Дата публикации: 25.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_21
УДК 613.2.294; 613.298; 613.2.099

Publication date: 25.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_21
UDC 613.2.294; 613.298; 613.2.099

МИКРОПЛАСТИКИ В ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ: УРОВНИ КОНТАМИНАЦИИ И ВКЛАД В СУММАРНОЕ ПОСТУПЛЕНИЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

И.В. Кобелькова[1,2], М.М. Коростелева[1,3]
[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, г. Москва, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства», г. Москва, Россия
[3]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», г. Москва, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Микропластик может оказывать токсическое воздействие на биологические системы, выражающееся усилением окислительного стресса, воспалительными изменениями. Цель – оценить возможные уровни контаминации частицами микропластика пищевых продуктов и вклад в суммарное поступление микропластика в организм человека. ***Методы.*** Поиск литературы по проблеме осуществляли за период 2010-2025 гг. в базах данных РИНЦ, PubMed, Web of Science, Research Gate, Google Scholar. ***Результаты***. Представлен анализ данных литературы о количественном и качественном содержании частиц микропластика в различных видах пищевой продукции и методиках оценки его примерного поступления в организм человека. Содержание микропластика варьирует от 0,04±0,07 частиц/кг размерностью 157-2785 мкм в индийской белой креветке до 52050-233000 частиц/г величиной <10 мкм в различных овощах и зависит от чувствительности метода исследования и интерпретации полученных данных. Существует потребность в разработке и валидации отечественных чувствительных методов определения частиц микропластика, мигрирующих в различные виды пищевой продукции, и гармонизации их с международными. ***Заключение.*** Необходимо проведение исследований содержания частиц микро- и нанопластика в пищевой продукции для создания отечественной базы данных, что позволит более точно оценивать влияние этих загрязнителей на здоровье.
Ключевые слова: микропластик, нанопластик, пищевая продукция, среднесуточное потребление частиц.

LEVEL OF CONTAMINATION OF FOOD PRODUCTS WITH MICROPLASTIC PARTICLES AND ASSESSMENT OF ITS TOTAL INCOME (LITERATURE REVIEW)

I.V. Kobelkova[1,2], M.M. Korosteleva[1,3]
[1]Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia
[2]Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies, Federal Medical and Biological Agency, Moscow, Russia
[3]RUDN University, Moscow, Russia

Abstract. ***Introduction***. Microplastics can have a toxic effect on biological systems, manifested by increased oxidative stress and inflammatory changes. The aim is to assess the possible levels of contamination by microplastic particles in food products and the contribution to the total intake of microplastic into the body. ***Methods***. The literature on the problem was searched for the period 2010-2025 in the RSCI, PubMed, Web of Science, Research Gate, and Google Scholar databases. ***Results***. The article presents an analysis of literature data on the quantitative and qualitative content of microplastic particles in various types of food products and methods for assessing its approximate intake by the human body. The microplastic content varies from 0.04±0.07 particles/kg with a size of 157-2785 μm in Indian white shrimp to 52050-233000 particles/g with a size of <10 μm in various vegetables, and depends on the sensitivity of the research method. There is a need to develop and validate domestic sensitive methods for determining microplastic particles migrating into various types of food products, and to harmonize them with international ones. ***Conclusion.*** It is necessary to conduct studies of the content of micro- and nanoplastic particles in food products in order to create a domestic database, which would allow a more accurate assessment of the impact of these pollutants on health.
Keywords: microplastics, nanoplastics, food products, average daily consumption of particles.

Введение. Проблема накопления огромной массы отходов жизнедеятельности человека, содержащих различные виды пластмасс, загрязнения окружающей среды ими и продуктами их деградации, накопления в пищевой цепи, потребления человеком и влияния на состояние его здоровья вышла на пик актуальности в последнее десятилетие. Согласно данным отчета IMARK (Information Management Resource Kit) [1], объем мирового рынка пластмасс в 2023 г. достиг 634,8 млрд. долларов США. К 2032 г. рынок достигнет 829,7 млрд. долларов США со среднегодовой динамикой роста (CAGR) 2,93% в период 2024-2032 гг. Только в Китае за 2023 г. совокупное производство пластмассовых изделий составило 74,89 млн. тонн с приростом в 3,0% по сравнению с предыдущим годом [2]. Европейское агентство по химической безопасности (The European Chemicals Agency (ECHA)) предложило определить микропластик (МП) как твердые частицы, имеющие размеры от 1 мкм до 5 мм, нанопластик характеризуется величиной менее 1 мкм (1000 нм) [3-5].

Наиболее часто используемыми пластмассами являются полиэтилен (ПЭ), полипропилен (ПП), поливинилхлорид (ПВХ), полиэтилентерефталат (ПЭТ) и реже пластики типа поликарбоната (ПК). Пластмассы в экосистемах под действием множества различных физических и биологических факторов разлагаются на мелкие кусочки, превращаются в МП и подвергаются дальнейшей деградации, негативно влияя на естественный жизненный цикл всех видов растений и животных экосистем. Частицы МП биоаккумулируются и/или мигрируют по пищевым цепям [6-8]. МП может приводить к увеличению концентрации других токсичных химических загрязнителей и являться переносчиком микроорганизмов в природных экосистемах за счет их адсорбции на поверхности частиц [9]. Воздействие МП на наземные экосистемы может быть связано с поглощением частиц почвенными организмами, что наносит вред их росту на разных трофических уровнях пищевой цепи и в целом в окружающей среде [10-12]. МП поступает в организм человека с пищевыми продуктами, загрязненными его частицами [13, 14]. Большинство опубликованных данных касается наличия частиц МП в морепродуктах (мидиях, рыбе и зоопланктоне) [15-17]. Установлено, что сельскохозяйственное сырье и переработанная пищевая продукция также загрязнены МП [18-21].

Еще одним важнейшим источником поступления частиц МП в пищевую продукцию являются полимерные упаковочные материалы [22]. Упаковка пищевой продукции состоит из синтетических полимеров – полиэтилен, полиамид, полиэтилентерефталат, полипропилен, полистирол, поли-н-бутилметакрилат, полициклогексилендиметилентерефталат, тефлон, нейлон-66, стиролакрилонитрил, поливинилхлорид [23]. Некоторые используемые в производстве пластмасс вещества (бисфенол А, фталаты и др.), оказывают вредное воздействие на человека, но до сих пор имеется ограниченная информация о токсичности частиц МП и их влиянии на здоровье человека [24]. Показано наличие частиц МП в организме человека, в том числе в крови и даже в плаценте, что вызывает беспокойство в медицинском сообществе [25, 26]. Механизмы поглощения и выведения частиц МП, в частности транслокации через эпителий кишечника, кишечной абсорбции, а также метаболизм, иммунотоксичность, вызываемые ими воспалительные реакции и влияние на кишечную микробиоту изучены недостаточно.

В популяции существуют отдельные группы населения, для которых оценка потребления контаминантов с пищей особенно важна. К ним относят детей, беременных, работающих во вредных и опасных условиях труда и др. В силу высокого уровня физической активности спортсмены должны потреблять рацион с существенно более высокой калорийностью, чем, например, офисные работники, или операторы. Кроме того, при частых перелетах и переездах (в том числе в пределах одного населенного пункта) питание осуществляется из одноразовой посуды, повторно нагреваемой перед употреблением. Количество пищевых продуктов и блюд, частота приема пищи у спортсменов выше, чем у людей с низким

уровнем физической активности. Это потенциально увеличивает риски значительно большего уровня потребления частиц МП спортсменами.

В настоящее время отсутствуют международные стандарты качественного и количественного определения частиц различных видов МП в пищевых продуктах и продовольственном сырье, начиная с первых звеньев пищевой цепи, для последующей оценки возможных рисков для здоровья человека. Нерешенные проблемы в области исследований МП в пищевых продуктах заключаются в большой трудоемкости и низкой производительности применяемых технологий идентификации, отсутствии референсных и стандартных образцов МП, сложности применяемого оборудования, что затрудняет его использование в целях рутинного гигиенического контроля. Недостаточно изучен вопрос о влиянии степени старения МП на результаты его качественного и количественного определения [3, 4, 11]. В связи с этим актуальным для оценки риска представляется анализ информации о количественном содержании в различных видах/группах продуктов частиц МП и методиках оценки их суммарного потребления человеком.

Цель исследования – оценить возможные уровни контаминации частицами МП пищевых продуктов и вклад в суммарное поступление МП в организм человека по данным литературы.

Методы и организация исследования. Поиск статей, отражающих результаты оценки уровня загрязнения МП пищевой продукции и методы оценки его потребления, осуществляли с использованием российских и зарубежных электронных баз данных: PubMed, Scopus, Научная электронная библиотека РФ (elibrary.ru), Российская государственная библиотека с глубиной поиска 15 лет. Подробный анализ каждой отобранной работы осуществляли на основе соответствия цели и задач представленного обзора, а также по критериям включения. Из каждой публикации были взяты следующие сведения: автор(ы), год публикации, страна, цель и задачи исследования, методология и его результаты. Критериями включения статей в обзор были выбраны ключевые слова: «загрязнение микропластиком» / «microplastic pollution», «питание» / «nutriation», «питьевая вода» / «water», «бутилированная вода» / «bottled water».

Результаты исследования и их обсуждение. Содержание частиц МП и нанопластика (НП) в различных продуктах может существенно различаться в зависимости от среды обитания/выращивания промысловых животных и вида промышленной упаковки после переработки (табл. 1). Так, загрязнение морских гидробионтов и рыбы зависит от концентрации и размеров МП в морской воде. Показано, что содержание МП в мягких тканях моллюсков (голубой мидии Mytilus edulis и японской устрицы Crassostrea gigas) составило 0,36±0,07 и 0,47±0,16 частиц/г соответственно [27]. В исследовании Karami et al. МП был обнаружен в 4 из 20 марок консервированных сардин и четырех марках консервированных шпрот [28]. В ряде работ оценено содержание МП в желудочно-кишечном тракте, показана его достоверная взаимосвязь с количеством частиц в общей массе тушек различных важных промысловых видов рыб (австралийская сельдь, австралийский лосось, австралийская сардина, австралийский окунь, золотой анчоус) [29, 30]. Загрязнение МП характерно не только для морепродуктов, но и для других групп пищевой продукции. Так, в образцах сахара содержание волокон и фрагментов МП в среднем находилось на уровне 217±123 частиц/кг и 32±7 частиц/кг соответственно, а в образцах меда варьировало от 40 до 660 частиц/кг [17]. Kutralam-Muniasamy et al. проанализировали 23 образца молока, произведенного в Мексике, и установили, что среднее содержание МП составило 6,5±2,3 частиц/л. При этом концентрации термопластичных сульфоновых полимеров (полиэфирсульфона и полисульфона) в образцах термически обработанного молока были выше, чем в сыром вследствие широкого использования этих веществ в мембранных материалах на технологических этапах переработки молока [32]. В таблице 1 представлены уровни концентрации, вид материала и размеры частиц МП, определенных в различных пищевых продуктах и напитках.

Таблица 1

Характеристики частиц МП в различных пищевых продуктах и напитках

Пищевая продукция		Регион	Материал МП	Размер	Уровень МП (M±σ)	Ссылка
Рыба и морепродукты	Индийская белая креветка, сырая масса	Индия	ПЭ, ПП, ПА, ПЭС, ПС	157-2785 мкм	0,04±0,07 частиц/г	[32]
	Водоросли нории, сухая масса	Китай	ПЭС, ПП, вискоза, ПА, целлофан	0,11-4,97 мм	1,8±0,7 частиц/г	[33]
	Рыбные консервы (филе скумбрии и тунца)	Иран	ПЭТ, ПС, ПП, ПС-ПП, ПС-ПЭТ, ПВХ, ПЭВП	волокна 100-8000 мкм, фрагменты 10-1100 мкм, пленки 70-1000 мкм	0,05±0,01 – 0,22±0,02 частиц/г	[34]
Другие пищевые продукты	Курица и индейка (упакованные в ПС лотки)	Франция	ПС	300-450 мкм	0,002±0,001 – 10,5±13,7 мг/кг	[35]
	Рисовая крупа, сухой вес	Австралия	ПЭ, ПП ПЭТ	–	67±26 мкг	[36]
	Рисовая крупа быстрого приготовления, сухой вес				283±50 мкг/г	
	Молоко	Мексика	Полисульфон	0,1-5 мм	6,5±2,3 частиц/л	[30]
	Поваренная соль	Африка	Поливинилацетат, ПП, ПЭ	3,3-4460 мкм	38,4±24,6 частиц/кг	[37]
Напитки	Белое вино	Италия	ПЭ	7-475 мкм	2563-5857 частиц/л	[38]
	Водопроводная вода	Гонконг	н/д	50-4830 мкм	2,18± 0,16 частиц/л	[39]
	Холодный чай	Мексика	ПА, РЕА, ПЭА/РА	<1 мм	1-6 частиц/л	[40]
	Безалкогольные напитки		ПА, РЕА ПЭА/РА	0,1-3 мм / mm	1-7 частиц/л	
	Энергетические напитки		ПА, ПЭА	<1 мм	2-6 частиц/л	
	Пиво		ПА, ПЭА, ПЭТ	<1-2 мм	2-28 частиц/л	
Фрук-ты	Яблоки	Турция	н/д	н/д	2,2±0,7 –3,5±2,2 частиц/г	[41]
	Груши	Турция	н/д	н/д	2,2±2,4 – 3,7±0,6 частиц/г	[41]
Овощи	Томаты	Турция	н/д	н/д	2,5±0,8 – 4,9±0,8 частиц/г	[41]
	Картофель		н/д	н/д	0,5±0,5 –3,3±2,1 частиц/г	
	Огурцы		н/д	н/д	2,1±1,1 – 4,6±0,9 частиц/г	
	Лук		н/д	н/д	1,7±0,8 – 3,5±2,3 частиц/г	

Примечание: МП – микропластик; н/д – не сообщается; ПЭ – полиэтилен; ПЭС – полиэфирсульфон; ПЭВП – полиэтилен высокой плотности; ПВД – полиэтилен низкой плотности; ПП – полипропилен; ПА – полиамид; ПС – полистирол; ПЭТ – полиэтилентерефталат; ПВХ – поливинилхлорид; ПЭА – полиэстерамид.

Представленные в литературе данные по содержанию частиц МП в аналогичных продуктах варьируют в широких пределах, что связано с различиями в географическом происхождении исследуемого сырья и продукции, а также методами экстракции и анализа. Так, Conti G. и соавт. использовали запатентованную методологию выделения частиц из продукции с последующим применением сканирующей электронной микроскопии в сочетании с детектором дисперсии энергии X (SEM-EDX). При этом авторы не описали причину полученного ими уровня МП в яблоках, моркови, салате-латуке и капусте брокколи в 104-105 раз выше по сравнению с данными других исследований [42]. Их коллеги из Турции применяли эмиссионный сканирующий электронный микроскоп HITACHI™ SU5000 (FE-SEM) (Япония) и детектор энергодисперсионной спектроскопии (EDS) (Oxford X-MaxN 80 мм^2 детектор, Oxford Instruments, Абингдон, Великобритания) на 15 кВ [41]. Полимерную характеризацию микропластика проводили с помощью инфракрасной спектроскопии с аттенуированным полным отражением и преобразованием Фурье (ATR-FTIR Thermo Scientific™ Nicolet iS10, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, США) и получили сравнимые с другими работами результаты содержания частиц МП.

Удельное потребление МП с пищевой продукцией можно оценить с помощью следующего уравнения [43]:

$$TDI = \Sigma i\ (IRi * EFi * Ci)/BW,$$

где TDI – удельное суточное потребление МП (мг (частиц)/ кг массы тела/сут.), Σi – сумма потребляемых продуктов, IRi – средняя масса (объем) потребляемой порции продукта или блюда i (г (мл)), EFi – частота воздействия (число потребляемых порций продукта i/сут.), Ci – количество или массовая концентрация микропластика в продукте питания i (n частиц (мг)/г), BW – масса тела (МТ) (кг).

Параметры IRi и EFi представлены в некоторых национальных базах данных по питанию. Однако эти данные часто основаны только на конечном пищевом продукте, а не на ингредиентах, тогда как концентрация МП обычно оценивается для каждого из компонентов рецептуры. Некоторые способы приготовления блюд могут значительно увеличить фактическую концентрацию МП в потребляемых продуктах [44].

Таблица 2

Расчетное среднее суммарное потребление
частиц микропластика в единицу времени в некоторых странах

Регион	Источник	Метод определения	Поступление частиц МП	Источник
Китайская Народная Республика	Бутилированная вода	Рамановская спектроскопия	350-1652 частиц МП/нед.	[45]
	Еда «на вынос»		319-638 частиц МП/нед.	[46]
Исламская Республика Иран	Ингаляционный путь	Флуоресцентная микроскопия и энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия	25575 частиц/год	[47]
	Водопроводная вода		2784 частиц/год	[46]
	Бытовая пыль		1063 частиц/год	[46]
	Суммарное поступление из колбасных изделий	Оптическая микроскопия	Взрослые: 3517 частиц/кгМТ/год; Дети: 804 частиц/кгМТ/год	[47]
		Флуоресцентная микроскопия	Взрослые: 7589 частиц/кгМТ/год; Дети: 1734 частиц/кгМТ/год	[47]

Примечание: МП – микропластик; МТ – масса тела.

Результаты оценки поступления МП показали, что один взрослый человек в Китае при заказе с частотой 1-2 раза в неделю блюд, продаваемых «на вынос» в одноразовых контейнерах и упаковочных материалах и ежедневном потреблении 2 л бутилированной воды, потребляет от 669 до 2290 частиц МП/неделю [45].

В Иране было оценено поступление МП в организм человека с учетом различных путей – 29422 частиц/год, среди которых 87% составляет ингаляционный путь, остальные 9,4% – с водопроводной водой и бытовой пылью (3,6%) [46]. Однако следует учитывать, что в этом исследовании не учитывалось потребление с пищей и бутилированной водой. В другом исследовании, проведенном также в Иране, среднегодовое поступление частиц МП значительно варьировало в зависимости от методов идентификации. Анализ полимеров с использованием инфракрасной спектроскопии Фурье показал, что основными компонентами частиц МП являлись полиэтилен и полистирол. Расчетное годовое потребление МП с колбасными изделиями, полученное по данным метода оптической микроскопии, в 2,2 раза ниже, чем при использовании флуоресцентной микроскопии [47].

Различия результатов расчетного потребления МП с пищей у населения США, представленных в 26 работах, достигают 33% и зависят от методов исследования [48]. За счет ингаляционного пути поступление в организм человека увеличивается до 74000-121000 частиц МП/год, с водопроводной водой – еще на 4000 частиц МП/год и/или за счет употребления бутилированной воды – дополнительно на 90000 частиц МП/год. Максимальный вклад может вносить потребление не пищевой продукции, а горячих напитков с использованием пакетированного чая – по разным данным, от 20400 до 11 миллиардов частиц с каждым заваренным пакетиком [48]. По этим данным в настоящее время ведется дискуссия, так как исследования выполнены разными методами и имеют ограничения, а результаты нуждаются в дополнительной верификации, так как известно, что не все нейлоновые пакетики выделяют такое количество МП.

Заключение. Проведенный анализ зарубежных исследований показал, что поступление частиц МП и НП только с пищевыми продуктами, включая напитки, может быть достаточно высоким, но данные разнятся на несколько порядков. В настоящее время существует потребность в разработке и валидации отечественных чувствительных методов определения частиц МП, мигрирующих в различные виды пищевой продукции, и гармонизации их с международными методами. Проведение отечественных исследований по потреблению пищевой продукции, расфасованной в полимерные материалы в зависимости от вида продукта (химического состава), типа упаковки, температуры и длительности хранения, при наличии отечественной базы данных о количественном и качественном содержании частиц МП и НП, позволит более точно оценивать влияние этих загрязнителей на здоровье и профессиональную работоспособность лиц, чья деятельность сопряжена с физическими нагрузками, в том числе спортсменов, характеризующихся повышенным обменом веществ и большим потреблением пищевой продукции, в том числе упакованной в одноразовую тару, а также других декретированных групп – беременных женщин, детей, лиц с хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств в рамках темы № FGMF-2023-0005**.**

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

Financing. The scientific work on the manuscript preparation was carried out at the expense of the topic No FGMF-2023-0005.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Plastics Market Report by Type (Polyethylene, Polypropylene, Polyvinyl Chloride, and Others), Application (Injection Molding, Blow Molding, Roto Molding, Compression Molding, Casting, Thermoforming, Extrusion, Calendering, and Others), End User (Packaging, Automotive, Infrastructure and Construction, Consumer Goods, and Others), and Region 2024-2032. URL: https://www.imarcgroup.com/plastics-market (дата обращения: 01.12.2025).
2. China Records 2.8% Rise in Plastic Products Production for December. URL: https://www.chemanalyst.com/NewsAndDeals/NewsDetails/china-records-2-8-rise-in-plastic-products-production-for-december-24737 (дата обращения: 01.12.2025).
3. Overview of microplastic pollution and its influence on the health of organisms / Y. Deng, J. Wu, J. Chen, K. Kang // J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng. – 2023. – Vol. 58(4). – P. 412-422. DOI: 10.1080/10934529.2023.2190715.
4. The impact of microplastic pollution on ecological environment: a review / X. Mao, Y. Xu, Z. Cheng [et al.] // Front Biosci (Landmark Ed). – 2022. – Vol. 27(2). – P. 46. DOI: 10.31083/j.fbl2702046.
5. European Chemicals Agency (ECHA) Microplastics: 2019. URL: https://www.echa.europa.eu/hot-topics/microplastics (дата обращения: 01.12.2025).
6. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre / C.M. Boerger, G.L. Lattin, S.L. Moore, C.J. Moore // Mar Pollut Bull. – 2010. – Vol. 60(12). – P. 2275-2278. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2010.08.007.
7. Microplastics and nanoplastics: would they affect global biodiversity change? / D. Hu, M. Shen, Y. Zhang [et al.]// Environ Sci Pollut Res Int. – 2019. – Vol. 26(19). – P. 19997-20002. DOI: 10.1007/s11356-019-05414-5.
8. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife / E.L. Teuten, J.M. Saquing, D.R. Knappe [et al.] // Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. – 2009. – Vol. 364(1526). – P. 2027-2045. DOI: 10.1098/rstb.2008.0284.
9. Microplastics in the environment: Interactions with microbes and chemical contaminants / F.K. Mammo, I.D. Amoah, K.M. Gani, [et al.] // The Science of the total environment. – 2020. – Vol. 743. – P. 140518. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.140518.
10. Rillig, M.C. Microplastic in terrestrial ecosystems and the soil? / M.C. Rillig // Environ. Sci. Technol. – 2012. – Vol. 46(12). – P. 6453-6454. DOI: 10.1021/es302011r.
11. Microplastic effects on plants / M.C. Rillig, A. Lehmann, A.A. Souza Machado, G. Yang // New Phytol. – 2019. – Vol. 223. – P. 1066-1070.
12. Effective uptake of submicrometre plastics by crop plants via a crack-entry mode / L. Li, Y. Luo, R. Li [et al.] // Nat. Sustain. – 2020. – Vol. 3. – P. 929-937.
13. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption / C.M. Rochman, A. Tahir, S.L. Williams [et al.] // Sci. Rep. – 2015. – Vol. 5. – P. 14340.
14. A preliminary analysis of microplastics in edible versus non-edible tissues from seafood samples / F. Akoueson, L.M. Sheldon, E. Danopoulos [et al.] // Environ. Pollut. – 2020. – Vol. 263. – P. 114452.
15. Microplastics in zooplankton in the eastern Arabian Sea: The threats they pose to fish and corals favoured by coastal currents / C.P. Rashid, R. Jyothibabu, N. Arunpandi [et al.] // Mar. Pollut. Bull. – 2021. – Vol 173. – P. 113042.
16. Yozukmaz, A. Investigation of microplastics in edible wild mussels from İzmir Bay (Aegean Sea, Western Turkey): A risk assessment for the consumers / A. Yozukmaz // Mar. Pollut. Bull. – 2021. – Vol. 171. – P. 112733 DOI: 10.1016/j.marpolbul.2021.112733.
17. Liebezeit, G. Non-pollen particulates in honey and sugar / G. Liebezeit, E. Liebezeit // Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. – 2013. – Vol. 30(12). – P. 2136-2140. DOI: 10.1080/19440049.2013.843025.
18. Liebezeit, G. Synthetic particles as contaminants in German beers / G. Liebezeit, E. Liebezeit // Food Addit. Contam. – 2014. – Vol. 31. – P. 1574-1578.
19. Bouwmeester, H. Potential health impact of environmentally released micro-and nanoplastics in the human food production chain: Experiences from nanotoxicology / H. Bouwmeester, P.C.H. Hollman, R.J.B. Peters // Environ. Sci. Technol. – 2015. – Vol. 49. – P. 8932-8947.
20. Microplastic pollution in table salts from China / D. Yang, H. Shi, L. Li [et al.] // Environ. Sci. Technol. – 2015. – Vol. 49. – P. 13622-13627.
21. Plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea / L.M. Hernandez, E.G. Xu, H.C.E. Larsson [et al.] // Environ. Sci. Technol. – 2019. – Vol. 53. – P. 12300-12310.
22. Identification and Evaluation of Microplastics from Tea Filter Bags Based on Raman Imaging / T. Mei, J. Wang, X. Xiao [et al.] // Foods. – 2022. – Vol. 11. – P. 2871.
23. Microplastics in the human digestive environment: A focus on the potential and challenges

facing in vitro gut model development / E. Fournier, L. Etienne-Mesmin, C. Grootaert [et al.] // J Hazard Mater. – 2021. – Vol. 5(415). – P. 125632. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2021.125632.
24. Meeker, J.D. Phthalates and other additives in plastics: Human exposure and associated health outcomes / J.D. Meeker, S. Sathyanarayana, S.H. Swan // Philos. Trans. R. Soc. – 2009. – Vol. 364. – P. 2097-2113.
25. Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta / A. Ragusa, A. Svelato, C. Santacroce [et al.] // Environ. Int. – 2021. – Vol. 146. – P. 106274.
26. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood / H.A. Leslie, M.J. van Velzen, S.H. Brandsma [et al.] // Environ. Int. – 2022. – Vol. 163. – P. 107199.
27. Van Cauwenberghe, L. Microplastics in bivalves cultured for human consumption / L. Van Cauwenberghe, C.R. Janssen // Environ Pollut. 2014. – Vol. 193 – P. 65-70. DOI: 10.1016/j.envpol.2014.06.010.
28. Microplastic and mesoplastic contamination in canned sardines and sprats / A. Karami, A. Golieskardi, C.K. Choo [et al.] // Sci Total Environ. – 2018. – Vol. 612. – P. 1380-1386. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.005.
29. Low abundance of microplastics in commercially caught fish across southern Australia / N. Wootton, P. Reis-Santos, N. Dowsett [et al.] // Environ. Pollut. – 2021. – Vol. 290. – P. 118030. DOI: 10.1016/j.envpol.2021.118030.
30. Incidence of microplastics in gastrointestinal tract of golden anchovy (Coilia dussumieri) from north east coast of Arabian Sea: The ecological perspective / U.R. Gurjar, K.A.M. Xavier, S.P. Shukla [et al.] // Mar. Pollut. Bull. – 2021. – Vol. 169. – P. 112518. DOI: 10.1016/j.marpolbul. 2021.112518.
31. Branded milks – Are they immune from microplastics contamination? / G. Kutralam-Muniasamy, F. Pérez-Guevara, I. Elizalde-Martínez, V.C. Shruti // Sci Total Environ. – 2020. – Vol. 20(714). – P. 136823. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.136823.
32. Daniel, D.B. Abundance, characteristics and seasonal variation of microplastics in Indian white shrimps (Fenneropenaeus indicus) from coastal waters off Cochin, Kerala, India / D.B. Daniel, P.M. Ashraf, S.N. Thomas // Sci. Total Environ. – 2020. – Vol. 737. – P. 139839. DOI: 10.1016/j.scitotenv. 2020.139839.
33. Microplastics in the commercial seaweed nori / Q. Li, Z. Feng, T. Zhang [et al.] // J. Hazard. Mater. – 2020. – Vol. 388. – P. 122060. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2020.122060.
34. Abundance, composition, and potential intake of microplastics in canned fish / R. Akhbarizadeh, S. Dobaradaran, I. Nabipour [et al.] // Mar. Pollut. Bull. – 2020. – Vol. 16. – P. 111633. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2020.111633.
35. Microplastic contamination of packaged meat: Occurrence and associated risks / M. Kedzierski, B. Lechat, O. Sire [et al.] // Food Packag. Shelf Life. – 2020. – Vol. 24. – P. 100489. DOI: 10.1016/j.fpsl.2020.100489.
36. V Plastics contamination of store-bought rice / C. Dessì, E.D. Okoffo, J.W. O'Brien [et al.] // J. Hazard. Mater. – 2021. – Vol. 16. – P. 125778. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2021.125778.
37. Fadare, O.O. Microparticles and microplastics contamination in African table salts / O.O. Fadare, E.D. Okoffo, E.F. Olasehinde // Mar. Pollut. Bull. – 2021. – Vol. 164. – P. 112006. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2021.112006.
38. Identification of microplastics in white wines capped with polyethylene stoppers using micro-Raman spectroscopy / J.C. Prata, A. Paço, V. Reis [et al] // Food Chem. – 2020. – Vol. 331. – P. 127323. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127323.
39. Microplastic Contamination of Surface Water-Sourced Tap Water in Hong Kong – A Preliminary Study / T.W.L. Lam, H.T. Ho, A.T.H. Ma, L. Fok // Appl. Sci. – 2020. – Vol. 10. – P. 3463. DOI: 10.3390/app10103463.
40. First study of its kind on the microplastic contamination of soft drinks, cold tea and energy drinks – Future research and environmental considerations / V.C. Shruti, F. Pérez-Guevara, I. Elizalde-Martínez, G. Kutralam-Muniasamy // Sci. Total Environ. – 2020. – Vol. 726. – P. 138580. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138580.
41. Occurrence of Microplastics in Most Consumed Fruits and Vegetables from Turkey and Public Risk Assessment for Consumers / R.B. Aydın, A. Yozukmaz, İ. Şener [et al.] // Life. – 2023. – Vol. 13. – P. 1686. DOI: 10.3390/life13081686.
42. Micro-and nano-plastics in edible fruit and vegetables. The first diet risks assessment for the general population / G.O. Conti, M. Ferrante, M. Banni [et al.] // Environ. Res. – 2020. – No. 187. – P. 109677.
43. Microplastics in Food: A Review on Analytical Methods and Challenges / J.H. Kwon, J.W. Kim, T.D. Pham [et al.] // Int J Environ Res Public Health. – 2020. – Vol. 17(18). – P. 6710. DOI: 10.3390/ijerph17186710.
44. Microplastics in the Food Chain / K. Cverenkárová, M. Valachovičová, T. Mackuľak [et al.] // Life (Basel). – 2021. – Vol. 11(2). – P. 1349. DOI: 10.3390/life11121349.

45. Microplastics in take-out food: Are we over taking it? / C.L. Bai, L.Y. Liu, J.L. Guo [et al.] // Environ Res. – 2022. – Vol. 215(3). – P. 114390. DOI: 10.1016/j.envres.2022.114390.
46. Dehghani, S. Microplastic pollution in deposited urban dust, Tehran metropolis, Iran / S. Dehghani, F. Moore, R. Akhbarizadeh // Environ Sci Pollut Res Int. – 2017. – Vol. 24(25). – P. 20360-20371. DOI: 10.1007/s11356-017-9674-1.
47. Microplastics contamination in the most popular brands of Iranian sausages and evaluation of its human exposure / M. Pirsaheb, M. Nouri, T. Massahi [et al.] // Heliyon. – 2024. – Vol. 10(14). – P. e34363. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e34363.
48. Human Consumption of Microplastics / K.D.Cox, G.A. Covernton, H.L. Davies [et al.] // Environ Sci Technol. – 2019. – Vol. 53(12). – P. 7068-7074. DOI: 10.1021/acs.est.9b01517.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ирина Витальевна Кобелькова – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории антропонутрициологии и спортивного питания ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»; доцент кафедры профильных гигиенических дисциплин и промышленного здравоохранения ФГБОУ ДПО Академия постдипломного образования ФГБУН ФНКЦ ФМБА России, Москва, e-mail: irinavit66@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1237-5147.
Маргарита Михайловна Коростелева – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории антропонутрициологии и спортивного питания ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»; доцент кафедры управления сестринской деятельностью Медицинского института ФГАУ ВО РУДН имени Патриса Лумумбы, Москва, e-mail: korostel@bk.ru, ORCID: 0000-0002-2279-648X.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Irina V. Kobelkova – Candidate of Medical Sciences, Lead Researcher of the Laboratory of Anthroponutritiology and Sports Nutrition, Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety; Associate Professor of the Department of Specialized Hygienic Disciplines and Industrial Healthcare, Academy of Postgraduate Education, Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Types of Medical Care and Medical Technologies, FMBA of Russia, Moscow, e-mail: irinavit66@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1237-5147.
Margarita M. Korosteleva – Candidate of Medical Sciences, Senior Researche of the Laboratory of Anthroponutritiology and Sports Nutrition, Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety; Associate Professor of the Department of Nursing Management, Medical Institute, RUDN University, Moscow, e-mail: korostel@bk.ru, ORCID: 0000-0002-2279-648X.

Для цитирования: Кобелькова, И.В. Микропластики в пищевой продукции: уровни контаминации и вклад в суммарное поступление (обзор литературы) / И.В. Кобелькова, М.М. Коростелева // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № S1(35). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_21

For citation: Kobelkova I.V., Korosteleva M.M. Level of contamination of food products with microplastic particles and assessment of its total income (literature review). *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. S1(35). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_21