

Матросенко М.В., Бидевкина М.В., Демина Ю.В.

Изучение токсичности моющих средств и оценка безопасности их применения в исследованиях *in vitro*

Институт дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 117246, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Гели и порошки для стирки текстиля обеспечивают чистоту и препятствуют распространению инфекций, связанных с попаданием патогенных микроорганизмов в ткани. Как правило, в состав моющих средств входят поверхностно активные вещества, мыла, энзимы, отдушки, консерванты, смягчители. Такая смесь компонентов может вызывать раздражающий или аллергический контактный дерматит, особенно у пациентов с сухой кожей и пониженной барьерной функцией, поэтому актуальна оценка токсичности тканей после стирки современными моющими средствами.

Цель — установить токсичность современных моющих средств (стиральных порошков и гелей) и тканей после стирки по критериям Методических рекомендаций «Оценка токсичности товаров бытовой химии. Экспресс-метод оценки токсичности моющих средств с использованием в качестве тест-объекта спермы крупного рогатого скота» (МР 29 ФЦ/4746 от 27 декабря 2001 г.) и ГОСТ 32075—2013 «Материалы текстильные. Метод определения токсичности».

Материалы и методы. Изучена токсичность 21 моющего средства (10 стиральных порошков и 11 гелей) и различных видов тканей (хлопок и поликоттон) после стирки. Исследования проведены в Институте дезинфектологии ФБУН «ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора на культуре подвижных клеток (сперматозоидах быка) на анализаторе изображений АТ-05.

Результаты. После однократной стирки стиральными порошками в режиме «быстрая стирка» 80% текстиля токсичны, после стирки гелями — 4,5%. Следовательно, изученные гели после однократной стирки лучше удаляются из текстиля, чем стиральные порошки. Выявлено, что из 21 изученного моющего средства 13 не соответствовали требованиям МР 29 ФЦ/4746, минимальное нетоксическое разведение превышало предельно допустимое значение разведения 1 : 2500 (Руководство пользователя анализатора изображений АТ-05. Приложение к руководству по эксплуатации БМКИ 01.00.00.00 РЭ). После однократной стирки порошками в режиме «быстрая стирка» установлены токсические свойства у 7 из 10 образцов хлопковой и у 9 из 10 образцов поликоттонной ткани. В режиме «ежедневная стирка» для всех образцов хлопковой и поликоттонной тканей определены безопасные показатели индекса токсичности (It) тканей — от 70 до 120%. После стирки гелями среди образцов хлопковой ткани выявлен один токсичный из 11.

Ограничения исследования. В нашем исследовании отсутствуют данные о цитотоксическом действии остаточной жидкости после полоскания.

Заключение. Изучена токсичность современных моющих средств и токсичность текстиля после стирки в различных режимах. Обнаружено, что при использовании современных моющих средств 62% изученных образцов текстиля после стирки не соответствуют МР 29 ФЦ/4746, 38% образцов не соответствуют ГОСТ 32075—2013. Токсичность текстиля, подвергнутого стирке, зависела от формы выпуска моющего средства и режима стирки. При стирке текстиля при температуре плюс 30 °C в течение 30 мин рекомендуется дополнительное двукратное полоскание по 30 мин.

Ключевые слова: токсичность; моющее средство; стирка; анализатор изображений АТ-05; суспензия сперматозоидов быка

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Матросенко М.В., Бидевкина М.В., Демина Ю.В. Изучение токсичности моющих средств и оценка безопасности их применения в исследованиях *in vitro*. Гигиена и санитария. 2025; 104(3): 348–352. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-3-348-352> <https://elibrary.ru/fzavaz>

Для корреспонденции: Матросенко Маргарита Владимировна, e-mail: matrosenko.mv@fncg.ru

Участие авторов: Матросенко М.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста; Бидевкина М.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Демина Ю.В. — редактирование, утверждение окончательного варианта статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2024–2025 гг. «Изучение токсичности и эффективности синтетических моющих средств и товаров бытовой химии с заявленными антимикробными свойствами», рег. № НИОКТР 122042700054–5.

Поступила: 11.06.2024 / Поступила после доработки: 17.09.2024 / Принята к печати: 03.12.2024 / Опубликовано: 31.03.2025

Margarita V. Matrosenko, Marina V. Bidevkina, Yulia V. Demina

Study of toxicity of detergents and assessment of their safety in “*in vitro*” studies

Institute of Disinfectology of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Moscow, 117246, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The use of gels, powders for washing various textiles ensures cleanliness and prevents the emergence and spread of infections associated with the entry of pathogens into the fabrics. As a rule, the composition of detergents includes: surface-active substances, soaps, enzymes, fragrances, preservatives, softeners, and this mixture of components can cause irritation or allergic contact dermatitis, especially in patients with dry skin and reduced barrier function. Therefore, the problem of toxicity of fabrics after washing with modern detergents becomes relevant.

The goal is to establish the toxicity parameters of modern detergents (washing powders and gels) and fabrics after washing in accordance with the requirements of МР29 FTS/4746 of December 27, 2001 and GOST 32075—2013.

Materials and methods. Toxicity of twenty one detergent (10 washing powders and 11 gels) and toxicity of different kinds of fabrics (cotton and polycotton) after washing were studied. The studies were carried out at the Institute of Disinfectology of the Federal Research Center of Hygiene named after F.F. Erisman on movable cell culture (bovine spermatozoa) on Image Analyzer AT-05.

Results. After a single wash with washing powders and gels 80 % and 4.5 % of textiles were toxic, respectively. Thus, gels are better removed from textiles after a single wash than washing powders. Thirteen of the 21 detergents studied did not meet the requirements of MR29 FTS/4746 of December 27, 2001 the minimal non-toxic dilution (MND) exceeded the maximum allowable dilution of 1:2500. After single washing of powders toxic properties have been established in 7 of 10 samples of cotton fabric and in 9 of 10 samples of polycotton fabric. In the “Daily washing” mode, it safe indices of fabrics from (70–120) % were determined for all samples of cotton and polycotton fabrics. After washing gels 1 of 11 toxic samples of cotton fabric were revealed.

Limitations. Our study lacks data on the cytotoxic effects of residual fluid after rinsing.

Conclusion. The toxicity of modern detergents and toxicity of textiles after washing in various modes were studied. It was found that of the modern detergents studied, 62 % of the samples did not comply with MR29 FTS/4746, and 38 % of the textile samples after washing did not comply with GOST 32075–2013. Toxicity of the textiles subjected to washing depended on the form of detergent and the washing mode. When washing textiles in the 30 °C mode for 30 minutes, additional two rinses (each for 30 minutes) are required.

Keywords: toxicity; detergent; washing; Image Analyzer AT-05; bovine spermatozoa suspension

Compliance with ethical standards. This study does not require the conclusion of a biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Matrosenko M.V., Bidevkina M.V., Demina Yu.V. Study of toxicity of detergents and assessment of their safety in “in vitro” studies. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal.* 2025; 104(3): 348–352. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-3-348-352> <https://elibrary.ru/fzavaz> (In Russ.)

For correspondence: Margarita V. Matrosenko, E-mail: matrosenko.mv@fncg.ru

Contribution: Matrosenko M.V. — concept and design of the study, material collection and processing, statistical processing, text writing; Bidevkina M.V. — concept and design of the study, editing, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article; Demina Yu.V. — editing, approval of the final version of the article.

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

Acknowledgement. The research was carried out as part of the Rospotrebnadzor sectoral research program for 2024–2025 «Study on the toxicity and effectiveness of synthetic detergents and household chemicals with claimed antimicrobial properties». Reg. No. NIOCTR 122042700054-5.

Received: June 11, 2024 / Revised: September 17, 2024 / Accepted: December 3, 2024 / Published: March 31, 2025

Введение

Быстрое развитие химической промышленности способствовало появлению большого количества товаров бытовой химии, в том числе моющих средств, которые находят широкое применение в домашних и производственных условиях. Современные моющие средства удобны в применении за счёт многообразия производимых форм: порошки, гели, капсулы, жидкости. Стирка постельного, нательного белья и другого текстиля обеспечивает чистоту и препятствует распространению инфекций, связанных с попаданием патогенных микроорганизмов в ткани. Большинство стиральных порошков и гелей представляет собой сложные смеси, содержащие полифосфаты, поверхностно активные вещества (ПАВ), энзимы, отбеливатели, абразивные вещества, ароматизаторы, консерванты. Поверхностно активные вещества могут проявлять раздражающие свойства, а отдушки, консерванты и ферменты вызывать аллергические реакции [1–6]. Токсическое действие ПАВ в моющих средствах в гелеобразной (жидкой) форме выпуска менее выражено, чем в твёрдой порошковой [7, 8]. При использовании моющих средств важно учитывать степень загрязнённости белья. При большом загрязнении и высокой жёсткости воды для улучшения качества стирки увеличивают расход моющего средства [9]. Качество стирки при повышенной жёсткости воды ухудшается, и чтобы противодействовать этому, требуется большее количество моющего средства, содержащего комплексобразователи для поглощения солей жёсткости [2, 10]. В исследованиях способами *in vitro* и *in vivo* (на мышах) установлено, что воздействие моющих средств на кожу приводит к нарушению кожного барьера, способствует развитию аллергического воспаления кожи, особенно у новорождённых детей, чья кожа более восприимчива к повреждению по сравнению с кожей взрослого человека [11, 12]. Запахи стиральных порошков могут спровоцировать головные боли и приступы астмы [7, 13]. Таким образом, токсичные продукты, выделяющиеся из моющих средств и обнаруживаемые в воздухе и на одежде, могут оказывать вредное воздействие на здоровье человека [14].

Для установления токсичности тканей разработан метод испытания вытяжек из образцов текстиля на культуре подвижных клеток с использованием анализатора изображений AT-05. В ГОСТ 32075–2013 «Материалы текстильные. Метод определения токсичности» определено требование, согласно которому текстильные материалы признаются нетоксичными. Это требование распространяется как на заводскую (новую) продукцию, так и на текстильные изделия, уже на-

ходящиеся в использовании. Текстиль при сертификации испытывают на соответствие ГОСТ 32075–2013. Текстильная продукция, находящаяся в бытовом использовании, подвергается стирке, химической чистке и т. д. с использованием моющих средств. Контроль токсичности этой продукции не проводится. Предполагается, что безопасность обеспечивается правильным выбором моющих средств и режимом работы стиральной машины.

Цель исследования — установить токсичность современных моющих средств (стиральных порошков и гелей) и тканей после стирки в соответствии с Методическими рекомендациями МР 29 ФЦ/4746 «Оценка токсичности товаров бытовой химии. Экспресс-метод оценки токсичности моющих средств с использованием в качестве тест-объекта спермы крупного рогатого скота»¹ (далее МР 29 ФЦ/4746) и требованием ГОСТ 32075–2013.

Материалы и методы

Изучено 21 моющее средство: 10 стиральных порошков и 11 гелей различных производителей. В состав приобретённых в торговой сети указанных моющих средств входят, по данным производителей, следующие компоненты: ПАВ, мыла, энзимы и вспомогательные добавки. Это кислородсодержащий и оптический отбеливатели, смягчители (фосфаты, фосфонаты, цеолиты, поликарбоксилаты, сополимеры, трилон Б), ароматизаторы, пеногасители, увлажнители, активаторы (сульфат натрия, карбонат натрия), консерванты (триэтаноламин, хлорид натрия), экстракт хлопка, красители.

Токсичность моющих средств изучали на суспензии сперматозоидов быка на анализаторе изображений AT-05. Для этого определяли минимальное нетоксическое разведение (МНР) средств по индексу токсичности (It). МНР выбирали таким образом, чтобы величина It находилась в интервале 70–120%. По аналогии с МР 29ФЦ/4746 средства исследовали в разведениях 1 : 500 – 1 : 300 000. Для определения использовали индекс токсичности по средневзвешенному значению времени подвижности суспензии сперматозоидов (It), поскольку при оценке изучаемых моющих средств по суммарной двигательной активности сперматозоидов (Is) наблюдался разброс коэффициента вариации более 15%, что

¹ Методические рекомендации «Оценка токсичности товаров бытовой химии. Экспресс-метод оценки токсичности моющих средств с использованием в качестве тест-объекта спермы крупного рогатого скота» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 27 декабря 2001 г. № 29ФЦ/4746).

Таблица 1 / Table 1

Соотношения минимальных нетоксических разведений (МНР) порошков для стирки и соответствующие им значения It (%) тканей
Ratio of minimum non-toxic dilutions (MND) of washing powders and their corresponding It values (%) of fabrics

Стиральный порошок Name of the powder	МНР MND	It ткани после стирки при температуре плюс 30 °С, 30 мин (%) It values of fabrics after washing at 30 °C, 30 minutes (%)		It ткани после дополнительного полоскания (%) It values of fabrics after additional rinsing (%)		It ткани после стирки при температуре плюс 60 °С, 2 ч (%) It values of fabrics after washing at 60 °C, 2 hours (%)	
		хлопок / cotton	поликоттон / polycotton	хлопок / cotton	поликоттон / polycotton	хлопок / cotton	поликоттон / polycotton
P-1	1 : 50 000	58.2–61.2	50.2–63.1	83.8–91.6	90.8–94.7	71.8–89.3	80.4–87.2
P-2	1 : 20 000	73.8–80.1	49.8–65.5	—	61.5–71.6	80.1–88.4	74.2–79.0
P-3	1 : 11 000	64.2–67.5	59.6–63.8	74.4–79.7	73.1–85.6	75.8–83.7	66.0–72.9
P-4	1 : 7000	72.2–90.3	59.1–67.8	—	79.6–92.3	83.6–98.6	88.3–94.4
P-5	1 : 2500	59.9–68.4	70.0–75.4	84.6–88.5	—	77.6–80.1	73.9–85.0
P-6	1 : 2500	65.1–69.0	48.3–67.9	74.1–88.2	70.9–82.3	70.6–81.5	89.2–93.0
P-7	1 : 2500	71.4–80.4	66.3–74.4	—	73.0–88.0	79.6–100.6	93.0–100.0
P-8	1 : 2100	60.3–69.8	41.3–60.7	93.9–97.6	63.0–72.0	95.4–103.7	76.1–84.2
P-9	1 : 1800	58.8–64.7	33.1–43.0	80.0–93.0	84.4–102.9	87.0–98.8	88.7–100.0
P-10	1 : 1700	44.5–50.8	51.7–65.1	84.8–93.9	89.5–92.9	74.9–83.5	74.9–90.0

не гарантирует выполнения метрологических требований методики².

Для проведения анализа готовили навески гелей и порошков на аналитических весах. Моющие средства в сухой порошкообразной форме размельчали до пылеобразной однородной консистенции, тщательно перемешивали. Опытные вытяжки готовили в мерных колбах объемом 250 мл: моющее средство в количестве 0,1 г заливали 250 мл дистиллированной воды, помещали на 24 ч в термостат при температуре плюс 37 °С. Получали соотношение 0,1 : 250, исходя из которого увеличивали или уменьшали последующий шаг разведения, чтобы найти величину It в допустимом диапазоне от 70 до 120%. Каждый эксперимент (не менее 5 циклов измерения) проводили в трёхкратной повторности. Для каждого цикла была приготовлена отдельная навеска исследуемого средства. Опытные растворы готовили из расчёта: 5 мл изучаемого раствора (суточная вытяжка), 200 мг глюкозы, 50 мг цитрата натрия. В качестве контроля использовали дистиллированную воду.

Исследовали два вида ткани: из хлопка (100%-я бязь) и из поликоттона (50% полиэфир и 50% хлопок). Перед загрузкой ткани в стиральную машину для стирки с моющим средством проводили исследование токсичности на анализаторе изображений АТ-05 и использовали в качестве контрольного образца для подтверждения исходного допустимого диапазона It вытяжки — от 70 до 120%. Проводили однократную стирку в стиральной машине премиум-класса в двух режимах. Режимы стирок выбирали из встроенных программ стиральной машины. Режим «быстрая стирка»: температура плюс 30 °С, время стирки 30 мин, отжим — 800 оборотов. «Быстрая стирка» состоит из трёх циклов: первый цикл стирки длился 12 мин с последующим отжимом в течение 1 мин, второй цикл — первое полоскание в течение 1 мин с отжимом 1 мин, третий цикл стирки включал второе полоскание в течение 2 мин с продолжительным отжимом в течение 6 мин. В режиме «ежедневная стирка» при температуре плюс 60 °С выполняется автоматический расчёт времени (2 ч при массе сухого белья 2 кг), отжим — 800 оборотов. Режим «ежедневная стирка» предполагает четыре цикла: первый цикл длился 64 мин с последующим отжимом в течение 5 мин, второй цикл — трёхминутное полоскание с отжимом 5 мин, третий цикл — пятиминутное полоскание с отжимом в течение 5 мин, четвёртый цикл — пятиминутное полоскание с

последующим продолжительным отжимом в течение 15 мин. Моющие средства в сухой порошкообразной форме изучали в режимах «быстрая стирка» и «ежедневная стирка», моющие средства в гелеобразной форме — в режиме «быстрая стирка». Ткани стирали отдельно друг от друга. Количество моющего средства добавляли в соответствии с рекомендациями производителей стиральных порошков и гелей для очень жёсткой воды из расчёта на 2 кг ткани с сильным загрязнением. Условия высокой жёсткости воды и сильного загрязнения были выбраны для оценки максимально возможного вредного воздействия. Короткий режим стирки выбран как часто используемый в быту населением, он обеспечивает быструю стирку, экономия время и потребление воды, дольше сохраняет качество белья и одежды. Стиральный порошок и гели на основе неионогенных моющих средств предпочтительнее для стирки одежды при более низких температурах и имеют преимущество в процессе стирки — меньшее высвобождение фрагментов волокон, а значит, более длительный срок службы одежды [14]. Более высокий температурный режим и продолжительность стирки выбраны для сравнения безопасности разных режимов стирки.

Токсичность ткани определяли по ГОСТ 32075–2013. После стирки и полного высушивания из каждого вида ткани вырезали по пять опытных образцов весом 1 ± 0,01 г. Опытные образцы тканей измельчали ножницами и помещали в конические колбы объемом 100 мл, заливали 50 мл дистиллированной воды и оставляли в термостате на 24 ч при температуре плюс 40 ± 1,5 °С. Затем определяли величину It суточной вытяжки из образцов тканей. Если после стирки выявлялась токсичность тканей, проводили дополнительное полоскание в течение 30 мин для определения безопасности тканей после стирки.

Результаты

Значения МНР моющих средств и показатели токсичности текстиля представлены в табл. 1, 2. МНР стиральных порошков и гелей расположены в порядке от наибольшего к наименьшему. До начала стирки для каждого опытного образца ткани был проверен контрольный образец на токсичность. Таким образом, для всех контрольных образцов хлопковой и поликоттонной ткани определён It в пределах от 90 до 100%.

Как следует из табл. 1, МНР моющих средств находилось в диапазоне от 1 : 1 700 до 1 : 50 000. У четырёх из десяти изученных стиральных порошков МНР составили от 1 : 7000 до 1 : 50 000, что превышает предельно допустимое значение разведения 1 : 2500, установленное для моющих средств^{1,2}.

² Руководство пользователя анализатора изображений АТ-05. Приложение к руководству по эксплуатации БМКИ 01.00.00.00 РЭ. М.: ЗАО БМК-ИНВЕСТ, 2009. 51 с.

Таблица 2 / Table 2

Соотношения МНР гелей для стирки и соответствующие им значения It (%) тканей

Ratio of MND of washing gels and their corresponding It values (%) of fabrics

Гель для стирки Name of the gel	МНР MND	It ткани после стирки (%) It values of fabrics after washing (%)		It ткани после дополнительного полоскания после стирки при температуре плюс 30 °С, 30 мин (%) It values of fabrics after additional rinsing after washing at 30 °C, 30 minutes (%)	
		хлопок / cotton	поликоттон / polycotton	хлопок / cotton	поликоттон / polycotton
G-1	1 : 15 000	84.2–97.7	84.8–99.1	—	—
G-2	1 : 15 000	56.3–73.1	71.4–81.7	82.0–87.5	—
G-3	1 : 15 000	90.1–96.1	81.7–103.5	—	—
G-4	1 : 15 000	91.6–100.0	84.7–97.5	—	—
G-5	1 : 8000	74.4–89.5	72.3–80.8	—	—
G-6	1 : 5000	92.4–100.5	86.1–95.4	—	—
G-7	1 : 5000	87.4–94.6	72.9–82.6	—	—
G-8	1 : 5000	91.8–96.1	71.7–92.8	—	—
G-9	1 : 5000	84.5–93.9	72.3–87.8	—	—
G-10	1 : 2500	73.8–85.5	73.8–84.3	—	—
G-11	1 : 2500	100.5–114.9	100.5–105.1	—	—

В режиме «быстрая стирка» не выявлена токсичность хлопковой ткани после стирки порошками Р-2, Р-4, Р-7 и после стирки порошком Р-5 на поликоттонной ткани. У всех остальных образцов хлопковой и поликоттонной ткани после стирки порошками при температуре плюс 30 °С в течение 30 мин определён It ниже допустимого значения.

В режиме «ежедневная стирка» для всех образцов хлопковой и поликоттонной ткани после стирки порошками It находился в пределах нормы в соответствии с требованием ГОСТ 32075–2013.

Таким образом, оказались токсичными 7 из 10 образцов хлопковой и 9 из 10 образцов поликоттонной ткани после однократной стирки изученными порошками при температуре плюс 30 °С в течение 30 мин. Для данных тканей проводили дополнительное полоскание. Для всех хлопковых тканей после дополнительного полоскания It определён в разрешённом диапазоне от 70 до 120%. Для поликоттонной ткани у двух образцов значения It менее 70% определено после однократного дополнительного полоскания, для образцов поликоттонной ткани Р-2 и Р-8 проводили двукратное полоскание после основной стирки, в результате определено безопасное значение It — 70–120%. МНР изученных гелей для стирки было выше по сравнению с МНР, установленных для стиральных порошков, и составило от 1 : 2500 до 1 : 15 000 (см. табл. 2).

Более половины проверенных гелей имели МНР, превышавшие допустимое значение 1 : 2500. У 9 гелей из 11 определены МНР от 1 : 5000 до 1 : 15 000. Только у двух гелей (G-10 и G-11) МНР соответствовало допустимому значению разведения 1 : 2500.

После стирки при температуре плюс 30 °С в течение 30 мин гелем G-2 выявлена токсичность хлопковой ткани. Для данной ткани проводили дополнительное полоскание. Установлено, что после дополнительного однократного полоскания хлопковой ткани в течение 30 мин показатели It соответствовали ГОСТ 32075–2013.

Обсуждение

Проведённые исследования показали, что 13 из 21 изученных моющих средств не соответствовали требованиям МР 29ФЦ/4746 по показателям It, для которых установлен диапазон от 70 до 120%, МНР превышало предельно допустимое разведение 1 : 2500. МНР больше 1 : 2500 обнаружено у 4 из 10 испытанных стиральных порошков и у 9 из 11 гелей.

Следовательно, количество проверенных токсичных образцов гелей по показателям МНР превышает общее количество изученных токсичных образцов стиральных порошков.

После однократной стирки образцов хлопковой и поликоттонной ткани изученными стиральными порошками и гелями в режиме «быстрая стирка» при температуре плюс 30 °С в течение 30 мин 40% образцов тканей (17 из 42) оказались токсичными. После однократной стирки образцов хлопковой и поликоттонной ткани стиральными порошками при температуре плюс 60 °С в течение 2 ч определены безопасные показатели It для двух видов тканей.

После стирки стиральными порошками в режиме «быстрая стирка» с МНР от 1 : 1700 до 1 : 50 000 выявлено 80% токсичного текстиля (16 из 20 образцов). Для образцов текстиля из хлопка и поликоттона после стирки стиральными порошками токсичность тканей была практически одинаковой: 70% (7 токсичных образцов из 10) и 90% (9 токсичных образцов из 10) соответственно. После дополнительного к основной стирке однократного полоскания не обнаружено токсичных образцов хлопковой ткани, для поликоттонной ткани необходимо двукратное полоскание по 30 мин.

После стирки гелями в режиме «быстрая стирка» с МНР от 1 : 2500 до 1 : 15 000 только 4,5% образцов текстиля (1 образец из 22) оказались токсичными. Для образцов текстиля из хлопка после стирки гелями доля токсичного текстиля составила 9% (1 образец из 11), токсичные образцы тканей из поликоттона не выявлены. После дополнительного однократного полоскания текстиля не обнаружено токсичных образцов хлопковой ткани. Таким образом, испытываемые гели после однократной стирки лучше удаляются из текстиля, чем стиральные порошки. Полученные результаты показали, что токсичность тканей и изученных моющих средств не зависит друг от друга.

Заключение

Изучена токсичность современных моющих средств и текстиля после стирки в двух режимах. Установлены МНР моющих средств по It. Изучена токсичность хлопковой и поликоттонной ткани после стирки порошками и гелями и после дополнительного полоскания. Обнаружено, что 64% изученных современных моющих средств не соответствуют МР 29 ФЦ/4746, а 43% образцов текстиля после стирки не соответствуют требованиям ГОСТ 32075–2013 по показателям It, который находится в диапазоне от 70 до 120%. Токсичность

текстиля, подвергнутого стирке, зависела от формы выпуска моющего средства, но не зависела от установленного МНР. В связи с этим, на наш взгляд, целесообразно пересмотреть стандартный допустимый уровень разведения 1 : 2500, установленный для моющих средств. В настоящее время отсутствуют требования к стиральным машинам по обеспечению безопасности текстиля после стирки. В режиме «быстрая

стирка» с добавлением моющего средства в количестве, необходимом при условии сильного загрязнения белья и очень жёсткой воды, рекомендуется дополнительное полоскание, поскольку данный режим не обеспечивал необходимой безопасности изученного текстиля. Режим «ежедневная стирка» обеспечивает безопасность текстиля при использовании всех изученных моющих средств.

Литература

(п.п. 1–8, 11–14 см. References)

9. Буканова Е.Ф., Лапшин А.А., Чупарин И.И. Адсорбция солей твердости и поверхностно-активных веществ на хлопчатобумажной ткани. *Тонкие химические технологии*. 2015; 10(2): 47–52. <https://elibrary.ru/uinvrf>
10. Филиппенков В.М. Сравнительная оценка механизмов удаления загрязнений с хлопчатобумажных тканей моющими средствами в воде различной жёсткости. *Прикладная аналитическая химия*. 2013; 4(1): 40–7. <https://elibrary.ru/qjehjj>

References

1. Pal N. Eutrophication – an ecological menace. *Biotica Res. Today*. 2020; 2(7): 559–61.
2. Rustemeyer T., van Hoogstraten I.M.W., von Blomberg B.M.E., Scheper R.J. Mechanisms of allergic contact dermatitis. In: Malte John S., Johansen J.D., Rustemeyer T., Elsner P., Maibach H.I., eds. *Kanerva's Occupational Dermatology. Volume 1*. Cham: Springer Nature Switzerland AG; 2020: 151–90. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68617-2_14
3. Rebello S., Asok A.K., Mundayoor S., Jisha M.S. Surfactants: toxicity, remediation and green surfactants. *Environ. Chem. Letters*. 2014; 12(2): 275–87. <https://doi.org/10.1007/s10311-014-0466-2>
4. Wang M., Tan G., Eljaszewicz A., Meng Y., Wawrzyniak P., Acharya S., et al. Laundry detergents and detergent residue after rinsing directly disrupt tight junction barrier integrity in human bronchial epithelial cells. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2019; 143(5): 1892–903. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2018.11.016>
5. Vanneste L., Persson L., Zimerson E., Bruze M., Luyckx R., Goossens A. Allergic contact dermatitis caused by methylisothiazolinone from different sources, including 'mislabelled' household wet wipes. *Contact Dermatitis*. 2013; 69(5): 311–2. <https://doi.org/10.1111/cod.12143>
6. Kiriya T., Sugiura H., Uehara M. Residual washing detergent in cotton clothes: a factor of winter deterioration of dry skin in atopic dermatitis. *J. Dermatol.* 2003; 30(10): 708–12. <https://doi.org/10.1111/j.1346-8138.2003.tb00463.x>
7. Abeliotis K., Candan C., Amberg C., Ferri A., Osset M., Owens J., et al. Impact of water hardness on consumers' perception of laundry washing result in five European countries. *Int. J. Consumer Stud.* 2015; 39(1): 60–6. <https://doi.org/10.1111/ijcs.12149>
8. Goel G., Kaur S. A study on chemical contamination of water due to household laundry detergents. *J. Hum. Ecol.* 2012; 38(1): 65–9. <https://doi.org/10.1080/09709274.2012.11906475>
9. Bukanova E.F., Lapshin A.A., Chuparin I.I. Adsorption of hardness salts and surfactants on the cotton fabric. *Tonkie khimicheskie tekhnologii*. 2015; 10(2): 47–52. <https://elibrary.ru/uinvrf> (in Russian)
10. Filippenkov V.M. The comparative assessment of mechanisms of impurities removal from cotton textiles with the help of detergents in different hardness water. *Prikladnaya analiticheskaya khimiya*. 2013; 4(1): 40–7. <https://elibrary.ru/qjehjj> (in Russian)
11. Antrim R.L., Buchert J., Burrows H., Herbots I., Kottwitz B., Lenting H.B.M. Industrial enzymes: enzymes in nonfood applications. In: Aehle W., ed. *Enzymes in Industry: Production and Applications*. Weinheim: Wiley-VCH; 2004: 155–244. <https://doi.org/10.1002/3527602135.ch5b>
12. Tanzer J., Meng D., Ohsaki A., Caldwell J.M., Mingler M.K., Rothenberg M.E., et al. Laundry detergent promotes allergic skin inflammation and esophageal eosinophilia in mice. *PLoS One*. 2022; 17(6): e0268651. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268651>
13. Goodman N., Nematollahi N., Steinemann A. Fragranced laundry products and emissions from dryer vents: implications for air quality and health. *Air Qual. Atmos. Health*. 2021; 14(2): 245–9. <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00929-0>
14. Periyasamy A.P., Tehrani-Bagha A. A review on microplastic emission from textile materials and its reduction techniques. *Polym. Degrad. Stab.* 2022; 199: 109901. <https://doi.org/10.1016/j.polydegradstab.2022.109901>

Сведения об авторах

Матросенко Маргарита Владимировна, мл. науч. сотр. отд. токсикологии (с лабораторией) Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 117246, Москва, Россия. E-mail: matrosenko.mv@fncg.ru

Бидевкина Марина Васильевна, доктор мед. наук, зав. отд. токсикологии (с лабораторией) Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 117246, Москва, Россия. E-mail: bidevkina.mv@fncg.ru

Демина Юлия Викторовна, доктор мед. наук, доцент, директор Института дезинфектологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 117246, Москва, Россия. E-mail: dyemina.yuv@fncg.ru

Information about the authors

Margarita V. Matrosenko, junior researcher, Division of Toxicology (with laboratory), Institute of Disinfectology of the Federal Research Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Moscow, 117246, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-0567-2247> e-mail: matrosenko.mv@fncg.ru

Marina V. Bidevkina, DSc (Medicine), Head of the Division of Toxicology (with laboratory), Institute of Disinfectology of the Federal Research Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Moscow, 117246, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-6433-899X> E-mail: bidevkina.mv@fncg.ru

Yulia V. Demina, DSc (Medicine), assistant professor, Director, Institute of Disinfectology of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman, Moscow, 117246, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-0538-1992> e-mail: dyemina.yuv@fncg.ru