

Михеева А.Ю.¹, Зарицкая Е.В.², Якубова И.Ш.³, Аликбаева Л.А.³, Дейнега А.В.³

Минеральные масла как актуальная проблема гигиенической безопасности картонной упаковки

¹ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева», 190005, Санкт-Петербург;

²ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург;

³ФГБОУ ВО «Северо-западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России, 195067, Санкт-Петербург

Введение. Актуальна проблема контаминации упаковки минеральными маслами, загрязнение которыми возможно при использовании вторичного сырья, типографских красок для нанесения надписей и рисунков, смазочных компонентов оборудования. В настоящее время требования к безопасности упаковки Европейского и Таможенного союзов не совпадают по отдельным показателям, в частности по гигиеническому нормированию минеральных масел. Определение и оценка содержания минеральных масел не регламентируются требованиями Технического регламента Таможенного союза 005/2011 «О безопасности упаковки» (ТР ТС 005/2011) в отличие от требований регламентов Европейского союза, которыми установлено допустимое содержание в упаковочных материалах и безопасный уровень углеводородов.

Материал и методы. Проведены исследования 23 образцов картонной упаковки разных производителей, из них 10 образцов содержали в составе макулатурное сырьё, 9 – целлюлозное сырьё, и 4 образца были произведены без использования вторичного сырья. Проводилось определение уровня миграции минеральных масел в воздушную и водную модельные среды. Исследования проведены на базе аккредитованного химико-аналитического центра «Арбитраж» ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» методом газовой хроматографии с использованием аналитической системы Perkin Elmer Auto System. В качестве стандартного образца для получения градуировочных характеристик был использован стандарт производства Supelco: смесь алифатических углеводородов нормального строения от C₆ до C₄₄ с массовыми долями индивидуальных углеводородов от 1 до 12% масс.

Результаты. Во всех исследованных образцах картонной упаковки обнаружено содержание минерального масла в диапазоне углеводородов C₇–C₁₇. Определены уровни миграции в водную и воздушную модельные среды минеральных масел из картонно-бумажных (упаковочных) материалов 19 образцов.

Заключение. Вопросы нормирования гигиенической безопасности картонной упаковки для пищевых продуктов являются актуальными и нуждаются в продолжении исследований по данной тематике. Обоснованным является включение минеральных масел в перечень нормируемых санитарно-гигиенических показателей безопасности и нормативы веществ, выделяющихся из упаковки, контактирующей с пищевой продукцией, в перечень контролируемых показателей ТР ТС 005/2011.

К л ю ч е в ы е с л о в а : минеральные масла; упаковка; безопасность; картонно-бумажные материалы; пищевая продукция; предельно допустимые уровни; миграция; модельные среды; метод газовой хроматографии.

Для цитирования: Михеева А.Ю., Зарицкая Е.В., Якубова И.Ш., Аликбаева Л.А., Дейнега А.В. Минеральные масла как актуальная проблема гигиенической безопасности картонной упаковки. Гигиена и санитария. 2020; 99 (6): 526-530. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-6-526-530>

Для корреспонденции: Зарицкая Екатерина Викторовна, руководитель отдела лабораторных исследований ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, аспирант кафедры профилактической медицины и охраны здоровья ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России. E-mail: zev-79@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – Михеева А.Ю., Зарицкая Е.В.; выбор аналитических методов, первичная обработка и анализ результатов измерений – Михеева А.Ю., литературный обзор, сбор и обработка экспериментальных материалов – Зарицкая Е.В., Якубова И.Ш.; статистическая обработка – Зарицкая Е.В., Дейнега А.В.; написание текста – Зарицкая Е.В.; редактирование – Якубова И.Ш.; утверждение окончательного варианта статьи – Аликбаева Л.А.; ответственность за целостность всех частей статьи – Зарицкая Е.В.

Поступила 12.03.2020

Принята к печати 25.05.2020

Опубликована 29.07.2020

Mikheeva A.Yu.¹, Zaritskaya E.V.², Yakubova I.Sh.³, Alikbaeva L.A.³, Deinega A.V.³

Mineral oils as the pressing problem of hygienic safety of a cardboard packing

¹D.I. Mendeleev All-Russian Scientific Research Institute, Saint-Petersburg, 190005, Russian Federation;

²North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation;

³I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint-Petersburg, 195067, Russian Federation

Introduction. Providing sanitary and epidemiological safety for the secure packing production is a mandatory requirement for all manufacturers of food packing materials, no matter if it is in direct contact with foodstuff or not. However, hazardous chemicals can penetrate products from recycled materials, as well as from the moving parts of any packing equipment. Hence, the problem of packing material contamination by mineral oils, which can occur while using recycled materials, printing inks for making inscriptions and pictures, lubricating components of equipment, is of on-going interest. If packing materials are contaminated by mineral oils adverse chemicals can penetrate the foodstuff from the packing. Current packing safety requirements of European and Customs Unions differ in certain issues, in particular, hygienic regulation of mineral oils. Determination and assessment of mineral oil concentration are not regulated by Technical Regulation of the Customs Union

005/2011 “On Packing Safety” (TP TC 005/2011) in contrast to the requirements of European Union regulations which state allowable concentration and safe level of hydrocarbons in packing.

Material and Methods. 23 samples of cardboard packing from various manufacturers were studied, 10 of them containing wastepaper, 9 containing cellulose materials, and 4 samples being produced without recycled materials. The level of mineral oil migration into the air or aquatic simulated environments was determined. The studies were carried out at the “Arbitrazh” chemical and analytical Center of the D.I. Mendeleev All-Russian Scientific Research Institute, by gas chromatography using Perkin Elmer Auto System. Supelco standard was used for getting calibration characteristics, i.e.: a mixture of normal structure aliphatic hydrocarbons from C6 to C44, mass parts of certain hydrocarbons being from 1 to 12% of the masses.

Results. All studied cardboard packing samples were found to contain mineral oil in the hydrocarbon range of C7–C17. Mineral oil migration levels from 19 cardboard packing samples into simulated air and aquatic environments were determined.

Conclusion. Hygienic safety regulation issues of foodstuff cardboard packing are relevant and require further research. It is reasonable to include mineral oils into the list of regulated sanitary-epidemiologic safety indices, and standard values of chemicals releasing from food-contacting packing into the list of monitored indices TP TC 005/2011.

К е y w o r d s : mineral oils; packing; safety; cardboard–paper materials; foodstuff; maximum allowable levels; migration; simulated environments; gas-chromatography method.

For citation: Mikheeva A.Yu., Zaritskaya E.V., Yakubova I.Sh., Alikbaeva L.A., Deinega A.V. Mineral oils as the pressing problem of hygienic safety of a cardboard packing. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99 (6): 526–530. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-6-526-530>. (In Russian)

For correspondence: Ekaterina V. Zaritskaya, MD, Head of the Laboratory Studies Department, North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation; postgraduate student, Department of preventive medicine and health protection, I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint-Petersburg, 195067, Russian Federation. E-mail: zev-79@mail.ru

Information about the authors:

Zaritskaya E.V., <https://orcid.org/0000-0003-2481-1724>; Mikheeva A.Yu., <http://orcid.org/0000-0003-1032-5653>;

Iakubova I.Sh., <https://orcid.org/0000-0003-0937-2540>; Alikbaeva L.A., <https://orcid.org/0000-0001-8319-4303>

Deinega A.V., <https://orcid.org/0000-0003-1383-6694>

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

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution: Mikheeva A.Yu. – the concept and design of the study, choice of analytical methods. Zaritskaya E.V. – the concept and design of the study, Literature review, collection and processing of experimental materials, statistical processing, writing the text. Deinega A. V. – statistical processing. Iakubova I.Sh. – statistical processing collection and processing of data, analysis, and interpretation of results. All co-authors – approval of the final version of the manuscript, responsibility for the integrity of all parts of the manuscript.

Received: March 03, 2020

Accepted: May 25, 2020

Published: July 29, 2020

Введение

Гарантированное производство упаковки, обеспечивающее санитарно-эпидемиологическую безопасность, является обязательным требованием для всех производителей пищевых упаковочных материалов вне зависимости, контактирует ли упаковка напрямую с пищевым продуктом или нет [1–3]. Тем не менее опасные химические вещества могут попадать в изделия из использованного сырья, а также из подвижных частей любого упаковочного оборудования. В связи с чем актуальна проблема контаминации упаковки минеральными маслами, загрязнение которыми возможно при использовании вторичного сырья, типографских красок для нанесения надписей и рисунков, смазочных компонентов оборудования. В случае загрязнения упаковочных материалов минеральными маслами опасные химические вещества могут попасть из упаковки в сам пищевой продукт [4–10]. В настоящее время требования к безопасности упаковки Европейского и Таможенного союзов не совпадают по отдельным показателям, в частности по гигиеническому нормированию минеральных масел. Определение и оценка содержания минеральных масел не регламентируются требованиями Технического регламента Таможенного союза 005/2011 «О безопасности упаковки» (TP TC 005/2011) в отличие от требований регламентов Европейского союза, которыми установлено допустимое содержание в упаковочных материалах и безопасный уровень потребления углеводородов.

Минеральные масла по своему составу представляют сложный класс химических веществ, состоящий в основном из двух классов углеводородов: насыщенных (Mineral Oil Saturated Hydrocarbons – MOSH) и ароматических (Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons – MOAH), обладающих токсическими, канцерогенными и мутагенными свойствами [11–15]. В упаковочные материалы минеральные масла попадают не только в процессе производства картона, но и через типографские краски, которыми печатают надписи

и рисунки. С данной позиции упаковка, произведённая из вторичного сырья, может содержать большее количество минеральных масел, чем первичный картон, степень миграции углеводородных соединений из такой упаковки в пищевые продукты может составлять до 70%, содержание углеводородов минеральных масел в пищевых продуктах иногда достигает значительных величин – до 1000 мг/кг. Источником минерального масла для картонной упаковки из вторичного сырья могут быть также газеты, поскольку они используются в качестве фазы жидких носителей для печатных машин при печати газетной бумаги и входят в состав чернил для офсетной печати [15–19].

В зарубежных публикациях представлены результаты исследований, посвящённых оценке долгосрочной миграции насыщенных и ароматических углеводородов минерального масла из картонной пищевой упаковки, которые убедительно доказывают гигиеническую значимость данной проблемы, которая законодательно не решена в нашей стране и странах Таможенного союза [9–13, 15–17].

Целью данного исследования являлась оценка уровня миграции в водную и воздушную модельные среды минеральных масел из картонно-бумажных (упаковочных) материалов различных производителей.

Материал и методы

Было испытано 23 образца упаковочных материалов различных производителей, из них 10 образцов содержали в своём составе макулатурное вторсырьё, 13 – целлюлозное вторсырьё, 4 образца были произведены из чисто целлюлозного первичного сырья без добавления вторсырья. Все опытные образцы были представлены листами картона светло-коричневого цвета формата А4, без краски и рисунков. Лабораторные исследования проведены на базе аккредитованного химико-аналитического центра «Арбитраж» ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».

Таблица 1

Предельные характеристики для миграции в водную среду

Пределы измерения по градуировочным растворам, мг/дм ³		Содержание в «холостом опыте» (реагент-бланк), мг/дм ³	Нижняя граница диапазона измерений, мг/дм ³
Детектирования (LOD)	Измерения (LOQ)		
0,005*	0,02*	0,03	0,1

Примечание. Здесь и в табл. 2: * – значения рассчитаны для индивидуального углеводорода – пристана.

Процедура выполнения измерений была разработана в соответствии с нормативно-методическими документами¹ с применением традиционного аналитического метода измерений нефтяных углеводородов² (далее – минеральных масел, ММ) в различного типа матрицах – газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором (ГХ-ПИД) [9, 13, 15, 20–22].

В ходе исследования проводилось определение уровня миграции минеральных масел в воздушную и водную модельные среды. Для исследований образцы упаковочной тары были разрезаны на рабочие фрагменты размером 4 × 5 см; таким образом, открытая поверхность каждого фрагмента составляла 40 см². Изучение миграции в водную модельную среду проводили в следующих условиях: количество рабочих фрагментов – 2 шт. (общая площадь – 80 см²), объём модельного раствора (дистиллированная вода) – 40 мл (на 2 см² образца 1 мл модельного раствора), время экспозиции – 10 сут, температура окружающей среды – 20–24 °С. Из водной модельной среды ММ извлекали с помощью жидкостно-жидкостной экстракции в смесь органических растворителей дихлорметан/гексан. Изучение миграции в воздушную среду проводили в следующих условиях: количество рабочих фрагментов – 75 шт. (общая площадь – 3000 см²), объём эксикатора – 7,5 л (отношение S/V = 1/2,5), время экспозиции – 10 сут, температура окружающей среды – 20–24 °С. После завершения экспозиции эксикатор (вход) подсоединяли к линии инертного газа (азот высокой чистоты – 99,999%), на выход устанавливали сорбционные трубки с полимерным сорбентом типа ХАД-2 и с помощью аспиратора прокачивали через эксикатор 75 л азота со скоростью 1 л/мин, обеспечивая таким образом десятикратную смену внутреннего объёма эксикатора (исчерпывающая экстракция). ММ десорбировали органическим растворителем – 10 мл дихлорметана – и добавляли гексан. Полученные таким образом экстракты концентрировали до полного удаления дихлорметана, очищали от сопутствующих соединений на полярном минеральном сорбенте (Florisor), непосредственно перед инструментальным анализом вносили внутренний стандарт – пристан (C19H40) и анализировали экстракты методом ГХ-ПИД. Измерение ММ выполняли методом внутреннего стандарта по вилочной градуировоч-

¹ ТР ТС 005/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки»; «Инструкция по санитарно-химическому исследованию изделий, изготовленных из полимерных и других синтетических материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами» (утв. Минздравом СССР 02.02.1971 г. № 880-71, ред. от 30.06.1987).

² ГОСТ 31953-2012 «Вода. Определение нефтепродуктов методом газовой хроматографии»; ГОСТ Р ИСО 16200-1-2007 «Качество воздуха рабочей зоны. Отбор проб летучих органических соединений с последующей десорбцией растворителем и газохроматографическим анализом. Часть 1. Отбор проб методом прокачки»; ПНД Ф 13.1:2.3.59-07 «Методика выполнения измерений массовой концентрации суммы предельных углеводородов в C₁₂–C₁₉ в атмосферном воздухе санитарно-защитной зоны, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах газохроматографическим методом».

Таблица 2

Предельные характеристики для миграции в воздушную среду

Пределы измерения по градуировочным растворам, мг/дм ³		Содержание в «холостом опыте» (реагент-бланк), мг/дм ³	Нижняя граница диапазона измерений, мг/дм ³
Детектирования (LOD)	Измерения (LOQ)		
0,025*	0,08*	0,2	0,7

ной характеристике, в качестве стандарта использовали раствор смеси индивидуальных алифатических углеводородов нормального строения от C₆ до C₄₄ с массовыми долями от 1 до 12% мас. (Supelco # 48882). На хроматограммах экстрактов интегрировали все зарегистрированные пики в диапазоне времён удерживания от C₈ до C₄₀ суммарно. Расчёт содержания ММ выполняли по усреднённому фактору отклика нормальных углеводородов C₈, C₁₀, C₁₂, C₁₄ (обнаруженные в пробах ММ соответствовали данному диапазону температур кипения). Измеренное количество ММ в пробе относили к объёму модельного раствора или эксикатора.

Для установления нижней границы диапазона измерений были определены следующие предельные характеристики: предел детектирования (LOD), предел измерений (LOQ), реагент-бланк (Reagent Blank – RB). За LOD был принят хроматографический сигнал пристана в градуировочном растворе, для которого соотношение сигнал/шум составляет 3 (S/N = 3), за LOQ был принят хроматографический сигнал пристана в градуировочном растворе, для которого соотношение сигнал/шум составляет 10 (S/N = 10), за RB был принят хроматографический сигнал ММ, полученный после выполнения «холостого опыта» («холостой опыт» – совокупность операций, воспроизводящих процедуру анализа с использованием всего набора посуды, реактивов и материалов, но без матрицы). Установленные предельные характеристики для исследований миграции в водную и воздушную среды представлены в табл. 1 и 2.

Поскольку ММ были обнаружены в реагент-бланках, нижние границы диапазона измерений были установлены на основании и с учётом RB (RB составляет не более 30% от нижней границы диапазона измерений).

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием программы Microsoft Excel 2010, при обобщении количественных величин, полученных в ходе исследования, использовали методы описательной статистики (*Min*, *Max*, *M*, *σ*). В связи с тем, что распределение концентраций загрязняющих веществ статистически значимо отличалось от нормального, поэтому для описания выборок результатов лабораторных исследований рассчитали медианы и квартили [*Me* (Q₂₅–Q₇₅)], различия считали значимыми при 95%-ном пороге вероятности (*p* < 0,05).

Результаты

В ходе выполненных исследований образцов картонно-бумажных (упаковочных) материалов факт миграции минеральных масел в модельную воздушную среду установлен при испытании всех образцов (100%), что позволяет сделать вывод о содержании в своём составе данного компонента во всех исследованных образцах. Миграция в водную среду наблюдалась при испытании 19 образцов (82,6% исследованных проб).

Статистические характеристики установленных фактов миграции минеральных масел в модельные среды из картонно-бумажных (упаковочных) материалов в зависимости от

Таблица 3

Миграция минеральных масел в воздушную модельную среду, мг/м³

Разновидность упаковки	Min	Max	Me (Q ₂₅ –Q ₇₅)	M	σ
Картонно-бумажный (упаковочный) материал:					
с использованием макулатурного сырья	0,7	5,4	1,65 (0,15–2,125)	1,91	1,2
чисто целлюлозный материал	1,2	6,7	1,75 (1,45–2,025)	2,29	1,81
с использованием целлюлозного вторсырья	0,7	3,9	2,1 (1,2–2,48)	2,0	0,91

Таблица 4

Миграция минеральных масел в водную модельную среду, мг/м³

Разновидность упаковки	Min	Max	Me (Q ₂₅ –Q ₇₅)	M	σ
Картонно-бумажный (упаковочный) материал:					
с использованием макулатурного сырья	0,1	0,28	0,14 (0,1–0,22)	0,17	0,068
чисто целлюлозный материал	0,1	0,44	0,155 (0,1–0,213)	0,19	0,12
с использованием целлюлозного вторсырья	0,1	0,55	0,21 (0,11–0,3)	0,22	0,13

использованного сырья (упаковочные материалы с использованием макулатурного вторсырья, целлюлозного вторсырья и из чистой целлюлозы) представлены в табл. 3 и 4.

Медианные значения миграции минеральных масел в воздушную среду из упаковки, произведённой из различного сырья, не показали значимость использования вторичного сырья при изготовлении упаковочного картона (см. табл. 3). Как наименьшие, так и наибольшие значения миграции минеральных масел были получены при испытании картона, произведённого с использованием вторсырья: макулатуры (1,65 (Q 0,15–2,125)) и целлюлозы (Q 2,1 (1,2–2,48)), чисто целлюлозный картон занял промежуточное место 1,75 (Q 1,45–2,025), $p > 0,05$.

Миграция минеральных масел в водную среду из картона была определена в 19 образцах. Минеральные масла не мигрировали в водную среду из 1 пробы чистого картона, 2 проб из картона с макулатурным вторсырьём и 1 пробы с целлюлозным вторсырьём.

Медианные значения обнаруженных концентраций минеральных масел в водной среде распределялись аналогично миграции в воздушную среду (см. табл. 4). Наименьшие значения были обнаружены в картоне, изготовленном с макулатурным вторсырьём, 0,14 (Q 0,1–0,22), наибольшие – с целлюлозным вторсырьём (0,21 (Q 0,11–0,3)), и промежуточное значение занимали образцы картона из чистого целлюлозного сырья – 0,155 (Q 0,1–0,213), $p > 0,05$. Концентрации минеральных масел, которые мигрировали в водную среду из картонных образцов, находились в диапазоне 0,1–0,55 мг/дм³.

Обсуждение

В соответствии с регламентами Европейского союза высвобождение компонентов контактирующих материалов не должно вызывать недопустимые изменения в составе пищевого продукта, а глобальная миграция вредных веществ не должна быть более 60 мг/кг пищевых продуктов³. Федеральным институтом оценки рисков (BfR, Германия) опу-

бликованы рекомендации по приемлемому ежедневному потреблению минеральных масел, в соответствии с которыми миграция в пищу фракций с углеродным числом C₁₀–C₁₆ не должна превышать значение 12 мг/кг, а миграция в пищу фракций с углеродным числом C₁₆–C₂₀ – 4 мг/кг. Европейским органом по безопасности пищевых продуктов установлено допустимое суточное потребление углеводов, которое составляет 0,01 мг на килограмм массы тела человека. Исходя из этого, при участии Всемирной организации здравоохранения установлено максимальное содержание углеводов в упакованных продуктах: 0,6 мг/кг для насыщенных углеводов минерального масла (MOSH) и 0,15 мг/кг для ароматических углеводов минерального масла (MOAH).

Модельная водная среда в проведённом исследовании может служить также и моделью пищевого продукта. Сравнение полученных концентраций минеральных масел в водной среде с европейскими нормативами – максимально допустимым уровнем для пищевых продуктов (0,6 мг/кг) – показывает, что ни в одном из испытанных образцов не был обнаружен указанный уровень. Из 23 образцов только в 1 пробе картона, изготовленного с использованием целлюлозного вторсырья, была определена концентрация (0,55 мг/дм³), близкая к европейскому нормативу.

Заключение

При исследовании 23 образцов картонно-бумажных (упаковочных) материалов (содержащих и не содержащих в своём составе вторсырьё) был установлен факт миграции минеральных масел в воздушную модельную среду в 100% исследованных образцов, в водную среду – в 82,6%. Не установлено статистически значимых различий между концентрациями минеральных масел, которые мигрировали в воздушную или водную среду из образцов картона, произведённого из различного вида сырья, что свидетельствует об общих причинах, способствующих загрязнению картона, вероятнее всего, от оборудования в процессе его производства. Однако полученные результаты свидетельствуют о необходимости включения минеральных масел в перечень показателей, регламентирующих санитарно-эпидемиологические требования безопасности упаковки, контактирующей с пищевой продукцией.

³ Регламент № 1935/2004 Европейского парламента и Совета Европейского союза «О материалах и изделиях, предназначенных для контакта с пищей, и об отмене Директив 80/590/ЕЭС и 89/109/ЕЭС».

Литература
(пп. 8–22 – см. References)

1. Аликбаева Л.А., Фигуровский А.П., Бойцов А.Г., Ермолаев-Маковский М.А. и соавт. Гигиеническая оценка эффективности обеззараживания макулатурной массы на основных этапах изготовления картона. В кн.: *Актуализированные проблемы здоровья человека и среды его обитания и пути их решения: материалы пленума Научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды Российской Федерации*. М.; 2011: 35–8.
2. Давыдов И.Б. Упаковка из картона: особенности, основные виды и область применения в пищевой промышленности. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2018; 11: 597–607.
3. Давыдов И.Б. Особенности упаковки различных видов штучных пищевых продуктов. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2018; 9: 438–46.
4. Веселов А.И., Веселова И.А. *Технологическое оборудование, оснастка и основы проектирования упаковочных производств*. М.: Инфра-М; 2011. 272 с.
5. Ткачук Ю.Н., Власов Н.С. Процесс разработки картонной упаковки для замороженных продуктов. *Universum: технические науки*. 2017; 5 (38). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/4849>
6. Мониторинг углеводородов минеральных масел в пищевых продуктах, материалах и изделиях, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами. ФГБУ НЦБРИ. <https://fishquality.ru/ru/vetimpleg.html>
7. Трemasова М.В. Определение минеральных масел в пищевых продуктах и упаковке. Решение SHIMADZU: MOSH/MOAH-Анализатор. *Лаборатория и производство*. 2018; 1 (1): 113–4.

References

1. Alikbayeva L.A., Figurovskiy A.P., Boytsov A.G., Yermolayev-Makovskiy M.A. Hygienic evaluation of the effectiveness of disinfection of waste paper at the main stages of the manufacture of cardboard. In: *Actualized problems of human health and its environment and ways to solve them: proceedings of the plenum of the Scientific Council on human ecology and environmental health of the Russian Federation [Aktualizirovannyye problemy zdorov'ya cheloveka i sredy yego obitaniya i puti ikh resheniya: materialy plenuma Nauchnogo soveta po ekologii cheloveka i gigiyene okruzhayushchey sredy Rossiyskoy Federatsii]*. Moscow; 2011: 35–8. (in Russian)
2. Davydov I.B. Cardboard packaging: features, principal and application in the food industry. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki*. 2018; 11: 597–607. (in Russian)
3. Davydov I.B. Packing details various types of single-piece food products. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki*. 2018; 9: 438–46. (in Russian)
4. Veselov A.I., Veselova I.A. *Technological equipment, equipment and the basics of the design of packaging industries [Tekhnologicheskoye oborudovaniye, osnastka i osnovy proyektirovaniya upakovochnykh proizvodstv]*. Moscow: Infra-M; 2011. 272 p. (in Russian)
5. Tkachuk Ju.N., Vlasov N.S. Carton Packaging Development Process for Frozen Food. *Universum: Tehnicheskie nauki*. 2017; 5 (38). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/4849> (in Russian)
6. Monitoring of hydrocarbons of mineral oils in food products, materials and products intended for contact with food products. FGBU NCBRI. <https://www.fishquality.ru/ru/vetimpleg.html> (in Russian)
7. Tremasova M.V. Determination of mineral oils in food and packaging. SHIMADZU Solution: MOSH/MOAH Analyzer. *Laboratoriya i proizvodstvo*. 2018; 1 (1): 113–4. (in Russian)
8. Lorenzini R., Fiselier K., Biedermann M., Barbanera M., Braschi I., Grob K. Saturated and aromatic mineral oil hydrocarbons from paperboard food packaging: estimation of long-term migration from contents in the paperboard and data on boxes from the market. *Food Addit Contam*. 2013; 30 (4): 760–70.
9. Canavar Ö., Kappenstein O., Luch A. The analysis of saturated and aromatic mineral oil hydrocarbons in dry foods and from recycled paperboard packages by online HPLC-GC-FID. GC-FID. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 2018; 35 (12): 2471–81. Epub 2018 Nov 19.
10. Grob K., Fiselier K. Barriers against the Migration of Mineral Oil from Paperboard Food Packaging: Experimental Determination of Break-through Periods. *Packag Technol Sci*. 2012; 25 (5): 285–301.
11. Mel'nikova D.V., Volkov D.A. Analysis of the toxicological effects of cutting lubricants of industrial enterprises on the human body and the environment. *Fundamental'nyye issledovaniya*. 2014; 11–7: 1555–9. URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=358065> (in Russian)
12. Barp L., Kornauth C., Würger T., Rudas M., Biedermann M., Reiner A. et al. Mineral oil in human tissues, Part I: concentrations and molecular mass distributions. *Food Chem Toxicol*. 2014; 72: 312–21. DOI: <https://www.doi.org/10.1016/j.fct.2014.04.029>
13. Biedermann M., Barp L., Kornauth C., Würger T., Rudas M., Reiner A. et al. Mineral oil in human tissues, Part II: Characterization of the accumulated hydrocarbons by comprehensive two-dimensional gas chromatography. *Sci Total Environ*. 2015; 506–7: 644–55. DOI: <https://www.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.07.038>
14. Cruickshank B., Thomas M.J. Mineral oil (follicular) lipodosis: II. Histologic studies of spleen, liver, lymph nodes, and bone marrow. *Hum Pathol*. 1984; 15: 731–7.
15. Bratinova S., Hoekstra E. Guidance on sampling, analysis and data reporting for the monitoring of mineral oil hydrocarbons in food and food contact materials. European Union. Technical Report. 2019. DOI: <https://www.doi.org/10.2760/208879>; <https://ec.europa.eu/jrc>
16. Biedermann M., Kaspriek N., Simat T., Grob K. Migration of polyolefin oligomeric saturated hydrocarbons (POSH) into food. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 2012; 29 (3): 449–60. DOI: <https://www.doi.org/10.1080/19440049.2011.641164>
17. Kubicova M., Eckardt M., Simat T. Polybutylenterephthalat (PBT) im Lebensmittelkontakt: Migrationspotential von oligomeren Verbindungen. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 2010; 27 (12): 1765–74. DOI: <https://www.doi.org/10.1080/19440049.2010.517568>
18. Lorenzini R., Biedermann M., Grob K., Garbini D., Barbanera M., Braschi I. Migration kinetics of mineral oil hydrocarbons from recycled paperboard to dry food: monitoring of two real cases. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 2013; 30 (4): 760–70. Epub 2013 Feb 13.
19. Dima G., Verzera A., Grob K. Migration of mineral oil from party plates of recycled paperboard into foods: 1. Is recycled paperboard fit for the purpose? 2. Adequate testing procedure. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 2011; 28 (11): 1619–28. Epub 2011 Jul 12.
20. Biedermann M., Grob K. On-line coupled high performance liquid chromatography-gas chromatography for the analysis of contamination by mineral oil. Part 1: method of analysis. *J Chromatogr A*. 2012; 1255: 56–75. DOI: <https://www.doi.org/10.1016/j.chroma.2012.05.095>
21. Biedermann M., Grob K. On-line coupled high performance liquid chromatography-gas chromatography for the analysis of contamination by mineral oil. Part 2: migration from paperboard into dry foods: interpretation of chromatograms. *J Chromatogr A*. 2012; 1255: 76–99.
22. Grob K. Mineraloils depicted by gas chromatograms Principals for the analysis in food. Kantonales Labor Zürich. Mineral oils in food packaging – developments and solutions. Seminar. Berlin, September 23, 2011.