



**ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР НА ТЕМА:
ПЛАСТМАСОВИ МИКРОЧАСТИЦИ: ПРОБЛЕМ ПО
ХРАНИТЕЛНАТА ВЕРИГА**

**A LITERATURE REVIEW ON THE TOPIC:
MICROPLASTICS: A PROBLEM ON THE FOOD CHAIN**

СЪДЪРЖАНИЕ:

1. Въведение.....	2
2. Етикетиране на опаковки предназначени за контакт с храни.....	5
3. Маркировка за рециклиране на опаковката и вида на материала, от който е изработена.....	8
4. Как се разграждат полимерите.....	11
5. Пластмасови микрочастици.....	12
5.1 Наличие на пластмасови микрочастици в риби.....	14
5.2 Наличие на пластмасови микрочастици във вода.....	15
5.3 Наличие на пластмасови микрочастици в сол.....	16
6. Препоръки и заключения.....	20
Литература.....	23

Резюме

Пластмасовите опаковки, които са предназначени за храни са едни от най-разпространените опаковки, поради своята приемлива цена, лесна употреба и добър естетичен външен вид, а така също и защото имат отлични свойства. Недостатък на тези опаковки е, че причиняват екологични проблеми поради факта, че една част от тях не са биоразградими, много често не се изхвърлят на подходящи места и предизвикват замърсявания и болести, както при хората, така и при животните.

Опаковките, които попадат в морската среда и водят до появата на пластмасови микрочастици са проблем, създаден изцяло от хората. Те най-често преднамерено или не са изхвърлени в морето, реките или по плажовете. Изхвърлените опаковки стават причина за гибелта на стотици хиляди морски птици, бозайници, риби и други морски организми. Разграждането на опаковките в морето отнема от няколко до десетки, стотици и дори хиляди години.

Целта на настоящия литературен обзор е да се направи проучване върху основните източниците на замърсяване в околната среда, водещи до появата на пластмасови микрочастици и да се проследят възможностите за попадането им по хранителната верига.

1. Въведение

Основните функции на опаковките, предназначени да влизат в контакт с храни са да запазват качеството и безопасността на храните по време на тяхното съхранение и транспортиране, а така също и да удължат техния срок на годност. Опаковките, също така трябва да предотвратяват неблагоприятните фактори или състояния от заобикалящата ги среда, такива като химични замърсители, микроорганизми, кислород, влага, светлина и др., които биха влошили техните качества и безопасност (фигура 1) [1].



Фигура 1 Общи свойства на материалите, предназначени за храни

Пластмасовите артикули в нашето ежедневие представляват голяма група материали, чиито основни компоненти са синтетични или полусинтетични органични полимери. Най-често пластмасите се добиват, чрез процесите полимеризация или поликондензация на мономери или съполимери.

В Таблица 1 са изброени най-масовите видове пластмаси и хартии, които използваме в нашето ежедневие.

Таблица 1 Източници за получаване на опаковки

Източник	Употреба
<p align="center">Полиетилен терефталат (PET или PETE)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - опаковки на бисквити, - производство на бутилки за минерална вода, - газирани и безалкохолни напитки, - сиропи за кашлица, - лейкопласт, - полиестерни влакна и др.
<p align="center">Полиетилен висока плътност (HDPE)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - бутилки, - пликчета за пазаруване, - торбички за фризер, - бутилки за прясно мляко, - кутии за сладолед и сокове, - опаковки на шампоан и почистващи препарати, - тръбопроводи за напояване на селскостопанска продукция, - кошчета за отпадъци, - имитация на дърво,

	- за капачките на минералната вода и др.
Полиетилен ниска плътност (PELD или LDPE)	- торбички за еднократна употреба, - различни контейнери, - диспенсери за течни сапуни, - меки бутилки, - опаковки на шампоани, - миещи препарати , - домакинско фолио, - опаковки на козметични продукти, - лабораторно оборудване и т.н.
Поливинилхлорид (V или PVC)	- производство на бутилки за съхранение на нехранителни продукти, - опаковки за козметични продукти, - блистери, - изолация на електрически уреди, тръбопроводи, - канализация, - огради, - дограма, - подови настилки.
Полипропилен (PP)	- сламки, - чинии за микровълнови фурни, - градински пластмаси, - чаши, - контейнери за храна, - домакински съдове, - опаковки на солети, - бисквити и др. сладкарски и тестени продукти, - кофички за кисело мляко и плодови млека, -памперси.
Полистирен (PS)	- чашки за кафе за еднократна употреба, - кутии за храна за вкъщи, - саксии, - играчки, - видео и аудио касети, - пепелници, - вентилационни тръб, - кутийки за CD/DVD, - имитации на стъклени чаши, - играчки, - видео и аудио касети, - кофички за кисело мляко.
Полистирен (PS-E)	- пенообразни чаши за топли напитки, - контейнери за топла храна.
други (OTHER или O) (смесени; най-често polycarbonate - PC, но също	- бебешки шишета, - бутилки за вода за многократна употреба,

polylactide - PLA, продукти направени от възобновяеми суровини)	- кутии за съхранение на храна, - опаковки за медицински нужди.
Акрилонитрил бутадиен стирол (ABS)	- монитори, - кутии за телевизори, - кафе машини, - мобилни телефони, - повечето компютърни компоненти.
Полиетер сулфон/ PES пластмаси (Polyethersulfone)	- медицината, - хранително-вкусовата промишленост, - за производство на бебешки шишета, - кухненско оборудване, - електрически уреди, - автомобилостроене.
Хартиени и картонени опаковки	- кутии, - тави, - капаци за комбинирани транспортни опаковки или палетизирани товари и др.; - картонени опаковки за хранителни продукти (бонбони, яйца), - и др.

2. Етикетиране на опаковки предназначени за контакт с храни

Съгласно чл. 15 (1) на РЕГЛАМЕНТ (ЕО) № 1935/2004¹ материалите и предметите, които все още не са в контакт с храни, когато са пуснати на пазара, се придружават от:

а) думите „за контакт с храни“ или конкретно означаване на тяхната употреба, като например кафе машина, бутилка за вино, лъжица за супа, или знака:



б) при необходимост, указания за спазване на специални условия с цел безопасна и подходяща употреба;

в) името или търговското наименование и в единия, и в другия случай, адреса или седалището на производителя, преработвателя или продавача, отговорен за пускането на пазара, създаден в рамките на Общността;

¹ Регламент (ЕО) № 1935/2004 на Европейския Парламент и на Съвета от 27 октомври 2004 година относно материалите и предметите, предназначени за контакт с храни, и за отмяна на Директиви 80/590/ЕИО и 89/109/ЕИО

г) съответстващо етикетиране или идентификация, за да се осигури проследимост на материала или предмета по смисъла на член 17 от настоящия регламент;

д) когато става въпрос за активни материали и предмети, информация за разрешената употреба или употреби и друга важна информация, като например името и количеството на веществата, отделени от активния компонент, за да се даде възможност на стопанските оператори в сектора на храните, които използват тези материали и предмети, да спазват всички релевантни разпоредби на Общността или, при отсъствието на такива, националните разпоредби, приложими за храните, включително и разпоредбите за етикетирането на храните.

Съгласно чл. 5 от Наредба за опаковките и отпадъците от опаковки² лицата по чл. 14, ал. 1 ЗУО маркират всяка пусната от тях на пазара опаковка със:

1. идентификационен номер и/или абривиатура съгласно таблиците по-долу (**Таблица 2 – Таблица 8**);
2. маркировка за рециклиране на опаковката и вида на материала, от който е изработена, съгласно **Фигура 2**;
3. маркировка за разделно събиране на отпадъците от опаковки (**Фигура 3**).

Таблица 2 Код и абривиатура ¹⁾ на пластмасите

Материал на опаковката	Абривиатура	Идентификационен код
полиетилен терефталат	PET	1
полиетилен висока плътност	HDPE	2
поливинил хлорид	PVC	3
полиетилен ниска плътност	LDPE	4
полипропилен	PP	5
полистирен	PS	6
други пластмаси	-	7 - 19

¹⁾ Използват се само главни букви

² Наредба за опаковките и отпадъците от опаковки Обн. - ДВ, бр. 85 от 06.11.2012 г., в сила от 06.11.2012 г.; изм. и доп., бр. 76 от 30.08.2013 г., в сила от 30.08.2013 г.; изм., бр. 30 от 15.04.2016 г., в сила от 17.06.2016 г. Приета с ПМС № 271 от 30.10.2012 г.

Таблица 3 Код и абривиатура ¹⁾ на хартията и картона

Материал на опаковката	Абривиатура	Идентификационен код
вълнообразен картон	PAP	20
друг картон	PAP	21
хартия	PAP	22
хартия	PAP	23 - 39

¹⁾ Използват се само главни букви

Таблица 4 Код и абривиатура ¹⁾ на металите

Материал на опаковката	Абривиатура	Идентификационен код
стомана	FE	40
алуминий	ALU	41
други метали	-	42 - 49

¹⁾ Използват се само главни букви

Таблица 5 Код и абривиатура ¹⁾ на дървените материали

Материал на опаковката	Абривиатура	Идентификационен код
дърво	FOR	50
корк	FOR	51
други дървесни материали	FOR	52 - 59

¹⁾ Използват се само главни букви

Таблица 6 Код и абривиатура ¹⁾ на текстила

Материал на опаковката	Абривиатура	Идентификационен код
памук	TEX	60
юта	TEX	61
друг текстил	TEX	62 - 69

¹⁾ Използват се само главни букви

Таблица 7 Код и абривиатура ¹⁾ на стъклото

Материал на опаковката	Абривиатура	Идентификационен код
безцветно стъкло	GL	70
зелено стъкло	GL	71
кафяво стъкло	GL	72
друго стъкло	GL	73 - 79

¹⁾ Използват се само главни букви

Таблица 8 Код и абривиатура ¹⁾ на композитните материали

Материал на опаковката	Абривиатура ²⁾	Идентификационен код
хартия и картон/метал		80
хартия и картон/пластмаси		81
хартия и картон/алуминий		82
хартия и картон/бяла ламарина		83
хартия и картон/пластмаси /алуминий		84
хартия и картон/пластмаси /алуминий/бяла ламарина		85 - 89
пластмаса/алуминий		90
пластмаса/бяла ламарина		91
пластмаса/метали		92 - 94
стъкло/пластмаса		95
стъкло/алуминий		96
стъкло/бяла ламарина		97
стъкло/метали		98 - 99

¹⁾ Използват се само главни букви.

²⁾ За композитните опаковки се изписва буква "С" и се поставя наклонена черта (С/), като след наклонената черта се изписват абривиатурите за съответните компоненти, разделени с наклонени черти (например за опаковки от хартия, полиетилен и алуминий се използва абривиатурата С/РАР/РЕ/ АЛУ).

3. Маркировка за рециклиране на опаковката и вида на материала, от който е изработена

Международният символ за рециклиране е широко възприет символ обозначаващ материали, които подлежат на рециклиране (*Фигура 2*). Съставен е от три „гонещи“ се стрелки образуващи т. нар. Мьобиусова лента с триъгълно очертание и символизиращи кръговрата в природата.



Фигура 2 Маркировка за рециклиране на опаковката и вида на материала от който е изработена

Съгласно Приложение 3 към чл. 5, ал. 1, т. 2 от Наредба за опаковките и отпадъците от опаковки между трите стрелки се поставят цифрите посочени в Таблицы от 2 до 8 (*т. нар. идентификационен код*), а *абривиатурата* за материала на опаковката се поставя под графичния знак.

Маркировка за разделно събиране на отпадъците от опаковки

Всеки производител или вносител трябва да поставя означение, че отпадъкът от опаковката се събира разделно. Най-популярния знак за означаване на разделното събиране е т. нар. "човече с кошче", което изглежда по следния начин (*Фигура 3*):



Фигура 3 Знак за разделно събиране

Разделното събиране може да се означава и по друг начин, включително и чрез надпис: "Разделно събиране".

Символът на "*зелената точка*" е въведен от Duales System Deutschland (*Фигура 4*). Организацията е създадена през 1990г. Нейната цел е развитие чрез "зелената точка" на екологично съобразена, пестяща ресурси икономика, движеща се в затворен кръг по отношение на опаковките. Тя е териториално ориентирана система за събиране, сортиране и преработка на отпадъци от опаковки, работеща на база на частната икономика. Нещо повече, Duales System, която понастоящем има структурни единици в лицето на над 600 промишлени и търговски предприятия, гарантира, че употребените опаковки не се събират на сметищата, не се изгарят, а в съответствие с определените квоти в Наредбата за опаковките в Германия /в сила от 1991г./ се преработват като материали", т. е се *рециклират*.



или



Фигура 4 Лого за разделно събиране и преработка на боклук

Пластмасовите опаковки, които са предназначени да влизат в контакт с храни са едни от най-разпространените опаковки, поради своята приемлива цена, лесна употреба и добър естетичен външен вид, а така също и защото имат отлични физико-химични свойства. Недостатък на тези опаковки е, че причиняват екологични проблеми поради

факта, че една част от тях не са биоразградими, много често не се изхвърлят на подходящи места и предизвикват замърсявания и болести, както при хората, така и при животните. Голяма част от тях са химически устойчиви, т. е. не реагират на въздействието на соли, основи и киселини. Трудно гният, водо- и газонепропускливи са.

Преди навлизането на наноматериалите в опаковъчната индустрия, използването на синтетични полимери бе заменено с внедряването на биополимерни материали [2]. Биопластмасите вече намират широко приложение в Европа, където заемат около 60 % от пазара на биоразградими опаковъчни материали. Биопластмасите застрашават по-малко околната среда при производството на опаковки, но са опасни за природата поради неконтролното обезлесяване на големи територии за добив на необходимата биомаса. Биополимери на база полизахариди, протеини и липиди биват използвани за производството на ядивни филми. Ядивните филми намират комерсиално приложение при предпазването на месни продукти, плодове и зеленчуци от патогенно микробно замърсяване, както и за защита от влага, кислород и други газове, мазнини и масла. Но, от друга страна, условията на средата, като температура, относителна влажност и физическото манипулиране на продукта от страна на потребителя, могат да влошат значително бариерните свойства на опаковката. Очакванията, че новите биополимерни опаковъчни материали, (в т. ч. годните за консумация/ядивни полимерни филми, произведени от възобновими ресурси), биха могли да разрешат проблема със замърсяването на околната среда в глобален мащаб, благодарение на био-разградимите си свойства, не се оказват реалистични, поради ограничената им употреба, дължаща се преди всичко на слабите бариерни и механични свойства на природните полимери.

През изминалото десетилетие сме свидетели на засилен интерес към т. нар. наночастици, чиито размери варират от няколко нанометра до няколкостотин. Свойствата и сферите на тяхното приложение зависят съществено от техния размер.

Нанотехнологията оказва влияние върху редица области, една от които е храните. Тя обхваща процесите от създаването на храната до пакетирането и транспортирането ѝ. През годините редица разработки са направени за наноматериали, допринасящи за промяна на вкуса на храната, нейната безопасност, а така също за ползите от нея за здравето на човека. Така например нанокompозити от глина се използват за направата на слой върху бутилки, кашони и опаковки, който слой не пропуска газове (кислород или въглероден двуокис) [2-3].

От литературата е известно, че при производството на много видове опаковки се използват различни видове пластмаси с вградени сребърни наночастици, които

допринасят за унищожаването на бактериите, разположени върху материалите и това води до намаляване на рисковете за здравето на потребителя. Редица изследователи използват силикатни наночастици в пластмасово фолио за опаковане на храна за осигуряване на т.нар. бариера за газове или влага, които биха довели до негодност на храната за консумиране или изсушаването ѝ. Също така в споменатото фолио се влагат наночастици от цинков оксид, който намалява (блокира) проникването на UV-лъчите и осигурява антибактериална среда, като същевременно се повишава устойчивостта на материала, от който е изградена опаковката. Друга интересна разработка е вграждането на наносензори в опаковки за откриване на бактерии (напр. салмонела) и други замърсители. За огромен потенциал в нанотехнологиите се смята откриването на т. нар. въглеродни нанотръби. Те имат здравина, по-голяма от тази на диаманта, по-издръжливи са от стоманата и са значително по-леки от алуминия. Известно е, че съществуват нанопокрития от въглеродни нанотръби, чиято основна цел е да предпазват стъклени, метални и пластмасови повърхности на опаковките.

4. Как се разграждат полимерите [2]

Разградимостта е много важна характеристика за полимерите и полимерните наноматериали, с оглед на тяхното приложение в опаковки на храни. Съобразно тяхната разградимост, съществуват няколко типа полимери, които се използват за опаковки:

- ❖ Бързоразградимите полимери са традиционни, базирани на петролни продукти синтетични полимери, при които в процеса на екструзия се поставя специална добавка – деградиращ агент, който ускорява многократно разлагането на полимера в околната среда. Химическите добавки намаляват устойчивостта на полимера и под въздействието на кислорода, ултравиолетовите лъчи от слънцето, топлината и влажността, материалът се разгражда бързо, във вид на лентички и малки късчета полимер, които, обаче, не стават на тор. Притеснения, обаче, поражда възможността тези химически добавки да попаднат и да се натрупват във флората и фауната, а след това по хранителната верига да попаднат и в човешкия организъм. Например, фото- и оксоразградими материали не могат да бъдат считани за биоразградими, тъй като не отговарят на изискванията на европейските стандарти за разградимост и са забранени в редица европейски държави;

- ❖ Биоразградими полимери: Биоразградимостта е процес, който описва минерализацията на органичните структури под действието на клетъчни организми (микроорганизми, ензими, гъби, бактерии). Те превръщат биополимерите във въглероден диоксид, метан, вода, биомаса и крайният продукт е компост (тор);
- ❖ Компостируемите полимери са биоразградими полимери, които могат да се компостират в инсталация за индустриален компост. Тези полимери могат да бъдат получени по различен начин — както от възобновими природни източници, така и от нефт и природен газ. В Европейския съюз е въведен стандартът EN 13432, на който трябва да отговарят всички полимери, които имат претенцията да се наричат компостируеми.

5. Пластмасови микрочастици

Известно е, че около 70 % от планетата е покрита с вода. Отпадъците, попадащи във водните източници и по-специално пластмасите, представляват заплаха не само за здравето на морските екосистеми, но и за световната икономика и населението.

Твърдите отпадъци (опаковки), които попадат в морската среда и водят до появата на *пластмасови микрочастици* са проблем, създаден изцяло от хората [4]. Това са най-често предмети и материали, които са направени или използвани от човека и преднамерено или не изхвърлени в морето, реките или по плажовете. Те стават причина за гибелта на стотици хиляди морски птици, бозайници, риби и други морски организми. Разграждането на опаковките в морето отнема от няколко до десетки, стотици и дори хиляди години.

Колко време отнема разграждането на опаковки във водата?

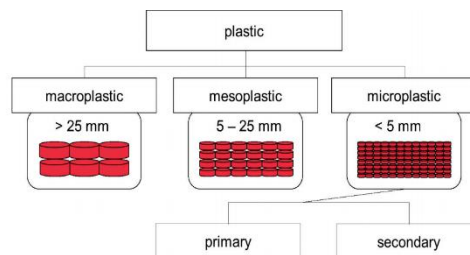
- ※ Цигарени фасове: **1 – 5 години**;
- ※ Найлонови торбички: **10 – 20 години**;
- ※ Чаши от стиропор и консервени кутии: **50 години**;
- ※ Алюминиеви кутийки: **най-малко 200 години**;
- ※ Пластмасови бутилки: **450 години**;
- ※ Рибарска мрежа от тънко влакно: **най-малко 600 години**;
- ※ Стъклени бутилки: **1 милион години**.

През последните години замърсяването с пластмасови микрочастици получава все по-голям интерес от страна на изследователи, политици и обществеността. Един от основните аспекти на замърсяването с пластмаси е появата им във водните екосистеми.

По определение пластмасовите микрочастици представляват малки фрагменти, които имат размери под 5 мм [5-6].

Класификация на морските отпадъци по размер:

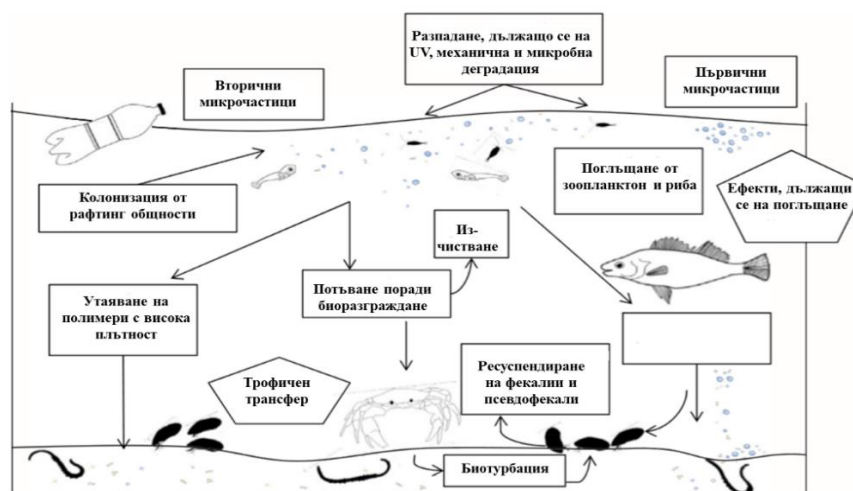
- ※ Макрочастици: над 25 mm;
- ※ Мезочастици: 5 – 25 mm;
- ※ Микрочастици: до 5 mm
 - големи: 1 – 5 mm
 - малки: под 1 mm
- ※ Наноматериали: агрегат от частици с размер 1 – 100 nm (1 000 000 nm = 1 mm).



На фигура 5 са представени пътищата за разпространение на пластмасови микрочастици и техните биологични взаимодействия във водна среда. Тези частици се срещат във водната среда като първични и вторични.

Първични микропластмаси - те представляват пластмасови частици, произведени в микро размер, напр. пластмасови пелети (микрочастици).

Вторични микропластмаси - те са парчета пластмаса от по-големи предмети, като например пластмасови бутилки, които са се „раздробили“ под въздействието на вятъра, вълните или ултравиолетовите лъчи.



Фигура 5 Потенциални пътища на разпространение на пластмасови микрочастици и техните биологични взаимодействия [6]

5.1 Наличие на пластмасови микрочастици в риби

Известно е, че *макрочастиците* представляват риск за здравето и живота на различните животински видове при заплитане или поглъщане, докато *микрочастиците* и *наноматериалите* попадат в хранителните вериги. Последиците от натрупване на токсични материали биха се отразили отрицателно на популациите на засегнатите видове, но представляват и потенциален риск за хората при консумацията на морски продукти.

Морските животни поглъщат пластмасовите микрочастици по различни начини [7]:

- ※ **мидите и стридите** - хранейки се чрез филтриране;
- ※ **рибите и ракообразните** - чрез хрилете или директно през устата;
- ※ **за животните, които се хранят чрез филтриране**, поглъщането на пластмаса не е избиращ процес. Но организми като рибите, чиито метод на хранене е по-избиращ, могат да поемат микрочастиците, когато поглъщат замърсена плячка или по невнимание, мислейки микропластмасите за храна.

Има научни изследвания, в които е установено наличието на пластмасови микрочастици в храносмилателния тракт на уловена дива риба [8]. В научната литература все по-често изследователите са насочили вниманието си към търговски морски видове поради потенциалните последици за тях от поглъщането на вредните частици. Има проучвания, доказващи наличие на пластмасови микрочастици в търговски видове риби (бентосни и пелагични), например от Ламанша, Северно море, Балтийско море, Тихия океан, Средиземно море, Адриатическо море и североизточната част на Атлантическия океан. Въпреки това, количествата на пластмасовите микрочастици, които са наблюдавани в рибите обикновено са много ниски, обикновено в диапазона < 1- 2 частици на индивид. Процентът на рибите, погълнали частици, варира от 2,6% в Северно море до 18% в централно Средиземноморие, до 28% в Адриатическо море и 41% в източното Средиземноморие.

По подобен начин е наблюдавано и наличието на пластмасови микрочастици в пазарно-закупени сладководни риби, включително Нилски костур (*Lates niloticus*) и Нилска тилапия (*Oreochromis niloticus*) от езерото Виктория (Танзания), като 20% от всеки вид съдържа микрочастици в храносмилателния си тракт. Двадесет и седем вида риби, събрани от рибните пазари в Шанхай, произхождащи от морските (устието на река

Янцзе, Южнокитайско море и Източнокитайско море) и сладководните (езерото Тайху) източници също имат различна степен на замърсяване.

На фигура 6 са показани примери за полимери, намерени в атлантическа треска от градското пристанище Берген [9].

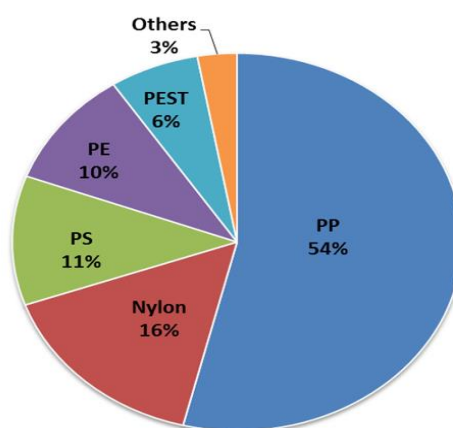


Фигура 6 От ляво: полиестер, поливинилхлорид и стиролова акрилонитрилова смола

5.2 Наличие на пластмасови микрочастици във вода

Според публикувано мащабно изследване, е установено, че в 93 % от взетите проби с *бутилирана вода* е било констатирано замърсяване с пластмасови микрочастици [10]. Този факт, е установен от учени от държавния университет в Ню Йорк, участващи в изследване на Orb Media, публикувано съвместно с Дойче Веле.

Като цяло е установено, че при изследваните проби, наличието на полипропилен е най-често срещан (54%), следвано от найлон (16%) (фигура 7). Полипропиленът е полимер, който често се използва за производство на пластмасови капачки за бутилки, заедно с полиетилен, който съответства на 10% от анализираниите частици.

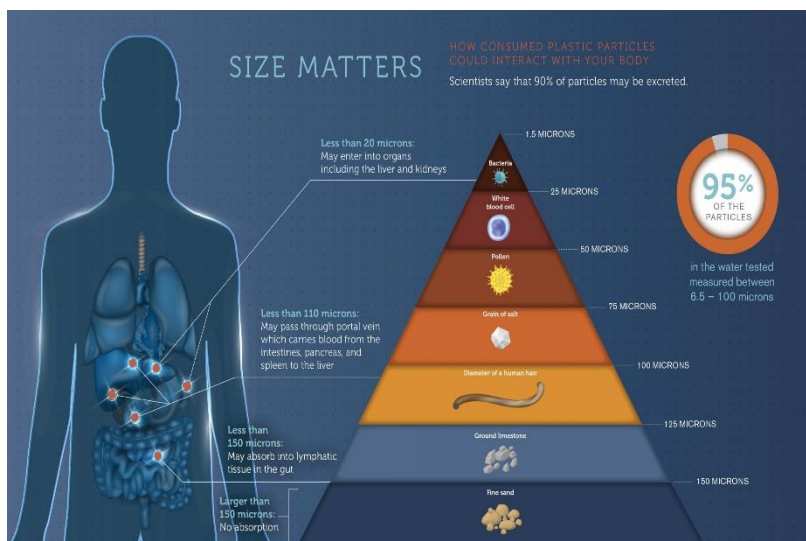


Фигура 7 Полимерно съдържание на пластмасови микрочастици > 100 um: PP-полипропилен; PE- полиетилен; PEST- полиестер+полиетилен терефталат; Other- Azlon, полиакрилати и съполимери

При своите експерименти учените открили средно 10,4 частици на литър, чиято големина била 100 микрона. Това отговаря на около 0,1 милиметър, колкото е например дебелината на човешкия косъм.

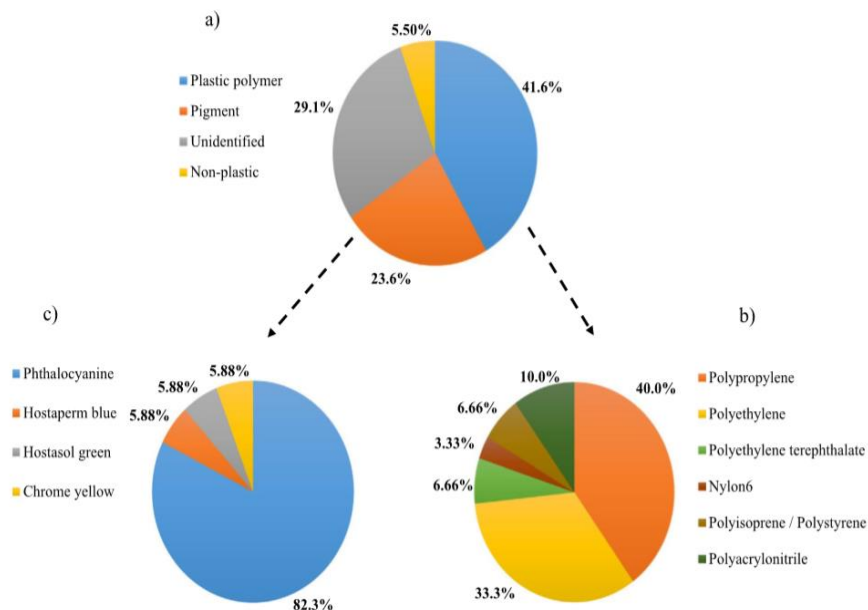
Според Световната здравна организация,

предстои да се установява ефекта на пластмасовите микрочастици върху човешкия организъм, но шокиращите резултати от проведеното проучване, дават основание да се търсят нови възможности за начина, по който пластмасовите продукти се проектират, произвеждат и рециклират по света.



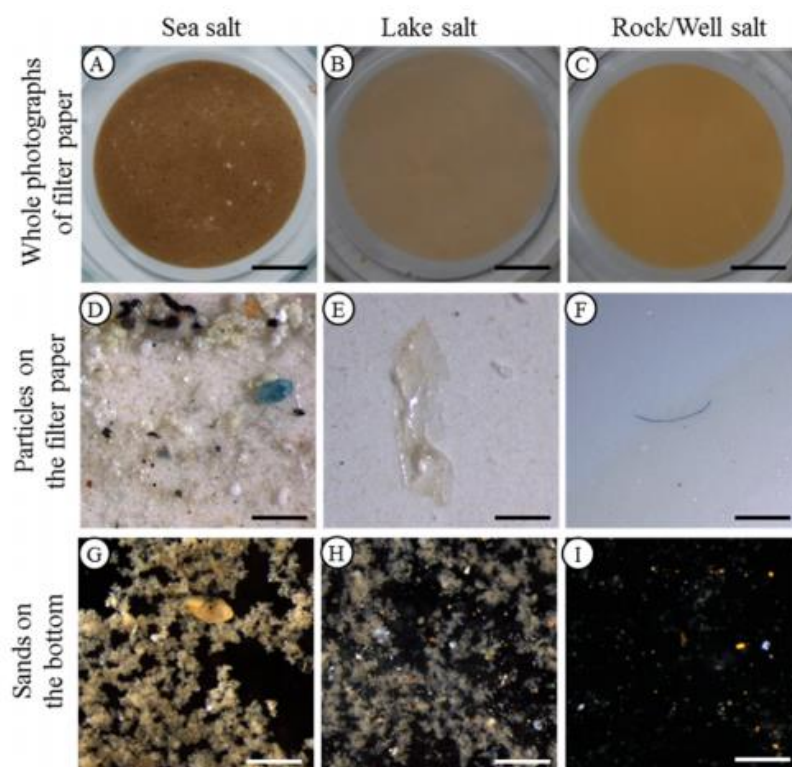
5.3 Наличие на пластмасови микрочастици в готварска сол

Редица учени изследват и доказват наличието на пластмасови микрочастици в трапезна сол [11-13]. На фигура 8 са представени химичният състав на изолирани в солта пластмасови микрочастици. От проучванията е установено, че най-често срещаните микрочастици в сол са от *полиетилен терефталат, последван от полипропилен и полиетилен.*



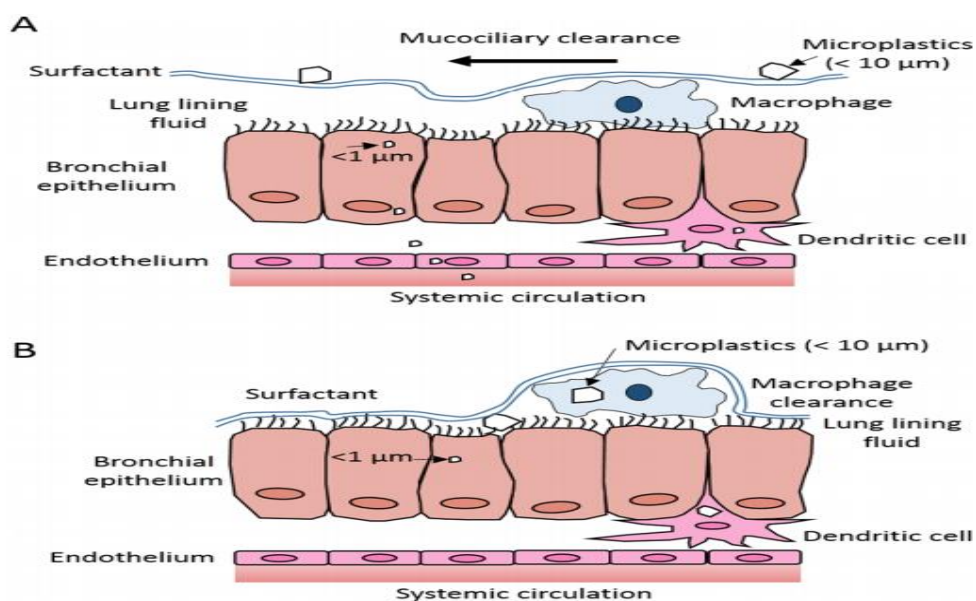
Фигура 8 Диаграма на химичния състав на изолирани частици в сол: а) диаграма на химическия състав на изолираните частици от всички проби на солта и съответното съотношение на различните пластмасови полимери (b) и (в) пигменти

В свое проучване Yang и колектив изследват наличието на пластмасови частици в сол от Китай [14]. В това изследването са събрани 15 марки соли от супермаркети в Китай. Установено е съдържанието на пластмасови микрочастици, както следва: 550-681 частици/кг в морски соли, 43-364 частици/кг в езерни соли и 7-204 частици/кг в солта от скали/кладенци. Частиците са били с размери по-малки от 200 μm , като най-често те са били от полиетилен терефталат, следвани от полиетилен и целофан в морските соли (фигура 9). В проучването е установено, че наличието на пластмасови частици в морските соли е значително по-високо от това в езерните соли и скалните соли.



Фигура 9 Снимки на общите частици, изолирани от трапезна солите: А-С - цели снимки на филтърна хартия; D-F – частици върху филтърна хартия; G-I - пясъци на дъното

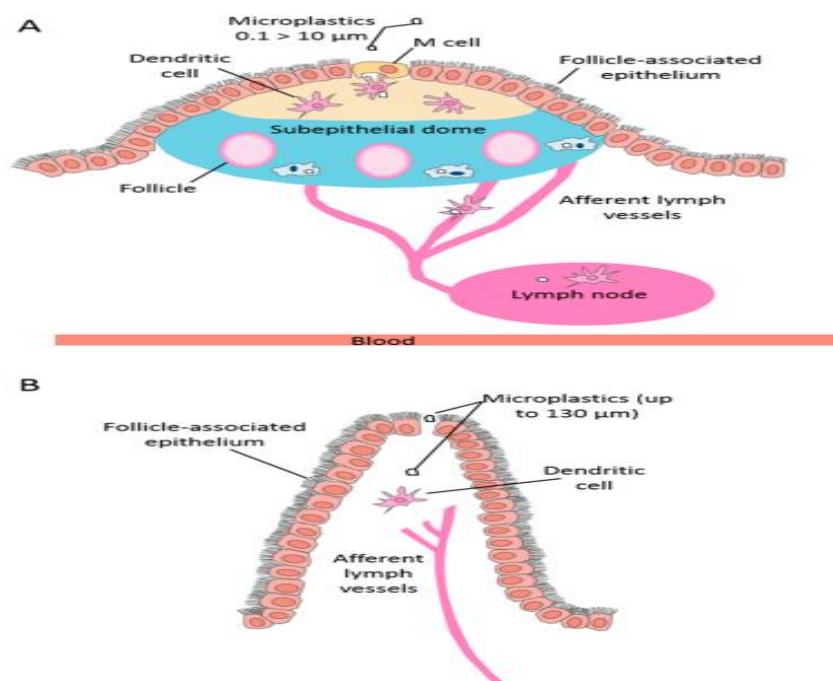
Wright и колектив са проследили влиянието на пластмасите и здравето на хората [15]. На фигура 10 е показан потенциалният механизъм на попадане на пластмасови микрочастици в бял дроб.



Фигура 10 Потенциален механизъм да действие

В материала се споменава, че вероятността от попадане на пластмасови микрочастици в белодробната лигавична течност се намалява в горните дихателни пътища, където лигавицата е дебела (А). В тази част на тялото вероятно могат да попаднат частици с размери $> 1 \mu\text{m}$. За частици $< 1 \mu\text{m}$ е възможно поемане през епитела. (В) Ако аеродинамичният диаметър на пластмасовите частици позволява отлагането им по-дълбоко в белия дроб, то те може да проникнат в по-тънката течност на лигавицата на белия дроб и да се свържат с епитела, пренасяйки се чрез дифузия или активно клетъчно поглъщане.

На фигура 11 са показани потенциалните пътища на пластмасовите микрочастици, при попадането им в стомашно-чревения тракт (GIT). От фигурата се вижда, че частиците с размери ($0.1 > 10 \mu\text{m}$) се поемат от GIT лумена, чрез ендоцитоза от М клетките на пейеровите пластири (А). М клетките транспортират частици от чревния лумен към лигавичните тъкани. Пластмасови микрочастици до $130 \mu\text{m}$ се поемат от GIT лумена, чрез парацелуларна персорбция (В). Неразградимите частици, могат да попаднат в едноклетъчния епителен слой на тъканта. Дендритните клетки са способни да фагоцитират такива частици, като ги транспортират до подлежащите лимфни съдове и вени.



Фигура 11

6. Препоръки и заключение

Наличието на пластмасови микрочастици по хранителната верига е сравнително нова и бързо развиваща се област от гледна точка на науката. Макар, че научните среди признават, че са необходими допълнителни изследвания в областта на екологията и безопасността на храните по отношение на пластмасовите микрочастици, могат да се направят следните **препоръки** [8, 16-17]:

- ※ Трябва да се признаят проблемите в рибарството и аквакултурите от появата и потенциалните въздействия на пластмасовите микрочастици по хранителната верига;
- ※ Да се разработят адекватни подходи при оценката на риска за околната среда, като се акцентира на вероятните ефекти на пластмасовите микрочастици върху хранителната верига;
- ※ Да се признаят въздействията на пластмасовите микрочастици върху качеството и безопасността на морските храни;
- ※ Да се признае, че съществуват пропуски в данните и знанията за рисковете от пластмасовите микрочастици в морски храни и да се обмисли прилагането на подходи за анализ на риска;
- ※ Приемане на рамки за анализ на риска по отношение на безопасността на храните:
 - за оценка на опасностите и рисковете за потребителите на морска храна, замърсена с пластмасови микрочастици
 - за определяне на решения и мерки за гарантиране на ефективна защита на потребителите и търговците с морски продукти.
- ※ Провеждане и насърчаване на икономически ефективен и добре обмислен мониторинг на околната среда по отношение на микрочастиците;
- ※ Разработване и популяризиране на най-подходящите подходи за наблюдение на нивата на замърсяване в търговските рибни ресурси с пластмасови микрочастици;
- ※ Създаване и хармонизиране на аналитични методи, които да се използват за количествено откриване и определяне на пластмасови частици, а така също и осигуряване на подходяща интерпретация на резултатите въз основа на направена оценка на риска;

- ※ Създаване на бърз метод за оценка за наличието на пластмасови микрочастици;
- ※ Хармонизиране на вземането на проби;
- ※ Насърчаване на сътрудничеството между националните и регионалните власти, промишлеността и заинтересованите страни, свързани с въздействието на замърсяването с пластмасови микрочастици и въздействията им по хранителната верига;
- ※ Да се повиши осведомеността на съответните органи (централни, регионални и общински), секторите (промишлеността, транспорт и др.), както и самите потребители с въпросите свързани с наличието на пластмасови микрочастици и източниците им на поява по хранителната верига;
- ※ Да се създаде стимули за рециклиране;
- ※ Намаляване на изделията за еднократна употреба;
- ※ Изграждане на повече инфраструктура за управление на отпадъците;
- ※ Да се използва правителствена намеса за финансиране на големи почиствания в региони с големи концентрации на морска отпадъци;
- ※ Да се разработят образователни и информационни програми, които описват най-актуалните научни изследвания относно въздействията на пластмасовите микрочастици върху екосистемите. Изработване на програми за повишаване на осведомеността на обществото и студентите, като по този начин се повиши мотивацията за действия, които спомагат за намаляване на замърсяването с пластмасови микрочастици (поведенчески промени);
- ※ Да се работи в насока преработване на риболовното и аквакултурното оборудване, с цел да бъде по-екологично;
- ※ Да се повиши степента на насърчение на хората за разделно събиране на отпадъците от домакинствата;
- ※ Да се инвестира в нова и подобрена инфраструктура за управление на отпадъците на речни, пристанищни и плажните територии.

Трябва да се знае, че въздействието на пластмасовите **микрочастиците върху човешкото здраве, все още не е напълно изучено.**

Няма законодателство за пластмасови микрочастици, които да се третираат като замърсители в храни.

Тъй като количеството на вредни пластмасови отпадъци в моретата и океаните се увеличава все повече и повече, Европейската комисия предлага **нови общоевропейски правила**, насочени към пластмасови продукти за еднократна употреба, които най-често се срещат по европейските плажове и морета, както и към изгубените или изоставените риболовни уреди.

С новите правила ще се въведат:

- ※ забрана за използването на пластмаса в определени продукти: когато са **налични алтернативи на достъпни цени**, ще бъде забранено предлагането на съответните пластмасови продукти за еднократна употреба на пазара. Забраната ще се отнася до пластмасовите клечки за уши, прибори за хранене, чинии, сламки, бъркалки и пръчки за балони. Пластмасови съдове за напитки за еднократна употреба ще се допускат на пазара **само** ако техните капачки остават прикрепени към тях;
- ※ държавите членки ще бъдат задължени да събират 90% от пластмасовите бутилки за еднократна употреба към 2025г., например чрез депозитни системи;
- ※ мерки за повишаване на осведомеността: държавите членки ще бъдат задължени да повишават осведомеността на потребителите за отрицателните последици от изхвърлянето на пластмасови продукти за еднократна употреба и риболовни уреди, както и за наличните системи за повторна употреба и възможностите за управление на отпадъците за всички тези продукти.

Проблемите свързани със замърсяването на околната среда от употребявани опаковки, могат да се подобрят, чрез произвеждане на биоразградими опаковки; събиране на отпадъци в моретата, океаните, реките.

Литература:

1. Jong-Whan Rhim, Hwan-Man Park, Chang-Sik Ha, Bio-nanocomposites for food packaging applications, Progress in Polymer Science Volume 38, Issues 10–11, October–November 2013, Pages 1629-1652
2. Станислав Георгиев Коцилков, Безопасност и оценка на екологичния риск от полимерните нанокомпозици прилагани за опаковки: технологични и правни аспекти, Дисертация за присъждане на образователната и научна степен „Доктор“
3. Нанотехнологии и опаковане, (<https://propackmagazine.bg/bg/Статии/Опаковъчни-технологии/Нанотехнологии-и-опаковане/85/>)
4. Опазване чистотата на морската среда. Ръководство с добри практики за намаляване на твърдите отпадъци в морето и по крайбрежието, ISBN 978-954-9452-17-4
5. Daniel Venghaus, Matthias Barjenbruch, Microplastics in urban water management , Environmental engineering DOI: 10.4467/2353737XCT.17.011.6108
6. Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood, EFSA Journal 2016;14(6):4501 (<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4501>)
7. Замърсяването с пластмаси в Европа, „Грийнпийс“ / „За Земята“ 3, ([https://securedstatic.greenpeace.org/bulgaria/Global/bulgaria/Campaigns/Plastic/Brochure%20plastics factsheet%20 BG-WEB.pdf](https://securedstatic.greenpeace.org/bulgaria/Global/bulgaria/Campaigns/Plastic/Brochure%20plastics%20factsheet%20BG-WEB.pdf))
8. Microplastics in fisheries and aquaculture, FAO, Food and agriculture organization of the United Nations, Rome, 2017
9. Brate, Inger Lise N.; Huwer, Bastian; Thomas, Kevin V.; Eidsvoll, David P. ; Halsband, Claudia; Almroth, Bethanie Carney; Lusher, Amy, Micro-and macro-plastics in marine species from Nordic waters, Nordic Council of Ministers. TemaNord, No. 2017:549, DOI: 10.6027/TN2017-549
10. Microplastics found in global bottled water, (<https://orbmedia.org/stories/plus-plastic>)
11. Sedat Gündoğdu, Contamination of table salts from Turkey with microplastics, Food Additives & Contaminants: Part A
12. Maria E. Iñiguez, Juan A. Conesa, Andres Fullana, Microplastics in Spanish Table Salt, Scientific REPORTS|7:8620|DOI:10.1038/s41598-017-09128-x, 2018

13. Ali Karami, Abolfazl Golieskardi, Cheng Keong Choo, Vincent Larat, Tamara S. Galloway, Babak Salamatina, The presence of microplastics in commercial salts from different countries, Scientific Reports|7:46173|DOI:10.1038/srep46173, 2017
14. Dongqi Yang, Huahong Shi, Lan Li, Jiana Li, Khalida Jabeen, and Prabhu Kolandhasamy, Microplastic Pollution in Table Salts from China, Environ. Sci. Technol. 2015, 49, 13622–13627, (https://www.researchgate.net/publication/283077972_Microplastic_Pollution_in_Table_Salts_from_China)
15. Stephanie L. Wright, and Frank J. Kelly, Plastic and Human Health: A Micro Issue? , Environmental Science & Technology, May 2017, (https://www.researchgate.net/publication/317078116_Plastic_and_Human_Health_A_Micro_Issue)
16. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment (Part 1), Journal Series GESAMP Reports and Studies, 2015 #90 (98p.), (<http://www.gesamp.org/publications/reports-and-studies-no-90>)
17. SOURCES, FATE AND EFFECTS OF MICROPLASTICS IN THE MARINE ENVIRONMENT: PART 2 OF A GLOBAL ASSESSMENT, Journal Series GESAMP Reports and Studies, 2016 #93 (221p.), (<http://www.gesamp.org/publications/microplastics-in-the-marine-environment-part-2>)

Други научни становища и актуална информация в областта на материали и предмети, предназначени да влизат в контакт с храни, както и оценка на риска по цялата хранителна верига може да намерите на сайта на Центъра за оценка на риска по хранителната верига: <http://corhv.government.bg/>

Изготвил:

д-р инж. Снежана Тодорова
главен експерт

Дирекция „Оценка на риска по хранителната верига“ при ЦОРХВ, МЗХГ

05.02.2019г.