исследования по изучению токсичности и опасности образцов новых синтетических моющих средств

Results of a study on the toxicity and hazard of new synthetic detergents samples

Показатели	Результаты исследования препаратов			Ед. изм.	НД на метод исследований
	на основе анионного ПАВ	на основе неионогенного ПАВ	в сочетании анионного и неионогенного ПАВ		
Острая токсичность ЛД ₅₀ при введении в желудок (белые крысы-самцы)	ЛД ₅₀ > 5000	ЛД ₅₀ > 5000	ЛД ₅₀ > 5000	мг/кг массы тела.	МУ 4230–86 ¹
Раздражающее действие (рабочий раствор): • на кожные покровы (крысы, кролики), • на конъюнктиvu глаза (морские свинки, кролики)	0 0	0 0	0 0	Баллы	МУ 2102–79 ² МУ 2196–80 ³
Резорбтивное действие через кожу однократно (рабочий раствор, белые крысы-самцы)	Не выявлено (отсутствие клинических признаков интоксикации во время экспозиции)	Не выявлено (отсутствие клинических признаков интоксикации во время экспозиции)	Не выявлено (отсутствие клинических признаков интоксикации во время экспозиции)	–	МУ 2102–79 ²
Резорбтивное действие через кожу многоократно, 10 аппликаций (рабочий раствор, крысы-самцы)	Клинические признаки интоксикации отсутствуют	Клинические признаки интоксикации отсутствуют	Клинические признаки интоксикации отсутствуют	–	МУ 2102–79 ²
Сенсибилизирующее действие (белые свинки)	0	0	0	Баллы	МУ 1.1.578–96 ⁴

Примечание.

¹МУ 4230–86 Показатели токсикометрии, подлежащие определению на разных стадиях производства и применения химических веществ.

²МУ 2102–79 Оценка воздействия вредных химических соединений на кожные покровы и обоснование предельно допустимых уровней загрязнения кожи.

³МУ 2196–80 Методические указания к постановке исследований по изучению раздражающих свойств и обоснованию предельно допустимых концентраций избирательно действующих раздражающих веществ в воздухе рабочей зоны.

⁴МУ 1.1.578–96 Требования к постановке экспериментальных исследований по обоснованию предельно допустимых концентраций промышленных химических аллергенов в воздухе рабочей зоны и атмосфере.

ных, потреблением воды и пищи, фиксировали сроки гибели, регистрировали изменения массы тела, суммарно-порогового и гематологических показателей. Гематологические показатели крови проводили через 10 и 20 сут на анализаторе CELL-DYN-3700 (США), время проведения эксперимента – 20 сут.

Для оценки кожно-резорбтивного и раздражающего действия на кожные покровы и слизистые оболочки глаза готовили рабочие растворы в рекомендуемом режиме применения согласно нормам расхода средства, указанного на маркировке препаратов.

Сенсибилизирующее действие исследовали на 60 морских свинках-альбиносах массой тела 300–310 г, составивших 3 группы по 20 живот-

ных в каждой (10 контрольных и 10 опытных животных в каждой группе), по схеме комплексной сенсибилизации. Животным контрольных групп вводили однократно под кожу внешней поверхности ушной раковины 200 мкг дистиллированной воды, опытным животным в аналогичном количестве вводили образцы моющих средств с последующим (через 10 дней) эпикутантным нанесением моющих средств в разведениях, не оказывающих раздражающего действия, и тестированием после 7 накожных аппликаций на противоположный бок животных (привокационная проба) контрольных и опытных групп. Для оценки иммунологической реактивности в крови у морских свинок через 48 ч после привокационной пробы проводили реакцию специфического

лизиса лейкоцитов (РСЛЛ), подсчитывали количество эозинофилов в составе лейкоцитарной формулы крови у опытных и контрольных животных. Реакция РСЛЛ расценивается как положительная при показателе $>10\%$, и достоверного его значения по сравнению с контролем. В конце исследования на установке для усыпления животных AE0904 проводили эвтаназию крыс с применением СО₂. Результаты проведенных исследований обработаны статистически общепринятыми методами с использованием *t*-критерия Стьюдента в компьютерной программе Microsoft Excel [12, 13].

Результаты

При изучении острой пероральной токсичности СМС на основе анионного, неионогенного и анионный+неионогенный ПАВ установлено, что средняя ЛД₅₀ для крыс при пероральном введении составляет ≥ 5000 мг/кг массы тела. Клиническая картина острой интоксикации аналогична для всех соединений и характеризовалась угнетённым состоянием животных, учащением дыхания, обильным выделением слюны, снижением потребления корма. Смерть животных не зарегистрирована. Срок наблюдения – 14 сут.

Раздражающее действие препаратов после нанесения опытных образцов в рекомендуемом режиме на кожу и в конъюнктивальный мешок глаза животных видимых признаков интоксикации сразу же после нанесения и в последующие сроки наблюдения (в течение от 4 ч до 14 сут) не зафиксировано.

При однократном кожно-резорбтивном действии рабочих растворов изучаемых образцов клинических признаков интоксикации не выявлено.

Многократное кожно-резорбтивное действие рабочих растворов изучаемых образцов в динамике исследований не вызывало у животных изменений в поведении, потреблении воды и пищи, изменении массы тела. Смерти животных не зарегистрировано. Статистически достоверных изменений показателей СПП и гематологических показателей в крови опытных животных по сравнению с животными контрольной группы не выявлено.

При оценке сенсибилизирующего эффекта через 10 сут после внутрикожной сенсибилизации кожное тестирование (нанесение 7 накожных аппликаций) не вызывало изменения кожных покровов у опытных животных по сравнению с контрольными животными. Провокационная проба не выявила изменений кожных покровов. Не выявлено также достоверных изменений показателей РСЛЛ, относительный процент лизи-

са – менее 10. В лейкоцитарной формуле крови не зарегистрировано статистически достоверных изменений у опытных образцов крови по сравнению с контрольными образцами. Результаты исследования по изучению токсичности и опасности образцов новых синтетических моющих средств представлены в таблице.

Обсуждение

Определение параметров острой токсичности препаратов на лабораторных животных при разных путях их введения в организм является обязательным при оценке безопасности моющих и чистящих средств. Сведения о ЛД₅₀ моющих и чистящих средств имеют как научное, так и практическое значение. Это связано с тем, что полностью не исключён случайный приём внутрь этих средств человеком. Поскольку моющие средства в основном мало опасны, исследования проводились при введении в желудок крыс опытных образцов моющих средств в дозе 5000 мг/кг массы тела, соответствующей 4-му классу опасности. В результате наших исследований было установлено, что для крыс перорально ЛД₅₀ составляет ≥ 5000 мг/кг массы тела. Согласно данным литературы, ПАВ, проникая через кожу, ослабляет её защитную барьерную функцию [14]. Для исключения раздражающего и кожно-резорбтивного действия препаратов рабочие растворы исследуемых образцов моющих средств наносили на кожу и слизистые оболочки глаза, изучали однократное и многократное кожно-резорбтивное действие. Все три опытных образца не вызывали клинических признаков интоксикации во время и после экспозиции, а именно раздражающего действия на кожу и слизистые оболочки глаза, изменений в поведении, потреблении воды и пищи, гибели животных, не выявлено также статистически достоверных изменений гематологических показателей крови опытных животных по сравнению с контрольными животными. Нами были выполнены исследования, направленные на выявление аллергенной активности синтетических моющих средств, так как в литературе имеются данные о том, что длительное воздействие ПАВ может вызывать изменение иммунологического состояния организма [15–16]. В результате исследования сенсибилизирующего действия изученных препаратов установлено отсутствие у них сенсибилизирующих свойств, о чём свидетельствуют отрицательные кожные реакции и отсутствие достоверных отличий средних групповых (между опытными и контрольной группой животных) показателей РСЛЛ и соотношения

форменных элементов крови у опытных животных по сравнению с контрольными животными.

Сравнительные исследования образцов новых СМС не выявили различий в токсичности изученных препаратов. По токсикометрическим показателям исследованные образцы отнесены к малоопасным соединениям.

Ограничения исследования связаны с анализом результатов экспериментальных данных по токсикометрическим параметрам (определение LD_{50} , раздражающего действия на кожу и слизистую глаза, кожно-резорбтивного и аллергического эффектов) без учёта канцерогенного действия новых синтетических моющих средств на организм теплокровных (крысы).

Заключение

Проведённые сравнительные исследования не выявили значимых изменений токсикометрических параметров у изученных СМС. Установлено, что у всех препаратов LD_{50} перорально > 5000 мг/кг массы тела; раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки глаза – 0 баллов; клинических признаков интоксикации при ирритативном и резорбтивном действии не выявлено; по сенсибилизирующему свойствам у препаратов – 0 баллов. Образцы изученных СМС по степени опасности отнесены к малоопасным соединениям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ракитский В.Н., Чхвиркия Е.Г., Епишина Т.М. Оценка риска применения продукта бытовой химии для населения. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2019; 63(2): 61–5.
2. Федосеева Т.А. Гигиеническое обоснование прогнозирующей способности альтернативного метода при оценке опасности моющих и чистящих средств: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М.: 2007.
3. Рапорот К.А., Маркова З.С., Пылева З.А., Митрофанова Н.Г., Ионкина С.Ф. Гигиеническая характеристика рецептурного состава синтетических моющих и чистящих средств и их регламентация. *Гигиена и санитария*. 1984; 63(6): 23–4.
4. Маркова З.С., Саутин А.И. Методические подходы к оценке применения синтетических моющих средств в быту. *Гигиена и санитария*. 1980; 59(1): 43–4.
5. Волошенко О.И., Мудрый И.В. ПАВ в окружающей среде и здоровье человека. *Гигиена и санитария*. 1988; (11): 27–8.
6. Саутин Л.И., Старостина А.И., Руднева Т.К. Гигиеническая оценка влияния синтетических поверхностно-активных веществ и моющих средств на их основе (типа МС) на организм. *Гигиена и санитария*. 1976; 55 (9): 18–9.
7. Перминов В.И., Выскубенко И.Ф., Журков В.С., Можаев Е.А. Гигиеническая оценка двух новых ПАВ как фактора загрязнения водоисточников. *Гигиена и санитария*. 1982; 61(2): 85–6.
8. Кривоносов М.В., Халанский А.А., Шамрай В.Г. Изучение механизмов повреждающего действия синтетического моющего средства. *Гигиена и санитария*. 1989; 68(4): 88–3.
9. Амбрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества. Синтез, анализ, свойства, применение: Учебное пособие для вузов. Ленинград; 1988.
10. Маркова З.С., Саутин А.И. Методические подходы к оценке применения синтетических моющих средств в быту. *Гигиена и санитария*. 1980; 59(1): 43–4.
11. Сахаров Ю.И. О критериях гигиенической оценки бытовых химических веществ. *Гигиена и санитария*. 1972; 51(4): 40–4.
12. Ноткин Е.Л. Статистика в гигиенических исследованиях. М.: 1986; 96.
13. Прозоровский В.Б. Использование метода наименьших квадратов для пробит-анализа кривых летальности. *Фармакология и токсикология*. 1962; (1): 111–9.
14. Лыгин С.А. Экологические аспекты использования синтетических моющих средств в быту и промышленности. Ассоциация научных сотрудников «Сибирская академическая книга» (Новосибирск). *Естественные и математические науки в современном мире*. 2014; (16): 12–5.
15. Еськова-Сосковец Л.Б., Саутин А.И., Русаков Н.В. Об аллергенных свойствах некоторых поверхностно-активных веществ. *Гигиена и санитария*. 1980; 59(2): 14–7.
16. Волошенко О.И., Мудрый И.В. О механизме аллергенного действия поверхностно-активных веществ при различных путях поступления в организм. *Врачебное дело*. 1986; (7): 24–6.

REFERENCES

1. Rakitskiy V.N., Chkhvirkia E.G., Epishina T.M. Risk assessment of the use of household chemicals for the population. *Zdravooхранение Российской Федерации*. 2019; 63(2): 61–5. (in Russian)
2. Fedoseeva T.A. *Hygienic justification of the predictive ability of an alternative method in assessing the danger of detergents and cleaning agents*: Diss. Moscow: 2007; 153. (in Russian)
3. Raport K.A., Markova Z.S., Pyleva Z.A., Mitrofanova N. G., Ionkina S.F. Hygienic characteristics of the prescription composition of synthetic detergents and cleaning agents and their regulation. *Gigiena i sanitariya*. 1984; 63(6): 23–4. (in Russian)
4. Markova Z.S., Sautin A.I. Methodological approaches to the assessment of the use of synthetic detergents in everyday life. *Gigiena i sanitariya*. 1980; 59(1): 43–4. (in Russian)
5. Voloshchenko O.I., Mudry I.V. Surfactants in the environment and human health. *Gigiena i sanitariya*. 1988; (11): 27–8. (in Russian)
6. Sautin L.I., Starostina A.I., Rudneva T.K. Hygienic assessment of the effect of synthetic surfactants and detergents based on them (type MS) on the body. *Gigiena i sanitariya*. 1976; 55(9): 18–9. (in Russian)
7. Perminov V.I., Vyskubenko I.F., Zhurkov V.S., Mozhaev E.A. Hygienic assessment of two new surfactants as a factor of water source pollution. *Gigiena i sanitariya*. 1982; 61(2): 85–6. (in Russian)
8. Krivonosov M.V., Khalansky A.A., Shamray V.G. Study of the mechanisms of the damaging effect of synthetic detergent. *Gigiena i sanitariya*. 1989; 68(4): 88–3. (in Russian)
9. Ambramzon A.A. *Surfactants. Synthesis, analysis, properties, application*: A textbook for universities [Poverhnostno-aktivnye veshchestva. Sintez, analiz, svoystva, primenie: Uchebnoe posobie dlya vuzov]. Leningrad; 1988. (in Russian)
10. Markova Z.S., Sautin A.I. Methodological approaches to the assessment of the use of synthetic detergents in everyday life. *Gigiena i sanitariya*. 1980; 59(1): 43–4. (in Russian)
11. Sakharov Yu.I. On the criteria of hygienic assessment of household chemicals. *Gigiena i sanitariya*. 1972; 51(4): 40–4. (in Russian)
12. Notkin E.L. *Statistics in health researches [Statistika v gigienicheskikh issledovaniyah]*. Moscow: 1986; 965. (in Russian)
13. Prozorovsky V.B. Using the least squares method for probit analysis of mortality curves. *Farmakologiya i toksikologiya*. 1962; (1): 111–9. (in Russian)
14. Lygin S.A. Ecological aspects of the use of synthetic detergents in everyday life and industry. Association of Researchers "Siberian Academic Book" (Novosibirsk). *Estestvennye i matematicheskie nauki v sovremennom mire*. 2014; (16): 12–5. (in Russian)
15. Eskova-Soskovets L.B., Sautin A.I., Rusakov N.V. On the allergenic properties of some surfactants. *Gigiena i sanitariya*. 1980; 59(2): 14–7. (in Russian)
16. Voloshchenko O.I., Mudry I.V. On the mechanism of allergenic action of surfactants in various ways of entering the body. *Vrachebnoe delo*. 1986; (7): 24–6. (in Russian)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Епишина Татьяна Михайловна, доктор биол. наук, ведущий научн. сотрудник отдела токсикологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи, Российская Федерация. E-mail: epishina.tm@fncg.ru

INFORMATION ABOUT AUTHOR

Tatyana M. Epishina, Senior Researcher at the Department of Toxicology of the Federal Budgetary Institution of Science "Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman" of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, 141014, Mytishchi, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0003-0331-0701> E-mail: epishina.tm@fncg.ru