УДК: 504.2

Обнаружение частиц микропластика в растительных маслах

Корнилов Кирилл Николаевич, Роева Наталья Николаевна

ФГБОУ ВО "Московский государственный университет пищевых производств"

Корреспонденция, касающаяся этой статьи, должна быть адресована Корнилову К.Н., ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», адрес: 125080, город Москва, Волоколамское шоссе, дом 11. E-mail: kirillkorn1982@gmail.com

Наличие микро и нано частиц пластика в пищевых продуктах в настоящее время является актуальнейшей проблемой пищевой промышленности и одним из главных вопросов пищевой безопасности. При этом не существует ни чётких методик по определению таких частиц, ни способов очистки от них пищевых продуктов.
В связи с тем, что вопрос о переработке пластика до сих пор не решён, а разлагающиеся пластиковые объекты находятся повсюду вокруг, крайне актуальным является изучение вопроса о наличии микроскопических частиц пластмасс (микропластика) в пищевых продуктах, об их размерах и количестве. В представленной работе впервые методом Динамического Лазерного Светорассеивания с помощью анализатора наночастиц «Zetatrac» было определено присутствие в некоторых растительных маслах микро и нано объектов, по своим характеристикам похожих на пластик. Определено распределение этих частиц по фракциям, их удельная поверхность и дзета потенциал. Было подсчитано содержание микро и нано частиц, идентифицированных, как пластик, в растительном масле. Оно колеблется от 2,5 до 9 миллиардов на один литр пищевого продукта. Высказано предположение, что возможной причиной наличия таких частиц в этом виде пищевых продуктов является то, что может происходить их экстракция из медленно разрушающейся пластиковой тары. Величина дзета потенциала, подсчитанная прибором на основании данных о движении частиц, находится в области от 20 до 30 мВ. Это значит, что микрочастицы в суспензии устойчивы и не склонны к коагуляции. Таким образом, самоочищение от них невозможно.

Ключевые слова: растительное масло, наночастицы, микропластик

Введение

В настоящее время вопросы безопасности пищевых продуктов встают на первое место в пищевой промышленности. Ни для кого не секрет, что окружающая среда за три последних десятилетия была загрязнена медленно разлагающимися объектами из полимерных материалов (пластика). Огромное количество изделий из полиэтилена (ПЭ), полипропилена (ПП), полиэтилентерефталата (ПЭТФ) и других подобных полимеров выбрасывается людьми каждый день. Указанные вещества широко используются не только для создания упаковки и тары для пищевых продуктов, но из них также изготавливают одноразовую посуду, пакеты, игрушки, коктейльные трубки и другие бытовые изделия. Будучи выброшенными после использования, они медленно разлагаются в окружающей среде, образуя микроскопические частицы, которые могут попадать в воду (Sighicelli et all, 2018), почву, организмы животных (Al-Jaibachi, Cuthbert & Callaghan, 2018) и птиц (Wagner & Lambert, 2018), а значит – и в пищевые продукты (Hernandez et all, 2019).

В представленной работе нами было впервые проведено исследование содержания частиц микропластика в некоторых растительных маслах. Связано это с тем, что растительные масла, будучи неполярными растворителями, могут поглощать микроскопические частицы пластика из тары, в которой находятся. Сам микропластик по химической природе также является неполярным соединением. Таким образом целью нашей работы было ответить на вопрос: может ли оказаться так, что растительные масла содержат огромное количество пластиковых микро и нано частиц.

Литературный обзор

Общеизвестным фактом является то, что окружающая среда сегодня настолько сильно загрязнена

Материал опубликован в соответствии с международной лицензией Creative Commons Attribution 4.0.

Как цитировать
Корнилов, К. Н., & Роева, Н. Н. (2020). Обнаружение частиц микропластика в растительных маслах. *Health, Food & Biotechnology, 2*(1). https://doi.org/10.36107/hfb.2020.i1.s315

микропластиком, что его частицы добрались и до пищевых продуктов, а значит - и до нашего стола (Mason, Welch and Neratko, 2018). Заметим, что микропластиком (Micro Plastic, MP) обычно называют частицы размером менее 5 мкм (Imhof, Ivleva, Schmid, Niessner & Laforsch, 2013).

Как мы уже сообщали ранее (Корнилов и Роева, 2019), исследователи из Венского медицинского университета нашли этому чёткое доказательство. Они проверили на предмет наличия пластика биологические жидкости у восьми человек из восьми стран и у всех нашли крохотные пластмассовые частицы, количество которых в среднем составляло 20 объектов на 10 грамм пробы. По химическому составу наиболее часто встречающимися оказались частицы из полипропилена и полиэтилентерефталата, из которых делают очень много всего, включая пластиковые бутылки. Свои результаты авторы работы доложили на конференции Европейского общества гастроэнтерологов (Schwabl et all, 2018).

Переходят ли пластиковые частицы из кишечника в другие органы и как они сказываются на нашем здоровье, пока не очень понятно, хотя можно предположить, что исследований на ту тему в скором времени появится более чем достаточно. Текущие наблюдения за животными говорят о том, что пластик может оказывать на них вполне чёткое негативное влияние (Lönnstedt and Eklöv, 2016). При этом Всемирная Организация Здравоохранения не спешит делать какие-либо выводы о точно подтверждённом вреде микропластика, однако признаёт, что его влияние на человека и животных ещё слишком мало изучено (World Health Organization, 2019)[1]. Однако с тем фактом, что его частицы проникли во все исследованные образцы питьевой воды (Koelmans et al., 2019), а существующие методы очистки удаляют эти частицы только на 90% (Hermsen E, et al., 2018) согласны и в этой авторитетной организации.

Тем не менее производство пластика в настоящее время постоянно увеличивается и и достигло уже 300 мегатонн в год (Ericsen et all, 2014).

Интересно заметить, что в настоящее время существует уже большое количество работ по обнаружению микропластика в питьевой воде. Однако вопросом исследования растительных масел на наличие этого вида загрязнения до сих пор никто не занимался.

Обращает на себя внимание так же тот факт, что в основном в процитированных нами работах авторы исследуют именно частицы микропластика, ничего не говоря об объектах меньшего размера – нано частицах. Однако имеющийся у нас прибор «Zetatrac» позволяет обнаруживать не только микропластик, но и нано пластик в любых жидких пищевых продуктах.

Теоретическое обоснование

Исследование содержания частиц микропластика было проведено нами самым удобным методом для проверки наличия или отсутствия тех или иных ультра-микроскопических или нано объектов в смесях: методом Лазерного Динамического Светорассеивания (ЛДСР или Dynamic Lazer Light Scattering – DLS), позволяющим оптически измерять размер частиц, находящихся в состоянии Броуновского движения (Pike & Abbiss, 1997).

Метод ЛДСР и прибор “Zetatrac” уже применялся нами ранее и для анализа содержания наночастиц в синтетическом алкогольном напитке “Jaguar” (Юсубов, 2019) и даже в составе косметических кремов (Соринская и Корнилов, 2019). Указанным методом был также измерен размер микроскопических частиц мякоти в соках (Корнилов, Шатровский, Роева & Мокеев, 2020).

Впервые наночастицы, являющиеся, предположительно, по химическому составу фрагментами пластика, были обнаружены нами в некоторых сильногазированных напитках (Корнилов, Шатровский и Анисимов, 2020) и в водопроводной воде (Корнилов & Роева, 2019).

Все результаты определения наночастиц методом ЛДСР получены и обработаны на анализаторе наночастиц «Zetetnrac» в лаборатории кафедры Химии и экотоксоклогии Московского государственного университета пищевых производств, при помощи программного обеспечения «Microtrac Flex. На каждом исследуемом образце проводилось по три измерения, которые затем обрабатывались программой, управляющей анализатором Microtrac FLEX.

Используемый нами прибор позволяет избавиться от влияния фоновых частиц любых размеров, которые потенциально могут находится в водопроводной воде, путём исключения их влияния на

[1] Microplastics in drinking-water (2019). World Health Organization. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326499/9789241516198-eng.pdf?ua=1

итоговое светорассеивание функцией «Set Zero» - установкой на ноль фоновых значений. То есть перед проведением измерений растворов крахмала определялось наличие каких-либо частиц в чистом растворителе, после чего данные по растворителю вычитались из данных исследуемых проб.

Рабочее время, в течение которого прибором происходил сбор данных (Run Time), составлял 30 секунд. Количество измерения проб (Number of Runs) для достижения достоверного результата равнялось трём.

Средняя молекулярная масса частиц измерялась методом Дебая, основываясь на данных о гидродинамическом радиусе частиц, полученных тем же методом светорассеяния (Plantz, 2011).

При проведении измерений проба исследуемого раствора помещалась в кювету прибора объёмом 2 мл, после чего включался лазер и запускалась программа обработки результатов.

Необходимо отметить, что представленным методом определяются только размеры частиц сферической формы.

Прибор Zetatrac позволял нам также определять величину дзета потенциала обнаруженных частиц и на основании этой величины делать вывод об их устойчивости (Lyklema, 2005, pp. 35-47).

Исследование

В продолжение указанных выше работ мы провели исследование наличия микропластика в трёх видах растительных масел (Рисунок 1):

Рисунок 1
Объекты исследованияю

1. Нерафинированное подсолнечное «Благо» (ρ = 0,918 г/мл, показатель преломления n = 1,4741);
2. Нерафинированное подсолнечное «Золотая семечка» (ρ = 0,918 г/мл, n = 1,4456);
3. Нерафинированное оливковое (ρ = 0,914 г/мл, n = 1,4710).

Показатели преломления растительных масел лежат в области 1,46-1,47, что не позволяет определять микропластик непосредственно в их среде, т.к. показатель преломления самих микрочастиц пластика находится в близкой области 1,50-1,58 (Freud, 2011). Есть данные о том, что по химическому составу все проанализированные образцы микропластика состоят из полиэтилена (45%), полистирола (18%) и полипропилена (15%) (Sighicelli et all, 2018).

Показатель преломления всех этих полимеров лежит именно в указанной области. В связи с этим для проведения анализа нами предварительно готовился раствор масел в неполярном растворителе – гексане (n = 1,38, ρ = 0,655 г/мл). Концентрация растворов была выбрана оптимальной: 10%. Все образцы масел при этом образовывали в гексане истинный раствор, а не эмульсию.

Результаты и их обсуждение

Во всех трёх исследованных образцах были обнаружены частицы, по своим характеристикам сходные с микропластиком (Рисунок 2):

Из Рисунка 2 видно, что обнаруженные микрочастицы лежат в области от 344 до 6540 нм. Самые крупные объекты превосходят самые мелкие в 19 раз. Они распределены по двум близким фракциям: 1017 нм (32%) и 1794 нм (68%). Наночастиц (объектов менее 100 нм) не обнаружено.

Медианный диаметр частиц d_M, согласно данным анализа, равен 1633 нм. Это значит, ровно половина частиц в суспензии меньше этой величины и ровно половина – больше её.

Среднечисловой диаметр d_N равен 1181 нм.

Самыми распространёнными в суспензии являются частицы с d_C = 1944 нм (28% от всех частиц).

Средневесовой диаметр d_V равен 2112 нм.

Средняя молярная масса частицы, посчитанная прибором на основании данных ЛДСР, M = $183 \cdot 10^{10}$ г/моль.

По формуле $M = \rho \cdot N_A \cdot (\pi/6) \cdot d^3$ можно найти плотность наночастиц. Целесообразнее всего для расчетов по этой формуле использовать средневесовой диаметр d_v, т.к. вклад самых крупных частиц в молярную массу максимальный. Тогда плотность будет равна ρ = 0,62 г/см^3. Это меньше, чем плотность обычного полипропилена (ПП) в 0,95 г/см^3, полиэтилена (ПЭ) в 0,91-0.96 г/см^3 или полиэтилентерефталата (ПЭТ) в 1,38 г/см^3 (Speight, 2005).

Средняя удельная поверхность наночастиц в этом случае S = 5,6 м^2/г.

Дзета-потенциал ξ частиц в гексане равен 27.5 мВ. То есть частицы в водной среде стабильны и не стремятся к коагуляции (Hunter, 1989, pp. 75-81). Средний заряд наночастицы положительный.

Микроскопические частицы обнаружены нами и во втором образце масла (Рисунок 3):

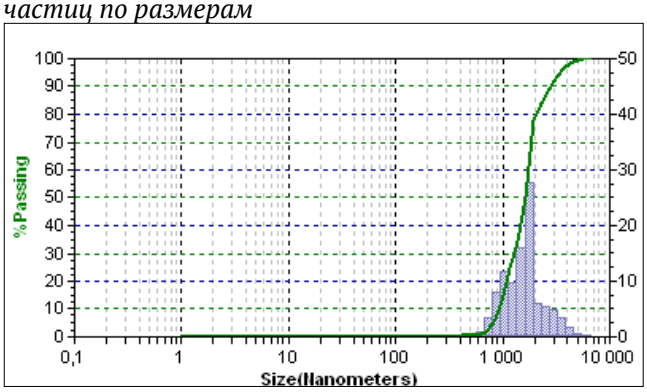
Из Рисунка 3 видно, что в данном случае обнаружены микрочастицы всего трёх видов, от 4260 до 6540 нм. Все прочие параметры частиц указаны в Таблице 1.

Совершенно другая картина получается при анализе оливкового масла (Рисунок 4).

В данном случае в растворе обнаружены истинные наночастицы размером менее 100 нм общим числом в 2,6% от всех частиц. Кроме того, все детектированные объёкты разделены на две не соприкасающиеся фракции: до 172 нм (33%) и от 1156 до 4560 нм. Более крупно дисперсные частицы также разделены на две фракции: с центром в 1654 и 3690 нм. Все прочие параметры частиц указаны в Таблице 2.

Рисунок 2

Результаты определения микропластика в образце масла №1: а) гистограмма, б) таблица распределения частиц по размерам



(а)

Size (nm)	%Chan
1156	11,77
972,0	7,87
818,0	3,35
687,0	0,91
578,0	0,00
486,0	0,00
409,0	0,42
344,0	0,27
1635	15,91

Size (nm)	%Chan
1375	9,63
1156	11,77
972,0	7,87
818,0	3,35
687,0	0,91
578,0	0,00
486,0	0,00
409,0	0,42
344,0	0,27

(б)

Таблица 1

Результаты исследования растительных масел методом ЛДСР

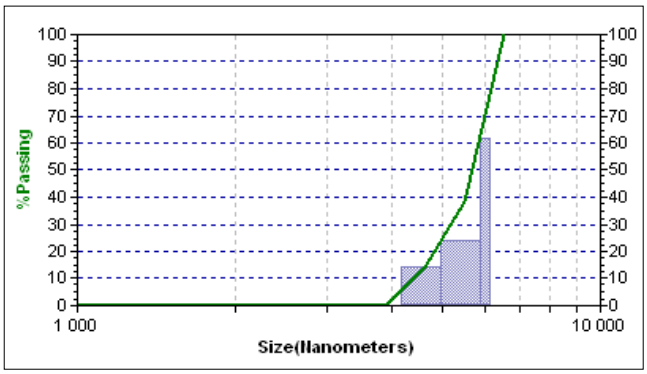
Масло	dM, нм	dN, нм	dC, нм	dV, нм	M, г/моль	ρ, г/см^3	S, м^2/г	ζ, мВ	C, % по объёму
«Благо»	1633	1181	1944 (28%)	2112	$183 \cdot 10^{10}$	0,62	5,6	27,5	$4,5 \cdot 10^{-4}$
«Золотая семечка»	5680	5350	6540 (62%)	5610	$5990 \cdot 10^{10}$	1,08	1,0	29,7	$24 \cdot 10^{-4}$
оливковое	1822	103 (1 фракция) + 2576	102 (12%)	3380	$1470 \cdot 10^{10}$	1,21	2,5	-66,0	$1,7 \cdot 10^{-4}$

Таблица 2

Концентрации наночастиц, обнаруженных в растительных маслах

Объект	d_v, нм	$V_{частицы}$ (мкм^3)	$m_{частицы}$, (г)	Содержание частиц, г/л	Число частиц в литре
«Благо»	2112	4,9	$3,0^* 10^{-12}$	28^*10^{-3}	$9,3^*10^9$
«Золотая семечка»	5680	95,9	$103,6^* 10^{-12}$	259^*10^{-3}	$2,5^*10^9$
оливковое	1822	3,2	$3,9^* 10^{-12}$	$2,1^*10^{-3}$	$5,3^*10^9$

Рисунок 3
Результаты определения микропластика в образце масла №2: а) гистограмма, б) таблица распределения частиц по размерам

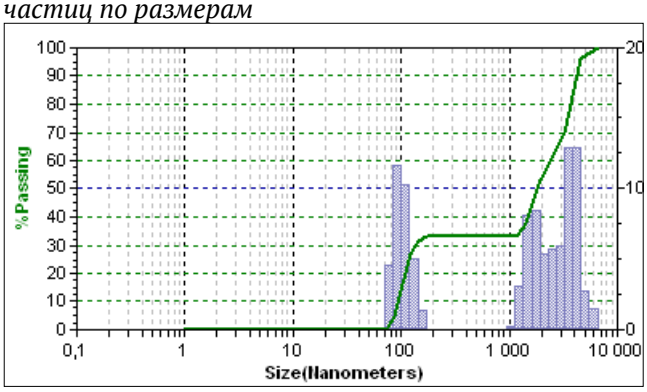


(а)

Size (nm)	%Chan
6540	61,51
5500	24,09
4620	14,40

(б)

Рисунок 4
Результаты определения микропластика в образце масла №3: а) гистограмма, б) таблица распределения частиц по размерам



(а)

Size (nm)	%Chan	Size (nm)	%Chan
2312	5,37	486,0	0,00
1944	8,45	409,0	0,00
1635	8,15	289,0	0,00
1375	3,09	243,0	0,00
1156	0,21	204,4	0,00
972,0	0,00	171,9	1,41
818,0	0,00	144,5	5,03
687,0	0,00	144,5	5,03
578,0	0,00	102,2	116,64

(б)

Теперь необходимо подсчитать содержание обнаруженных нано и микро объектов в граммах и в частицах на литр (учитывая, что исследованию подвергался 10% раствор, а не само масло):

Очень интересным является сравнение полученных результатов с той картиной, которую мы получили ранее (Корнилов и Роева, 2019) при исследовании микропластика в водопроводной воде (Рисунок 5).

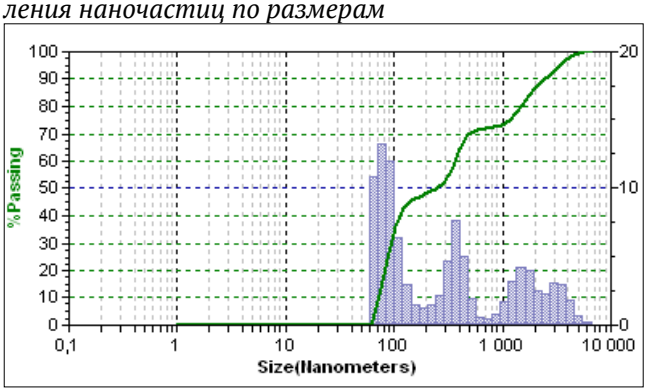
Рисунок 5а чётко показывает наличие множества фракций микроскопических частиц в воде. При этом некоторые из них (меньше 100 нм) являются истинными нано частицами. Так же видно присутствие 4 главных фракций: с центром в 85, 365, 1562 и 3460 нм. Медианный диаметр частиц d_M равен 248 нм. Среднечисловой диаметр d_N равен 92 нм. Самыми распространёнными в суспензии являются частицы с d_C = 86 нм (13% от всех частиц). Средневесовой диаметр d_V равен 2383 нм. Средняя молярная масса наночастицы, M = $366 \cdot 10^{10}$ г/моль. Плотность частиц равна ρ = 0,86 г/см^3. Средняя удельная поверхность наночастиц в этом случае S = 9 м^2/г. Дзета потенциал 11 мВ.

Интересно заметить, что многие характеристики частиц, обнаруженных и в воде, и в маслах, близки между собой. Мало того, имеются совершенно одинаковые по размерам частицы, которые присутствуют как в водопроводной воде, так и в маслах:

1. 102 нм: 12% (2 место) в воде и 12% (1 место) в масле №3;
2. 122 нм: 6,5% (4 место) в воде и 10% (2 место) в масле №3;
3. 145 нм: 3% в воде и 5% в масле №3;
4. 499 нм: 8% в воде и 0.4% в масле №1;
5. 1944 нм: 4% в воде, 8,5% (3 место) в масле №3 и 28% (1 место) в масле №1;
6. 1375 нм: 3% в воде, 3% в масле №3 и 10% (3 место) в масле №1;
7. 1635 нм: 4% в воде, 8% (4 место) в масле №3 и 16% (2 место) в масле №1;

Рисунок 5

Результаты определения размера наночастиц в водопроводной воде: а) гистограмма, б) таблица распределения наночастиц по размерам



(а)

Size (nm)	%Chan	Size (nm)	%Chan
1944	4,04	1944	4,04
1635	4,23	1635	4,23
1375	3,20	1375	3,20
1156	1,74	1156	1,74
972,0	0,75	972,0	0,75
818,0	0,51	818,0	0,51
687,0	0,60	687,0	0,60
578,0	1,97	578,0	1,97
486,0	5,03	486,0	5,03

(б)

8. 4620 нм: 14% (3 место) в масле №2, 2% в масле №1;
9. 5500: 24% (2 место) в масле №2, 0.7% в масле №1;
10. 6540: 68% (1 место) в масле №2, 0.3% в масле №1 – то есть в разных маслах тоже обнаруживаются одинаковые микрочастицы.

Так же полученные нами данные во много совпадают с результатом исследования выделения пластиковых наночастиц чайными пакетиками при заваривании (Hernandez et all, 2019). Авторы указанной работы так же подсчитали количество нано и микрочастиц, и оно составляло величину, подобную нашей: от 3 до 12 миллиардов объектов из одного чайного пакетика, величиной от 100 нм до 6 мкм. Таким образом, найденные в других работах частицы микропластика по своим характеристикам полностью идентичны обнаруженным нами.

Выводы

1. Впервые с помощью лазерного анализатора наночастиц «Zetatrac» определено наличие взвешенных микро и нано частиц в некоторых растительных маслах.
2. И в образцах подсолнечного, и в оливковом масле обнаружены микрочастицы, по своим характеристикам похожие на пластик.
3. Установлено распределение найденных нано частиц по фракциям, рассчитаны их средняя масса, плотность и удельная поверхность. Размер обнаруженных объектов находится в области от 100 нм до 6.5 мкм.
4. Определены электрокинетические параметры микрочастиц, в частности, их дзета потенциал. Его величина в 20-30 мВ указывает на то, что частицы в суспензии стабильны и не склонны к коагуляции.
5. Вычислено содержание микрочастиц в растительных маслах. Оно составляет от 2.5 до 9 миллиардов частиц на 1 л масла.

Литература

Корнилов, К. Н., Роева, Н. Н., Шатровский, Е. И., & Мокеев. В. И. (2020). Определение содержания взвешенных микрочастиц во фруктовых соках методом лазерного Динамического Светорассеивания. В *Достижения вузовской науки 2020* (с. 9-14).

Корнилов, К. Н., Шатровский, Е. И., & Анисимов, Е. В. (2020). Определение содержания наночастиц пластика в безалкогольных напитках методом лазерного динамического светорассеивания. *В Студенческие научные достижения*. Наука и просвещение» (с. 9-14).

Корнилов, К., & Роева, Н. Н. (2019). Определение содержания наночастиц пластика в питьевой воде и жидких пищевых продуктах. *Здоровье, Питание и Биотенологии*, 1(2). https://doi.org/10.36107/hfb.2019.i2.s242

Соринская, Е. А., & Корнилов, К. Н. (2019). Обнаружение липосом в компонентах для косметических кремов методом лазерного динамического светорассеивания. В *Лучшая научно-исследовательская работа 2019 года* (с. 21-25). Наука и просвещение.

Юсубов, Ю. (2019). Результаты исследования синтетического алкогольного напитка Jaguar методом лазерного динамического светорассеивания. *В Лучшая научная статья 2019 года* (с. 31-34). Наука и просвещение.

Al-Jaibachi, R., Cuthbert, R. N., & Callaghan, A. (2018).

Up and away: Ontogenic transference as a pathway for aerial dispersal of microplastics. *Biology Letters*, *14*(4), 1-4. https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0479

Freud, P. J. (2011). *Nanoparticle sizing: Dynamic light scattering analysis in the frequency spectrum mode. application note*. Microtrac Inc. Particle Size Measuring Instrumentation.

Hernandez, L. M., Genbo Xu, Hans, C. E., Larsson, R. T., Vimal B., & Maisuria N. T. Plastic Teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea. *Environtal Science Technol*ogy, 53(21), 12300-12310. https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.9b02540

Lönnstedt, O. M., & Eklöv, P. (2016). Environmentally relevant concentrations of microplastic particles influence larval fish ecology. *Science*, *352*(6290), 1213-1216. https://science.sciencemag.org/content/352/6290/1213.ªbstract

Mason, S., Welch, V., Neratko, J. (2018). *Synthetic polymer contamination in bottled water*. Fredonia State University. https://dx.doi.org/10.3389%2Ffchem.2018.00407

Pike, E. R., & Abbiss, J. B. (1997). *Light scattering and photon correlation spectroscopy*. Kluwer Academic Publishers. https://www.springer.com/gp/book/9780792347361

Plantz, P. E. (2011). *Explanation of data reported be Microtrac Instruments*. Microtrac Inc. https://www.microtrac.com/downloads/application-reports/

Sighicelli, M., Lietrelli, L., Lecce, F., Iannilli, V., Falconieri, M., Coscia, L., Di Vito, S., Nuglio, S. , & Zampetti, G. (2018). Microplastic pollution in the surface waters of Italian subalpine lakes. *Environmental Pollut*ion, *236*, 645 – 651. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29433105

Speight, J. G., Lange, N. A. (2005). *Lange's handbook of chemistry* (ed. 16, pp. 2758–2785). McGraw-Hill. https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071432207

Detection of Microplastic Particles in Vegetable Oils

Kirill N. Kornilov, Natalia N. Roeva

Moscow State University of Food Production

Correspondence concerning this article should be addressed to Kirill N. Kornilov, Moscow State University of Food Production, 11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation. E-mail: kirillkorn1982@gmail.com

The presence of micro and nano particles of plastic in food products is currently an urgent problem of the food industry and one of the main issues of food safety. However, there are no clear methods for the determination of such particles, nor methods for cleaning food products from them.

Due to the fact that the issue of processing plastic has not yet been resolved, and decaying plastic objects are everywhere around, it is extremely important to study the question of the presence of microscopic particles of plastics (microplastics, MP) in food products, their size and quantity.

In present work for the first time was determined the presence of particles, which can be microplastic, in several vegetable oils using Dynamic Laser Light Scattering method. The size distribution of these particles, their specific surface and zeta potential were determined too. The content of microparticles in vegetable oils was calculated. It ranges from 2.5 to 9 billion particles per 1 liter of oil. It has been suggested that a possible reason for the presence of such particles in this type of food product is that they may be extracted from slowly breaking plastic containers.

The value of the zeta potential calculated by the device on the basis of data on the movement of particles is in the range from 20 to 30 mV. This means that the microparticles in suspension are stable and not prone to coagulation. Thus, self-cleaning from them is impossible.

Keywords: vegetable oils, nanoparticles, microplastic

References

Kornilov, K. N., Royeva, N. N., Shatrovskiy, Ye. I., & Mokeyev, V.I. (2020). Determination of suspended microparticles in fruit juices using Laser Dynamic Light Scattering. In *Sbornik statyey XII Mezhdunarodnoy nauchno-issledovatel'skogo konkursa «Dostizheniya vuzovskoy nauki 2020» [Collection of articles of the XII International Research Competition "Achievements of University Science 2020". Penza ICSN "Science and Education"].* Penza. «Nauka i prosveshcheniye», 9-14. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42376071

Kornilov, K. N., Shatrovskiy, Ye. I., & Anisimov, Ye. V. (2020). Determination of the content of plastic nanoparticles in soft drinks by the method of Laser Dynamic Light Scattering. In *Sbornik stat'yey VII Mezhdunarodnoy nauchno-issledovatel'skogo konkursa «Studencheskiye nauchnyye dostizheniya» [Collection of articles of the VII International Research Competition "Student Scientific Achievements"].* Penza. «Nauka i prosveshcheniye», 9-14. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42376601

Kornilov, K. N., & Roeva, N. N. (2019). Determination of different nanoparticles contamination in drinking water and non alcoholic beverages. *Health, Food & Biotechnology, 1*(2). https://doi.org/10.36107/hfb.2019.i2.s242

Sorinskaya, E. A., & Kornilov K. N. (2019). Detection of liposomes in components for cosmetic creams by Laser Dynamic Light Scattering. In *Sbornik statyey XIX Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatelskogo konkursa «Lutchaya nauchnaya statya 2019 goda» [Collection of articles of the XIX International Research Competition "The Best Research Project of 2019"].* Penza: Nauka I Prosveschenie, 21-25. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37216487

Yusubov, Yu. (2019). Results of a study of a synthetic alcoholic beverage Jaguar by Laser Dynamic Light Dispersion. In *Sbornik statyey XXIII Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa «Luchshaya nauchnaya stat'ya 2019 goda» [Collection of articles of the XXIII International Research Competition "The Best Scientific Article of 2019"].* Penza: Nauka i Prosveschenie. 2019, 31-34. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37044737

Al-Jaibachi, R., Cuthbert, R. N., & Callaghan, A. (2018). Up and away: ontogenic transference as a pathway

This article is published under the Creative Commons Attribution 4.0 International License.

How to Cite

Kornilov, K. N., & Roeva, N. N. (2020). Detection of Microplastic Particles in Vegetable Oils. *Health, Food & Biotechnology, 2*(1). https://doi.org/10.36107/hfb.2020.i1.s315

for aerial dispersal of microplastics. *Biology letters*, 14(4), 1-4. https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0479

Freud, P. J. (2011). *Nanoparticle Sizing: Dynamic Light Scattering Analysis in the Frequency Spectrum Mode. Application Note. Provided by: Microtrac Inc. Particle Size Measuring Instrumentation*, 54 p.

Hernandez, L. M., Genbo Xu, Hans, C. E., Larsson, R. T., Vimal B., & Maisuria N. T. Plastic Teabags Release Billions of Microparticles and Nanoparticles into Tea. *Environ. Sci. Technol*. 2019, 53 (21), 12300-12310. https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.9b02540

Lönnstedt, O. M., & Eklöv, P. (2016). Environmentally relevant concentrations of microplastic particles influence larval fish ecology. *Science*, 352(6290), 1213-1216. https://science.sciencemag.org/content/352/6290/1213.[a]bstract

Mason, S., Welch, V., & Neratko, J. (2018). *Synthetic polymer contamination in bottled water*. New York, NY: Fredonia State University. 218 p. https://dx.doi.org/10.3389%2Ffchem.2018.00407

Pike, E. R., & Abbiss, J. B. (1997). *Light Scattering and Photon Correlation Spectroscopy*. Kluwer Academic Publishers. 192 p. https://www.springer.com/gp/book/9780792347361

Plantz, P.E. (2011). Explanation of Data reported be Microtrac Instruments. Provided by: Microtrac Inc. Particle Size Measuring Instrumentation. 14 p. https://www.microtrac.com/downloads/application-reports/

Sighicelli, M., Lietrelli, L., Lecce, F., Iannilli, V., Falconieri, M., Coscia, L., Di Vito, S., Nuglio, S. and Zampetti, G. (2018). Microplastic pollution in the surface waters of Italian subalpine lakes. *Environ. Pollut*. 236, 645 – 651. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29433105

Speight, J. G., Lange, N. A. (2005). *Lange's handbook of chemistry*. Edition 16. McGraw-Hill, 2005, 2758–2785. https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071432207