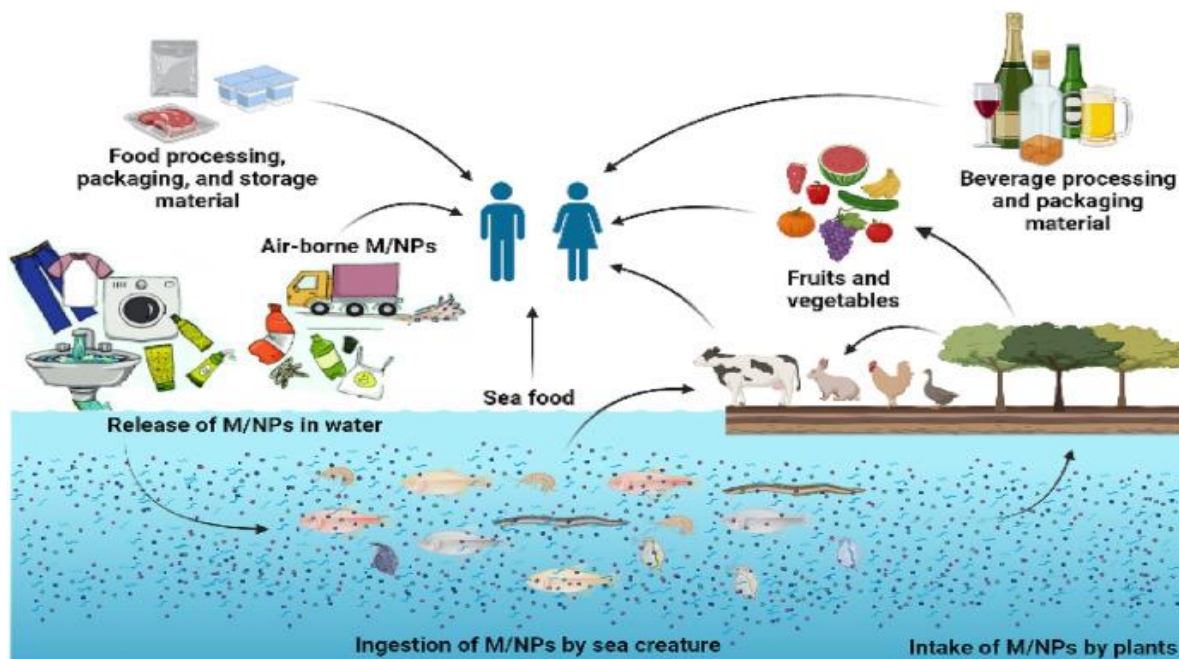




## АНАЛИТИЧЕН ДОКЛАД

### Микро- и нанопластмаси в хранителната верига – източници, експозиция и рискове за здравето



Източник на изображението:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969723032175>

#### Резюме

Микро- и нанопластмасите (МНП) са широко разпространени замърсители на околната среда, които все по-често се откриват и в ежедневието на човека. Те попадат в организма чрез храната, питейната вода и въздуха, като към настоящия момент липсват достатъчно категорични данни за пълното им въздействие върху човешкото здраве. МНП се образуват както при разграждането на по-големи пластмасови отпадъци, така и се произвеждат целенасочено и се влагат в редица продукти, включително козметика, синтетичен текстил и бои. Върху тях могат да се адсорбират замърсители като тежки метали, алергени и микроорганизми, което допълнително увеличава потенциалния риск за околната среда и живите организми.

Микро- и нанопластмасите са идентифицирани в разнообразни хранителни продукти – плодове, зеленчуци, питейна вода, морски дарове, месо, млечни и зърнени храни, като често по-високи концентрации се установяват в преработените продукти. Нивата им варират в зависимост от вида на храната, географския регион, начина на обработка и използваните опаковъчни материали. От основните пътища на експозиция при човека, хранителният прием се счита за водещ фактор за постъпването на МНП в организма.



Нарастващото производство и употреба на пластмаси през последните десетилетия, както и тяхната бавна разградимост, водят до устойчиво натрупване на МНП в околната среда и хранителната верига. Това предполага дългосрочен характер на проблема и необходимост от задълбочено изследване на потенциалните ефекти върху човешкото здраве, включително възможни нарушения в ендокринната система, метаболизма и репродуктивните функции.

В тази връзка е необходимо разработване и прилагане на надеждни аналитични методи за откриване и количествено определяне на МНП, както и въвеждане на ефективни стратегии за мониторинг и контрол. Повишаването на информираността на потребителите и производителите относно източниците на замърсяване и мерките за ограничаването му също е от съществено значение за намаляване на експозицията и риска за човешкото здраве.

### Съдържание:

№	Раздел	Страница
1	Въведение	4
2	Източници и пътища на замърсяване на околната среда с микро- и нанопластмаси	5
3	Пътища на експозиция на микро- и нанопластмасови частици в човешкото тяло	7
3.1	Вдишване на микро- и нанопластмасови частици от въздуха	7
3.2	Дермално проникване на микро- и нанопластмасови частици	7
3.3	Поглъщане на микро- и нанопластмасови частици	8
4	Пътища на замърсяване на храните	11
4.1	Контаминация на храните с микро- и нанопластмаси от кухненски съдове и прибори, процесите на приготвяне и опаковъчните материали	11
4.2	Микро- и нанопластмаси, идентифицирани в различните видове храни	13
4.3	Експозиция на съпътстващи замърсители чрез микро- и нанопластмаси	15
5	Рискове за човешкото здраве	15
6	Препоръки към производителите и потребителите на храни	16
7	Актуално състояние на замърсяването с микро- и нанопластмаси в България	17
8	Заклучение	18

Съкращение	Наименование
МП	Микропластмаси
НП	Нанопластмаси
МНП	Микро- и нанопластмаси
ABS	Акрилонитрил-бутадиен-стирен
EVA	Етилен-винил ацетат
HDPE	Полиетилен с висока плътност
HDPEТ	Полиетилен терефталат с висока плътност
LDPE	Полиетилен с ниска плътност
РАМ	Полиакриламид
РА	Полиамид
РА6	Полиамид 6
РА66	Полиамид 66
PCL	Поликапролактон
РЕА	Поли(етил акрилат)
РЕ	Полиетилен
РЕО	Полиетилен оксид
PES	Генеричен полиестер (текстил)
PESU	Полиетерсулфон
РЕТ	Полиетилен терефталат
РЕVА	Поли(етилен-ко-винилацетат)
PMMA	Полиметил метакрилат (плексиглас)
POM	Полиоксиметилен
PP	Полипропилен
PS	Полистирен
PSU	Полисулфон
PTFE	Политетрафлуоретилен
PU	Полиуретан
PVA	Поливинилов алкохол
PVC	Поливинилхлорид
PAK	Полиалкен
RY	Вискоза (район)

## 1. Въведение

В европейското законодателство, по-специално в Регламент (ЕС) № 10/2011<sup>1</sup>, пластмасата е определена като полимер, към който може да са добавени добавки или други вещества и който може да функционира като основен структурен компонент на крайните материали и предмети. Това определение е транспонирано и в българската нормативна уредба.

Терминът обхваща широка група изкуствени материали. В зависимост от поведението си при нагряване, еластичност и други физични свойства пластмасите се класифицират в три основни групи:

- **термореактивни пластмаси** (напр. полиуретан, епоксидни смоли, силикон),
- **термопластмаси** (напр. полиетилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиетилентерефталат, полистирен, полиамиди)
- **еластомери** (каучук и неопрен).

Само термопластмасите могат да бъдат повторно формовани при нагряване, което ги прави широко използвани в различни индустрии.

Фрагментите от пластмасови материали, открити в околната среда, се класифицират според размера им на:

- ✓ **макропластмаси (> 25 mm);**
- ✓ **мезопластмаси (25 mm – 5 mm);**
- ✓ **микропластмаси (5 mm – 0,1 µm);**
- ✓ **нанопластмаси (< 0,1 µm).**

От посочените категории по размер, микропластмасите и в по-малка степен нанопластмасите привличат особено внимание в дискусиите, свързани с безопасността на храните, поради потенциалното им пренасяне по хранителната верига и въздействие върху човешкото здраве.

Наличието на микропластмаси в околната среда е докладвано за първи път през 70-те години на миналия век. Счита се, че тези частици навлизат в хранителната верига и в крайна сметка могат да бъдат погълнати от човека, като съществуват доказателства за трофичен трансфер. Поради това продуктите от риболов и аквакултури са обект на задълбочени изследвания по отношение на замърсяване с микропластмаси. Освен това множество проучвания съобщават за наличие на микропластмаси и в други храни.

Притесненията относно потенциалното неблагоприятно въздействие върху общественото здраве при експозиция на микропластмаси произтичат от няколко фактора. От една страна, те са свързани с химичния състав на полимерните вериги, част от които могат да присъстват в нереагирала форма и да взаимодействат с биологични молекули след поглъщане. От друга страна, някои компоненти на пластмасовите полимери са известни със своята токсичност. Допълнително, в крайния продукт и неговите фрагменти могат да се съдържат остатъци от други потенциално вредни химични вещества, използвани в производствения процес.

Микропластмасите имат и способността да адсорбират и концентрират замърсители от околната среда. Някои от веществата, които могат да се натрупват върху микропластмасите, като полихлорирани бифенили и полициклични ароматни въглеводороди, са с канцерогенен потенциал. Поради това микропластмасите могат да представляват риск за общественото

---

<sup>1</sup> Регламент (ЕС) № 10/2011 на Комисията от 14 януари 2011 година относно материалите и предметите от пластмаси, предназначени за контакт с храни, *ОВ L 12, 15.1.2011, pp. 1–89*

здраве вследствие на своя състав, наличието на остатъчни вещества от производството или натрупването на вредни замърсители от околната среда.

### **Основните пътища на експозиция на човека от микропластмаси са:**

- **орален (чрез прием на храна);**
- **дермален (контакт с кожата);**
- **инхалационен (вдишване).**

С най-голямо значение за здравето на човека е **оралния прием**.

Естеството и степента на неблагоприятните въздействия на микропластмасите върху човешкия организъм след експозиция остават предмет на научни дебати и все още се изследват. Въпреки че съществува значителен обем от данни относно наличието на микропластмаси, информацията за тяхната токсичност и механизмите на взаимодействие с живите организми е ограничена.

Повечето проучвания съобщават за данни за оксидативен стрес, имунологични и метаболитни нарушения, както и невротоксичност след експозиция на вторични микропластмаси. Потенциалната токсичност на микропластмасите (и съответно значението им за безопасността на храните) е свързана основно с компонентите на полимерите (напр. мономери, остатъчни примеси и физическо увреждане) и с неблагоприятните ефекти, предизвикани от пластмасовите добавки.

Откриването и количественото определяне на нанопластмаси със съвременните аналитични техники остава предизвикателство. В най-дългите си размери тези частици са по-малки от 100 nm. Такива размери могат да улеснят усвояването на частиците от чревния лумен, което е наблюдавано в хемолимфата на мидите, в човешката плацента, и могат да бъдат ендцитирани и фагоцитирани при размери около 0,5  $\mu\text{m}$  [1].

## **2. Източници и пътища на замърсяване на околната среда с микро- и нанопластмаси**

Пластмасовите частици присъстват по целия свят във всички среди, независимо от географската ширина, климата или човешкото присъствие, което представлява значителен риск от излагане на всички живи организми, включително водни и сухоземни организми, като микроорганизми, растения, животни и хора. Наличието на пластмаса в околната среда се обуславя от следните основни характеристики:

- синтетичен материал с високо съдържание на полимери;
- съществува под формата на твърди частици;
- размерът ѝ е под 5 mm;
- неразтворима е във вода;
- не се разгражда напълно в природната среда.

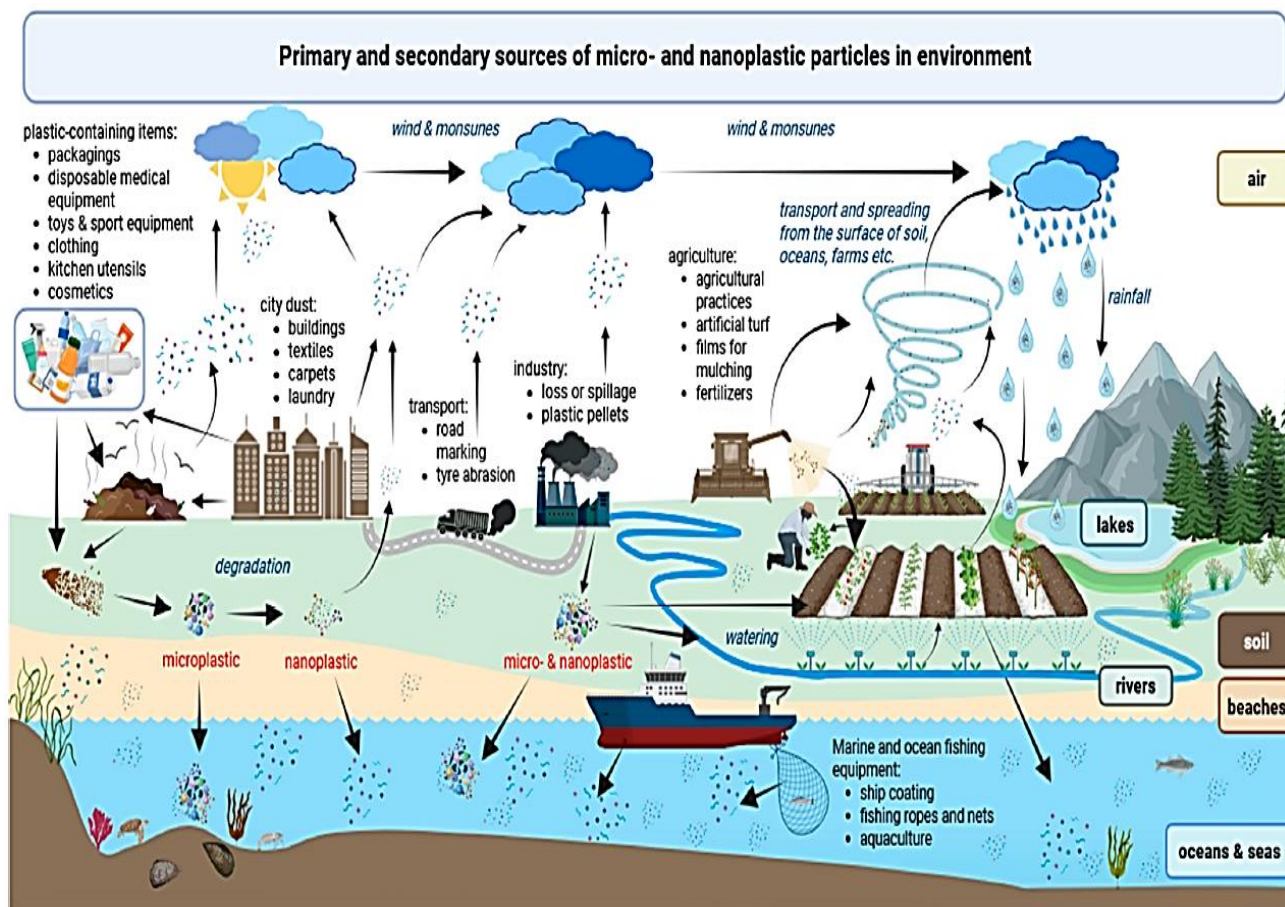
Пластмасови частици са открити във вода, въздух и почва. Присъстват във въздуха, както на закрито, така и на открито, като по-високи нива на замърсяване има във въздуха на закрито. Попадат във въздуха главно от износени или механично повредени пластмасови повърхности, но могат да бъдат пренасяни и от океански вълни или почвените частици. Както обработваемата, така и необработваемата почва могат да съдържат пластмасови частици, независимо от нейното плодородие, агротехнически процеси или торене. Нивата на замърсяване могат да варират сезонно, в зависимост от количеството и честотата на валежите, силата на вятъра и селскостопанските дейности.

Наночастици са открити и в морски, езерни и речни седименти, по плажове и дори в пустинен пясък. Установяват се във всички типове водни среди – морски, сладководни и отпадъчни води, както и в седименти. НП попадат във водните резервоари от въздуха по време на валежи или мусони, от пластмасите, използвани в аквакултурите и за риболов, дрехи, изработени от нови или рециклирани пластмаси и микрофибри (особено синтетични вълнени влакна) по време на прането и сушенето им в домакинството; козметика и продукти за лична хигиена; както и в резултат на ерозия на почвата.

Източниците на наночастици могат да бъдат класифицирани като **първични** или **вторични**.

**Първичните източници** включват умишлената промишлена употреба на различни видове пластмаса, които могат да попаднат директно в околната среда под формата на малки частици, например в резултат на износване, атмосферни влияния или неволна загуба или разливане по време на производството, транспорта, употребата, поддръжката или рециклирането на продукти, съдържащи пластмаса или пластмасови пелети.

**Вторичните източници** се образуват неволно, обикновено в резултат на разграждане на по-големи пластмасови изделия под въздействието на фактори на околната среда (слънчева светлина, температура и солена вода), механични сили, нормална употреба (например почистване, износване) или активността на микроорганизми. Тази фрагментация произвежда микро -и нанопластмасови частици (Фиг. 1).



**Фигура 1.** Източници и пътища на замърсяване на околната среда с микро- и нанопластмаси.

Пластмасовите изделия и техните фрагменти, както и микропластмасите и нанопластмасите, получени от тях, се натрупват в околната среда главно поради високата си устойчивост на биоразграждане. Времето, необходимо за разграждане на пластмасите, зависи

от полимера, който изгражда пластмасовите частици, околната среда и действащите фактори, като UV лъчи, температура, кислород, солена вода, почва и в по-малка степен – наличието на микроорганизми. Последващите етапи на разлагане могат да продължат от няколко месеца до много години.

Процесите на разграждане могат да бъдат абиотични, причинени от механични, физични или химични фактори, или биотични, зависими от живите организми. Сред най-важните са следните:

- Фоторазграждане (фотокаталитично разграждане, фотоокисление) – под въздействието на светлина (видима и ултравиолетова, обикновено от слънчева светлина) при условия на излагане на открито;
- Физическо разграждане – причинено от механично действие, например по време на почистване, транспортиране, пране, сушене или от сили на срязване;
- Термично разграждане — под въздействието на високи температури, ускорено от наличието на кислород (термоокислително разграждане);
- Хидролитично разграждане – протичащо във водна среда, когато естерни или амидни връзки се разкъсват, но което може да се ускори и от киселини;
- Биоразграждане и биоразпадане — действието на живите организми (обикновено микроби), произтичащо от активността на техните ензими, които причиняват хидролиза и разкъсване на веригите, както и фрагментиране на по-големи частици на по-малки.

### **3. Пътища за експозиция на микро- и нанопластмаси в човешкото тяло**

МНП могат да попаднат в човешкото тяло по три основни пътища: вдишване, проникване през кожата и поглъщане

#### **3.1. Вдишване на микро- и нанопластмасови частици от въздуха**

Важна роля играе както вдишването на въздух в закрити помещения, където той е замърсен с частици, произхождащи от текстил (дрехи), маски за лице, килими, мебели и др., така и експозицията на въздуха отвън. Множество проучвания показват, че въздухът в помещенията е по-силно замърсен с пластмасови частици в сравнение с атмосферния въздух. При допускане, че човек вдишва приблизително  $\sim 6 \text{ dm}^3$  въздух на минута, експозицията може да достигне над 48 000 микропластмасови частици дневно. Доминиращите полимери в помещенията са PES (81%), PE (5%) и найлон (3%).

Размерът на частиците е от ключово значение — колкото са по-малки, толкова по-дълбоко проникват в дихателната система. Частиците в диапазона 0,1–10  $\mu\text{m}$  са особено рискови, тъй като могат да достигнат до алвеолите и да преминават в кръвоносната или лимфната система. Поради голямата повърхност и тънката бариера на белодробната тъкан, нанопластмасите могат да проникнат в капилярната мрежа и да се разпределят системно в организма.

Допълнително, те имат потенциала да преминават през кръвно-мозъчната и плацентарната бариера. Изследвания на човешка белодробна тъкан (аутопсионен материал) установяват наличие на PE и PP частици с размери под 5,5  $\mu\text{m}$ , както и влакна с размери 8,12–16,8  $\mu\text{m}$  в 13 от 20 анализирани тъканни проби.

#### **3.2. Дермално проникване на микро- и нанопластмасовите частици**

Микропластмасовите частици, и в още по-голяма степен нанопластмасовите частици, могат да проникнат през кожата при къпане и ежедневна хигиена — чрез вода, съдържаща МНП, както и чрез козметични продукти, продукти за лична грижа, маски за лице и други материали.

Роговият слой представлява ефективна физическа бариера. Поради хидрофобния характер на пластмасовите частици, дермалната абсорбция на МНП във водна среда е силно ограничена. Предполага се, че само нанопластмаси с размер под 100 nm могат да проникнат през роговия слой и да достигнат дермалните или дори подкожните слоеве.

Възможни алтернативни пътища на проникване включват:

- космени фоликули
- отвори на потни жлези
- увредени участъци на кожата

### 3.3. Поглъщане на микро- и нанопластмасови частици

МНП, независимо от техния размер, могат да навлязат в човешкия стомашно-чревен тракт чрез директно поглъщане или чрез трофичен трансфер.

**Директно поглъщане** възниква основно при консумация на питейна вода, съдържаща НП, както и на алкохолни и безалкохолни напитки или храни, приготвени с замърсена вода. НП могат да бъдат погълнати и неволно от нехранителни източници по време на орална хигиена — например чрез пасти за зъби, четки за зъби, ортодонтски материали и протези.

Учените Weisser и сътр. съобщават, че наночастиците от метилен хлорид могат да бъдат открити в бутилирана минерална вода, тъй като частиците, присъстващи в подпочвените води, могат да замърсят бутилките, когато те се почистват и пълнят за повторна употреба.

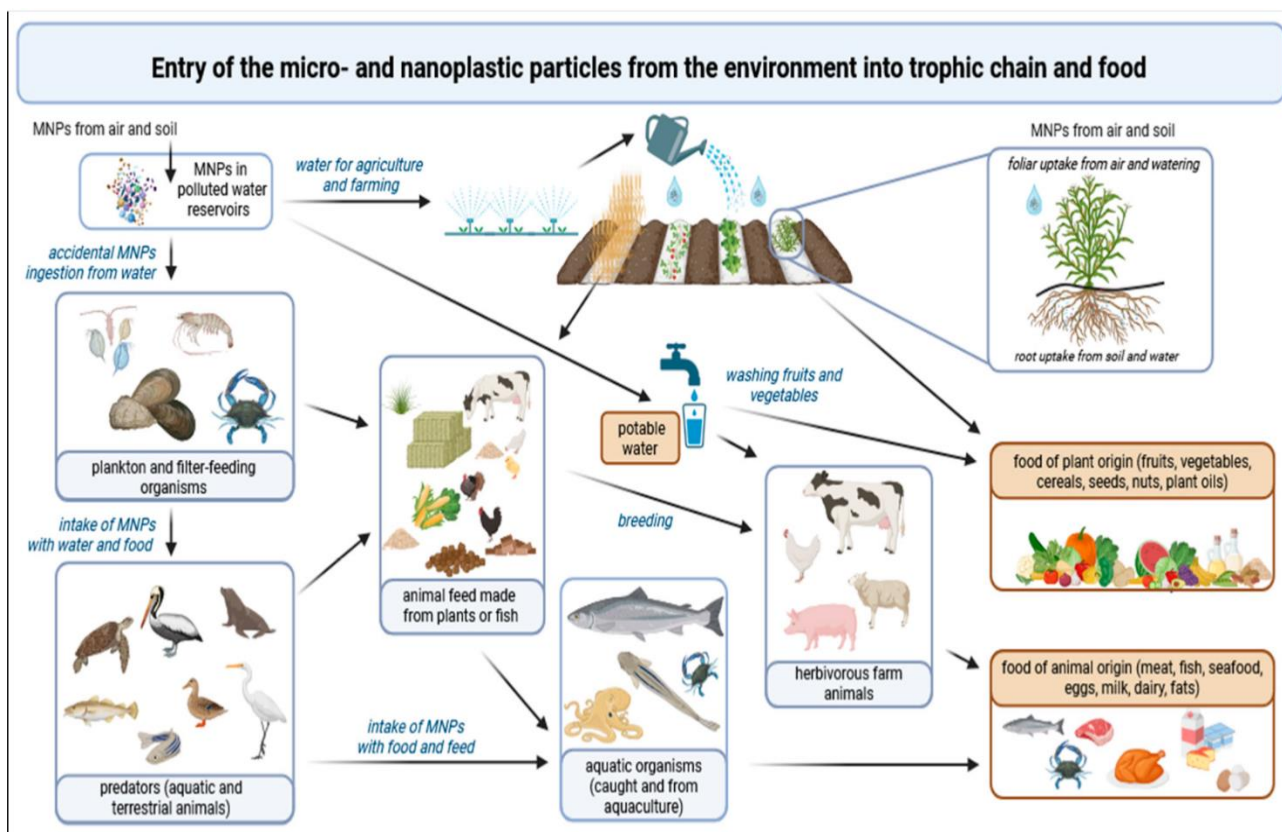
Трофичният трансфер на нанопластмасовите частици възниква, когато се консумират водни организми или храна, приготвена от растителни или животински суровини, които са поели и натрупали НП от околната среда (вода, въздух, почва) или от храна

Натрупването на НП в тъканите на водните организми възниква в резултат на случайно поглъщане на МНП от замърсени водни резервоари (Фиг. 2). Планктонът и други организми, хранещи се чрез филтриране на водата (като стриди, скариди и раци), са храна за хищници (като риби и бозайници), което ги прави първият етап от навлизането на микропластмасите в хранителната верига.

НП могат да проникват и в растенията чрез:

- корените (от почвата);
- листата (от водата за напояване или замърсен въздух).

Тези частици след това попадат в тъканите на тревопасни животни, които впоследствие се използват като суровини в производството на храни и в крайна сметка се консумират от хората. Освен това, пластмасовите частици могат да попаднат в хранителната верига чрез използването на пластмасови опаковки, прибори за хранене и кухненски аксесоари, използвани за приготвяне и сервиране на храна.



**Фигура 2.** Пътища на навлизане на микро- и нанопластични частици от околната среда в хранителната верига, водещи до замърсяване на суровините, използвани в производството на храни

От начините на излагане на наночастици, споменати по-горе при човека, както вдишването, така и проникването през кожата зависят от размера на пластмасовите частици, докато поглъщането се отнася за МНП с всякакви размери. Храносмилателният тракт е основният път за навлизане на НП в човешкото тяло.

По отношение на оралната експозиция, Европейският орган за безопасност на храните (EFSA) и Организацията по прехрана и земеделие на ООН (FAO) са провели две проучвания за хранителната експозиция на химични вещества от микропластмаси, съдържащи се в морски дарове. Тези проучвания са фокусирани върху консумацията на миди, тъй като те се консумират заедно с вътрешностите, където се очаква натрупване на микропластмаси. При прилагане на „най-лош“ сценарий и двете организации стигат до заключението, че общият принос на микропластмасите към човешката експозиция на замърсители и добавки от околната среда може да се счита за пренебрежим. Следва обаче да се подчертае, че това заключение е валидно единствено в рамките на използваните допускания и ограничените налични данни [1].

Нарастващата осведоменост за въздействието на замърсяването на околната среда, включително наличието на микро- и нанопластмаси във водата, почвата, въздуха и храните, е отразена в законодателството на Европейския съюз, като основните нормативни актове, регулиращи мониторинга, контрола и методите за измерване на това замърсяване, са представени в табл. 1.

Таблица 1. Нормативни актове на ЕС, регулиращи мониторинга, контрола и методите за измерване

Година	Документ
2000	Директива 2000/60/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 23 октомври 2000 г., с която се установява рамка за действия на Общността в областта на водната политика
2006	Регламент (ЕО) № 1907/2006 на Европейския парламент и на Съвета от 18 декември 2006 г. относно регистрацията, оценката, разрешаването и ограничаването на химикали (REACH), с който се създава Европейска агенция по химикали
2008	Директива 2008/50/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 21 май 2008 г. относно качеството на въздуха на открито и по-чист въздух за Европа
2008	Директива 2008/98/ЕО на Европейския парламент и на Съвета от 19 ноември 2008 г. относно отпадъците и отмяната на определени директиви
2011	Регламент (ЕС) № 10/2011 на Комисията от 14 януари 2011 г. относно материалите и предметите от пластмаси, предназначени за контакт с храни
2013	Директива 2013/39/ЕС на Европейския парламент и на Съвета от 12 август 2013 г. за изменение на директиви 2000/60/ЕО и 2008/105/ЕО по отношение на приоритетни вещества във водната политика
2019	Директива (ЕС) 2019/904 на Европейския парламент и на Съвета от 5 юни 2019 г. относно намаляване на въздействието на определени пластмасови продукти върху околната среда
2020	Регламент (ЕС) 2020/741 на Европейския парламент и на Съвета от 25 май 2020 г. относно минималните изисквания за повторна употреба на вода
2023	Регламент на Комисията (ЕС) 2023/2055 от 25 септември 2023 г. относно ограниченията за използването на синтетични полимерни микропластмаси по Приложение XVII на Регламент (ЕО) № 1907/2006
2024	Делегирано решение на Комисията (ЕС) 2024/1441 от 11 март 2024 г., с което се допълва Директива (ЕС) 2020/2184 на Европейския парламент и на Съвета чрез установяване на методология за измерване на микропластмаси във вода за човешка консумация
2025	Регламент (ЕС) 2025/40 на Европейския парламент и на Съвета от 19 декември 2024 година относно опаковките и отпадъците от опаковки, за изменение на Регламент (ЕС) 2019/1020 и Директива (ЕС) 2019/904 и за отмяна на Директива 94/62/ЕО.

#### 4. Пътища на замърсяване на храните

Степента на замърсяване с микропластмаси в хранителните продукти зависи не само от използваните суровини, прилаганите земеделски техники и фуража, използван за отглеждане на добитък, но и от техниките и апаратурата, използвани за обработка и съхранение на получените суровини, и материалите, използвани в производството, особено тези, използвани за опаковане на готови хранителни продукти. Тя зависи и от условията на съхранение, както и от метода на приготвяне на храната (напр. загряване в пластмасови опаковки) и нейната доставка за консумация (напр. чаши или чинии за еднократна употреба, пластмасови контейнери за храна за вкъщи).

##### 4.1. Контаминация на храните с микро- и нанопластмаси от кухненски съдове и прибори, процесите на приготвяне и опаковъчните материали

Един от основните пътища за навлизане на пластмаси в храната е чрез трофичната верига. МНП от околната среда навлизат и се акумулират в тъканите на растенията и животните (Фиг. 2), които впоследствие се използват като суровини за производство на храни за човека. Следва да се подчертае, че това не е единственият механизъм за попадането им в храната.

Множество изследвания показват съществената роля на **домашното приготвяне на храна**, включително процеси като рязане, смилане, смесване и разбиване. Нарастващата употреба на пластмасови кухненски аксесоари (напр. дъски за рязане, шпатули, бъркалки, лъжици, фунии, цедки и купи), както и уреди с пластмасови компоненти (напр. миксери, блендери и кухненски работи), вместо стъклени, дървени или метални, ги превръща в значим източник на НП в храната.

Броят на отделените частици зависи както от вида на полимера, така и от начина на употреба. Учените Luo и сътр. съобщават, че **при рязане върху дъска** се образуват приблизително от **100 до 300 частици/мм** по линията на разреза, а в надраскани зони до около **3000 частици/мм<sup>2</sup>**. Освобождаването на НП зависи също от навиците на потребителя, силата на натиск и техниката на рязане, както и от характеристиките на храната (напр. наличие на твърди или остри компоненти като кости, ядки, семена или сол), които могат да увеличат абразията и механичното увреждане.

Годишното излагане на един човек на микропластмасови частици от **дъски за рязане** е оценено на 7,4–50,7 g за PE плоскости и приблизително 49,5 g за PP плоскости. Установено е също, че полиетиленовите торбички за храна отделят повече частици в сравнение с контейнери от полипропилен, което показва значението на правилния избор на полимер в зависимост от предназначението. Различни пластмаси са подходящи за различни типове храни (водни, мазни, киселинни), както и за различни температурни условия. Нагриването в микровълнова фурна и в конвенционална фурна води до различни температурни натоварвания върху материала.

Политетрафлуороетиленът (PTFE), известен като тефлон, широко използван за **незалепващи покрития**, може да се уврежда механично (напр. при надраскване) или да се разлага при термично стареене. При прегряване (около 370 °C) той може да генерира перфлуороалкил карбоксилни киселини в резултат на термолиза, които са токсични за човека.

Други изследвания показват, че **съдове с керамично покритие** могат да отделят наночастици от титанов диоксид (TiO<sub>2</sub>) и силициев диоксид (SiO<sub>2</sub>) в концентрации съответно 10<sup>8</sup> и 10<sup>7</sup> частици/dm<sup>2</sup> при интензивно търкане и надраскване. Механичното натоварване като цяло увеличава отделянето на МНП — например, използването на блендер за 30 секунди може да доведе до освобождение на приблизително 0,36 – 0,78×10<sup>9</sup> частици от пластмасовия контейнер.

Анализът на **пластмасови купи, използвани с ръчни миксери**, показва, че количеството отделени микропластмаси зависи от материала. Най-голямо отделяне е

установено при меламинови съдове, докато най-ниско — при съдове от полиетилен с ниска плътност.

Термичното разграждане на различни полимери проведено при 200 или 250 °С води до отделяне на опасни вещества:

- ✓ Акрилонитрил-бутадиен-стирен: стирен, акролеин, бензалдехид, метилстирен, ацетофенон
- ✓ Полиетилен с ниска плътност: ацеталдехид, оцетна киселина и мравчена киселина
- ✓ Полистирен: стирен и бензалдехид
- ✓ Меламин: формалдехид и метанол
- ✓ Полипропилен: ацетон, мравчена киселина и оцетна киселина

Всички гореспоменати вещества оказват вредно, дразнещо, токсично или дори канцерогенно въздействие върху човешките клетки и тъкани при поглъщане, вдишване или докосване. Сравнителните оценки показват, че LDPE е сред по-безопасните материали за кухненска употреба при смесване. **Поради отделянето на формалдехид, се препоръчва меламиновите съдове да не се използват в микровълнови фурни и да не се нагряват над 71 °С.**

Отделянето на нанопластмасови частици от **опаковките в храната** се влияе от температурните условия и термичната обработка, както и от големи температурни промени. Съхранението при ниски температури (−21 °С във фризер, 4 °С в хладилник) и последващото им нагряване (40 – 50 °С или до 250 °С при готвене) може да компрометира структурата на пластмасата.

**Според проучване проведено от Zhou, човек може несъзнателно да погълне 37 613 – 89 294 микропластмасови частици всяка година, използвайки по една пластмасова чаша на всеки 4 – 5 дни.**

Анализът на отделянето на **микропластмаси от торбички за кафе**, изработени от различни материали (PE, PP, PET и изкуствена коприна), показва, че една пластмасова капсула за кафе, потопена във вода при 95°С за пет минути, може да отдели над 10<sup>4</sup> микропластмасови частици на чаша, като над 80% от тях са от вискоза. При консумация на три до четири чаши кафе на ден, един човек може да поеме приблизително 5 × 10<sup>4</sup> частици само от кафето.

Друго проучване доказва, че количеството освободени МП частици се влияе от температурата на водата (4 °С, 50 °С и 80 °С), времето на експозиция (0 – 20 мин.) и материала, от който са направени **чашите**. Броят на МП варира от 126 до 1420 частици на 1 dm<sup>3</sup>, като най-високите стойности са наблюдавани при чашите от полипропилен, изложени на температура от 50 °С за 20 мин. Очакваното годишно поглъщане на МП от топли и студени напитки в чаши за еднократна употреба е 18 720 – 73 840 частици.

Трябва да се отбележи, че резултатите от различните изследвания могат да варират поради различните методи, използвани за изчисляване на количеството частици.

Най-често използваните методи включват:

- сканираща електронна микроскопия (SEM)
- Раманова спектроскопия
- инфрачервена спектроскопия с Фурие трансформация (FTIR)
- флуоресцентна микроскопия
- анализ на проследяване на наночастици (NTA)
- атомно-силово микроскопия (AFM)

Съществен принос за експозицията имат и **опаковките и съдовете за транспорт и сервиране на храни**. Проучванията показват, че всички те съдържат микропластмасови

частици, произхождащи от атмосферни отпадъци или от вътрешната повърхност на контейнерите (под формата на люспи). Хора, които консумират храна за вкъщи 4 – 7 пъти седмично, могат да приемат 12 – 203 микропластмасови частици само от опаковките. Още по-високи стойности са докладвани в друго проучване, в което е оценено наличието на МП в 146 проби от храна за вкъщи (включително проби от твърди храни като ориз, юфка, бобови продукти, месо и зеленчуци, както и проби от напитки като кафе и чай с мехурчета). Според авторите, хората, които поръчват храна за вкъщи веднъж или два пъти седмично, могат да консумират приблизително 170 – 638 пластмасови частици

Много хора приемат, че **пластмасовите бутилки** за еднократна употреба могат да бъдат източник на микропластмасови частици (МП) във водата, която пият. По-малко известен е фактът, че **същият проблем се отнася и за стъклените бутилки, както и за пластмасовите бутилки за многократна употреба**, които се мият и пълнят отново. Въпреки че логически би изглеждало, че стъклените бутилки съдържат по-малко микропластмасови частици от пластмасовите, някои изследвания показват, че това не винаги е така.

Количеството МП във водата може да се увеличи при прости действия като **многократно развиване и завиване на капачката** или **измиване в съдомиялна машина**. При бутилките от PET с капачки от PP и PE уплътнения основният източник на микропластмасови частици са самите капачки, като проучванията показват значително увеличение на броя на отделените PP частици (от  $100 \pm 27$  до  $185 \pm 52$  МП/dm<sup>3</sup>).

**В обобщение, кухненските уреди, аксесоари и опаковки представляват значим източник на микро- и нанопластмаси в храната. Дори дейности като миене и почистване могат да допринасят за експозицията — например гъбите за съдове отделят частици (предимно от найлон и PET).**

Освен това, ежедневни действия като отваряне на опаковки (рязане, късане, усукване) могат да генерират приблизително **0,46–250 наночастици/см<sup>2</sup>**, като количеството зависи от свойствата на пластмасата (твърдост, дебелина, плътност) и размера на частиците.

*Идентифицирането на източниците на наночастици в храната и кухненските операции, при които се образуват в най-големи количества, може да помогне за намаляване на тяхната консумация. От гледна точка на риска за човешкото здраве е особено важно да се използват материали, които са тествани и одобрени за контакт с храни, и да се прилагат според инструкциите на производителя.*

#### 4.2. Микро- и нанопластмаси, идентифицирани в различните видове храни

В **пакетирано мляко** от различни географски региони са установени МНП, съдържащи разнообразни полимери, включително PES, PET, PTFE, PA6, найлон, PU, PP, PS, PE, EVA и PVA, както и PESU и PSU. Част от тези полимери могат да произхождат от оборудването, използвано в млечната индустрия (напр. тръби, клапани, мембранни филтри — PESU, PSU), или от опаковъчните материали (напр. PP бутилки, многослойни картонени опаковки — PVA, PE).

В **бира** са идентифицирани PS, PP, LDPE, HDPE и PAM, докато в чай са установени PET и PA66. В безалкохолни и енергийни напитки са открити PA, PEA и ABS. При **виното** преобладава естествена целулоза, но са идентифицирани и синтетични микропластмасови полимери, главно от полиолефиновата група (PE, PP, EVA, PEVA), като PE вероятно произхожда от синтетичните тапи.

Видът на полимерите, откривани в храните, зависи до голяма степен от замърсяването на околната среда — почва, вода и въздух — както и от нивото на замърсяване на морските екосистеми при риба и морски дарове. В някои оценки зеленчуците, особено кореноплодните, допринасят най-много за експозицията на НП, следвани от плодове и зърнени култури. Това

се обяснява със съдържанието на МНП в почвата, механизмите на биоаккумуляция и честотата на консумация.

Използването на подпочвени води, съдържащи арсен (As), в **хидропонните системи** може да увеличи миграцията на полистиренови частици към корените на растенията (напр. моркови). **Марулята** е един от най-добре изследваните растителни хранителни продукти. В нея са идентифицирани различни полимери, като най-разпространени са PA, PP, PE, HDPE и LDPE. Установено е, че концентрацията на микропластмаси е най-висока в старите листа и най-ниска във вътрешните листа. Важно е да се отбележи, че стандартното измиване на листата на марулята само с вода не премахва всички замърсители.

При проведени изследвания в Турция върху **плодове и зеленчуци** (круши, ябълки, домати, лук, картофи, краставици) се идентифицират основно LDPE, PP и PET като доминиращи полимери.

В индийски **ориз** са установени PE, PET, PP и PA. В други проведени проучвания на различни растения показват наличие на найлон в **картофи и грозде**, както и PA, PET (вкл. HDPE), PEO и PS в **банани**. В проби от рафинирано **пшенично брашно** от Бангладеш са идентифицирани 12 различни вида полимери.

При други изследвания на **храни от животински произход** са установени различни полимери. В проби от краве мляко са открити PMMA в 68% и PVC в 16% от пробите, докато PP и стиренови полимери не са установени. В месо е открит PE, с по-високи нива в говеждо в сравнение със свинско месо. Установени са също PVC и стиренови полимери, но не и PMMA, PP и PET. В пилешки продукти са идентифицирани PVC, LDPE, PS и PP.

Анализът на често консумирани продукти, богати на протеини в САЩ, включително продукти на животинска основа, като скариди, пилешки гърди и хапки, стек от контрафиле, свински котлети и кайма от минтай, така и алтернативни продукти на растителна основа, като зеленчукови хапки, рибни пръчици със зеленчуци, кайма от говеждо месо със зеленчуци и тофу, разкрива наличието на PET/PES, PE и PP. Подобни полимери са идентифицирани в богати на протеини и въглехидрати фуражни съставки, често използвани за водни животни, които могат да представляват риск за тях и по този начин да попаднат в хранителната верига. Доминиращите полимери, открити в рибно брашно, соево брашно, птичи странични продукти, оризови трици, пшенични трици и пшенично брашно са PP, следвани от LDPE, PS, PE, найлон, ABS, PES, RY и PET.

Рибата и морските дарове съдържат основно PE, PET, PS, PVC, PP и PA. В консервирани риби (сардини, цаца) най-често се откриват PP и PET.

В яйцата са установени микропластмаси (предимно PE), като концентрацията е по-висока в жълтъка поради липофилния характер на частиците.

Микропластмасови частици под формата на фрагменти с размери по-малки от 100 µm и състоящи се предимно от PE (50,3%) и PP (28,7%) са открити в хранителни **растителни масла**, продавани в Италия и Испания. Тези масла включват екстра върджин зехтин, зехтин, слънчогледово масло и смес от масла.

В проби от **пчелен мед**, произведен в Турция, са идентифицирани четири различни полимера: PE (62%) и найлон (22,3%), следвани от EVA и PP. Други проучвания върху меда са открили също PET, PA, LDPE, HDPE, PCL, PVC, RY, PTFE, ABS и PAM. Замърсяването с пластмаса може да бъде причинено директно от медоносните пчели, които приемат МП частици от храната и ги пренасят в меда, или от технологичните и опаковъчни процеси.

Видът на пластмасовите полимери, открити в **солта**, зависи от нейния произход. Трапезната сол може да се произвежда от морска сол, така че количеството и видът на наночастиците ще бъдат повлияни от геоложкото местоположение на произхода, както и от последващите етапи на производство (напр. слънчево изпарение, кристализация, опаковане и транспорт). Рафинираната сол може да се замърси по време на механична обработка, докато

нерафинираният вид сол е изложен на замърсяване с МНП от въздуха на повърхността на кристализаторите. Основните видове пластмаси, идентифицирани в солта, са PE, PP, PET и в по-малка степен PES, PAK и др. Само PE е открит в **захар**, докато PE и HDPE са открити като най-вероятните полимери в бутилиран **оцет**.

Освен това, механичното смилане на сол и подправки може да генерира допълнителни полимерни частици поради износване на мелничките. Техният състав зависи от използваните материали. Изследванията показват, че при използване на мелнички се отделят значителни количества PET, POM, PS и PMMA, пропорционално на степента на износване и продължителността на употреба.

#### **4.3. Експозиция на съпътстващи замърсители чрез микро- и нанопластмаси**

Различни замърсители могат да навлизат в живите организми заедно с микро- и нанопластмасите и да оказват неблагоприятно въздействие върху тях. Те включват добавки, използвани при производството на пластмаси, като пластификатори (напр. фталати, бисфенол А), пълнители, забавители на горенето, топлинни и светлинни стабилизатори, оцветители, антиоксиданти, лубриканти и антистатични агенти, които също могат да проявяват нежелани или токсични ефекти.

Освен това, когато наночастиците се движат през водна среда или почва, те могат да адсорбират различни замърсители, включително различни устойчиви органични замърсители, като полициклични ароматни въглеводороди, полихлорирани бифенили и органохлорни пестициди, както и полибромирани дифенилови етери, бисфенол А, перфлуорирани химикали PFAS. Други замърсители, адсорбирани от наночастици, включват тежки метали (алуминий, арсен, кадмий, хром, кобалт, мед, желязо, олово, манган, никел, титан и цинк), токсини, антибиотици, различни фармацевтични продукти, полени и алергени, пестициди, хербициди, вируси и патогенни микроорганизми. Тези съединения и микроорганизми могат да бъдат освободени в околната среда или хранителната верига или при вдишване/поглъщане на МНП, те могат да попаднат в организмите и да окажат вредно въздействие. Тези ефекти включват отравяне, нарушения на физиологичните процеси, разпространение на инфекциозни заболявания или повишаване на антибиотичната резистентност в микроорганизмите.

Триклозанът е антимикробно химично съединение, което често се използва като добавка в контейнери за съхранение на храни и кухненски прибори. Установено е, че той може да окаже отрицателно въздействие върху човешкото здраве, поради което е премахнат от списъка с разрешени добавки в някои страни, например в ЕС. Въпреки това, съдове за храна, съдържащи триклозан, все още се предлагат чрез онлайн търговски платформи. Данните от проучванията сочат, че от такива контейнери се освобождават МП, а триклозанът може да мигрира в хранителни симуланти при нагряване, което повишава риска от експозиция.

#### **5. Рискове за човешкото здраве**

Многобройни проучвания показват връзка между различни заболявания и замърсяване с наночастици, което е свързано с тяхното наличие в тъкани, клетки или органи. Това е така, защото те могат да подпомагат реакции и процеси, които могат да окажат вредно въздействие върху човешкия организъм и да допринесат за развитието на различни заболявания и патологии. Например, изследванията показват, че НП (предимно от полистирен) индуцират клетъчното стареене, оксидативния, и възпалителния отговор, както и увреждането на ДНК в различни клетки и агрегацията на тромбоцитите, което може да доведе до заболявания и преждевременна смърт.

Изследванията при експериментални модели на мишки показват, че микрочастици от полистирен с много малък размер индуцират значително повишаване на цитозолната концентрация на калций и засилен експресия на гени, кодиращи провъзпалителни цитокини. Съобщава се също, че излагането на полистирен активира различни сигнални пътища, водещи до оксидативен стрес и накрая до повишени нива на фиброзни протеини и колаген в мишия модел. Оксидативният стрес и генерирането на реактивни кислородни видове, индуцирани от

МНП, допринасят за различни патологични състояния и реакции, като възпаление, митохондриално увреждане, митофагия, автофагия и клетъчна апоптоза, както и предизвикват увреждане на органи и системна токсичност. Белодробна токсичност, кардиотоксичност, невротоксичност, нефротоксичност, имунотоксичност, репродуктивна токсичност, хепатотоксичност, генотоксичност и увреждане на ДНК са резултат от излагане на НП и водят до развитието на различни здравословни състояния, разстройства и дисфункции. Излагането на НП може да причини и храносмилателни разстройства, както и дисфункция на стомашно-чревния тракт при животни и хора. Това може да се прояви като променен състав на микробиотата и дисбиоза, намалена секреция на слюз, дисфункция на чревната бариера и повишена пропускливост на чревния епител, анормално образуване на структури в червата на мишките (напр. ерозия на чревните въси, намален брой и дълбочина на криптите и голяма инфилтрация на възпалителни клетки), развитие на възпалително заболяване на червата (IBD),<sup>2</sup> колит и колоректален рак, както и неалкохолно мастно чернодробно заболяване и индуциране на чернодробни липидни нарушения, както и на жлъчните киселини.

Съобщава се, че наночастиците могат да модулират оста микробиота-черва-мозък и по този начин да повлияят на физическото и психическото здраве, и поведението.

Когато наночастици от PS са прилагани орално на мишки, те достигат до мозъка, причинявайки когнитивна дисфункция, както и дефицити в обучението и паметта. Пренаталното излагане на мишки на PE води до нарушения в социалните им взаимодействия и повтарящо се поведение, което води до развитие на черти, подобни на разстройство от аутистичния спектър<sup>3</sup> при мишки. Установено е, че отрицателно заредените PS наночастици стимулират амилоидогенезата, като по този начин действат като екзогенен агент, който задейства патогенезата на болестта на Паркинсон. Поради хидрофобната си повърхност, PS нанопластмасовите частици ускоряват агрегацията на  $\beta$ -амилоидни пептиди, което може да допринесе за развитието на болестта на Алцхаймер.

При хроничното излагане на полистиренови наночастици е установено значително повишаване на нивата на реактивни кислородни видове, плазмена глюкоза и натрупването на чернодробни триглицериди и холестерол при мишки. Запушването на кръвоносните съдове и повишеното образуване на съсиреци, причинени от наночастици, могат да бъдат в основата на сърдечно-съдови заболявания.

НП могат да повлияят на фертилитета. Учените Lu и сътр. са наблюдавали, че НП индуцират апоптоза на сперматогенни клетки при мъжки мишки. В някои случаи въздействието върху репродукцията и фертилитета се обуславя от влиянието на наночастиците върху ендокринната система.

Като се има предвид, че наночастиците могат да действат като носители на различни токсични съединения или микроорганизми, те могат също така по този начин да увеличат риска от генотоксичност, цитотоксичност и имунологичен отговор. Геномната нестабилност, заедно с оксидативния стрес и възпалението, може да доведе до заболявания, особено рак.

## **6. Препоръки към производителите и потребителите на храни**

Като се вземат предвид идентифицираните източници на МНП и дейностите, водещи до повишено отделяне на такива частици в околната среда, както и механизмите за тяхното разпространение и навлизане в хранителната верига и човешкия организъм, могат да бъдат

<sup>2</sup> Хронично състояние, включващо предимно болест на Крон и улцерозен колит, характеризиращо се с дълготрайно възпаление на храносмилателния тракт. Тези аутоимунни заболявания засягат различни части от храносмилателната система, причинявайки симптоми като диария, кървави изпражнения, болки в корема, умора и загуба на тегло

<sup>3</sup> Разстройството от аутистичния спектър (РАС/ASD) е неврологично състояние на развитието, проявяващо се в ранна детска възраст и продължаващо цял живот, което засяга комуникацията, социалното взаимодействие и поведението.

формулирани конкретни препоръки и дългосрочни мерки. Тези мерки са насочени както към ограничаване на емисиите на МНП, така и към намаляване на експозицията на населението:

- В селското стопанство и градинарството, особено при отглеждането на култури за храна, следва да се ограничи използването на пластмасови материали и утайки от отпадъчни води, както и да се избягват практики, водещи до замърсяване на почвите с пластмаса;
- Плодовете и зеленчуците трябва да се измиват обилно с питейна вода преди консумация;
- По възможност да се избягва консумацията на бутилирани напитки, като се предпочита питейна вода, кафе или чай, приготвени в стъклени или керамични чаши; употребата на пластмасови чаши, пакетчета чай и капсули за кафе да се ограничава;
- При готвене да се използват съдове, устойчиви на високи температури и без повредено покритие;
- Пластмасовите кухненски прибори да се заменят със стъклени, метални или дървени алтернативи;
- Храната да се затопля и размразява само в съдове, предназначени за високи температури;
- За съхранение на храна да се използват стъклени съдове вместо пластмасови;
- Да се насърчава домашното приготвяне на храна с цел намаляване на пластмасовите опаковки за еднократна употреба;
- Търговците да ограничават пластмасовите опаковки на плодове, зеленчуци и хляб, като ги заменят с хартиени или текстилни алтернативи;
- Да се въведат ефективни системи за събиране и рециклиране на опаковки с цел намаляване на замърсяването;
- Производителите да намаляват използването на пластмаса и при възможност да я заменят с алтернативни биоразградими материали [2].

## **7. Актуално състояние на замърсяването с микропластмаси в България**

Ситуацията в България по отношение на замърсяването с микро- и нанопластмасите се характеризира с нарастващо наличие на емпирични данни, макар и все още ограничени по обхват.

В тази връзка, е направено проучване, проведено от Глевицки и съавт. (2025) [3], което е съсредоточено върху количественото определяне и характеризиране на наличието, разпространението и състава на микропластмаси по плажовете на Черно море в Румъния и България. Резултатите показват значително разпространение на микропластмаси по българското крайбрежие, като средните концентрации достигат до 137 частици на проба (1612 микропластмаси/кг), особено в райони като Слънчев бряг и Несебър. Установено е, че полиетиленът е доминиращият полимер, следван от полиамид, полипропилен, полиетилен терефталат и полиуретан, което насочва към основни източници като опаковки, текстил и индустриални материали. Получените данни потвърждават широко разпространено замърсяване на крайбрежните екосистеми и подчертават необходимостта от ефективни политики за управление на пластмасовите отпадъци и ограничаване на тяхното въздействие върху морската среда.

Паралелно с това, в проучване, направено от Янчева и съавт. (2026) [4], е изследвано замърсяването с микропластмаси в повърхностните води на българското Черноморие чрез анализ на проби от пет крайбрежни локации. Резултатите предоставят базови данни за характеристиките на цвета и размера на МП и подчертават необходимостта от по-нататъшни изследвания на поведението в околната среда и управлението на цветните МП. Въпреки

пилотния характер на изследването, получените данни представляват важна отправна точка за бъдещ мониторинг и разработване на ефективни стратегии за управление на замърсяването в Черно море.

В допълнение към това, в пилотно проучване, направено от Янчева и съавт. (2026) [5], са представени данни от първата в България оценка на замърсяването с МП в мускулна тъкан на дъгова пъстърва (*Oncorhynchus mykiss*) отглеждана в сладководни аквакултурни системи. Получените резултати показват, че дори при контролирани условия на производство аквакултурните системи са уязвими към замърсяване с микропластмаси. Като цяло изследването предоставя нови данни за експозицията на микропластмаса при видовете аквакултури и подчертава превантивното значение на оценката на замърсяването с пластмаса при риба, предназначена за консумация от човека. Въпреки това, резултатите от това проучване трябва да се тълкуват като индикативни, а не като представителни за целия български сектор на аквакултурите.

Наличните данни очертават начален етап в оценката на замърсяването с МНП в България и показват нуждата от систематичен мониторинг, хармонизирани аналитични подходи и натрупване на данни, необходими за бъдеща оценка на експозицията и риска.

## 8. Заключение

През последните десетилетия пластмасата се произвежда и използва от хората във все по-големи количества. В резултат на това пластмасата се превърна в значим замърсител на околната среда и под действието на атмосферните влияния започна да се разпада, замърсявайки океаните, сладководните системи и почвите с микропластмасови и наночастици. В този контекст експозицията на МНП не се ограничава единствено до факторите на околната среда, а е тясно свързана и с начина на хранене, обработката и съхранението на храните, което подчертава значението на информираността както на потребителите, така и на производителите относно възможните източници на замърсяване и подходите за неговото ограничаване.

В тази връзка по-изчерпателна и надеждна информация за замърсяването с микропластмаси и нанопластмаси по хранителната верига е от основно значение за информиране на вземащите решения относно въвеждането на стратегии и инфраструктура за мониторинг на тези замърсители, и за определяне на законови граници на безопасност. Разработването на нови технологии за откриване на МП и особено НП, както и валидирането на аналитичните методи, които са от съществено значение за надеждната оценка на експозицията и характеристиката на опасността, имат ключова роля при оценката на риска за безопасността на храните.

В заключение, справянето с проблема изисква интегриран подход, включващ научни изследвания, регулаторни действия и повишена обществена информираност, с цел ограничаване на експозицията и минимизиране на потенциалните рискове за човешкото здраве.

## Източници

1. Garrido Gamarro, E. & Costanzo, V. 2022. *Microplastics in food commodities – A food safety review on human exposure through dietary sources*. Food Safety and Quality Series No. 18. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc2392en>

2. Duda, A.; Petka, K. The Presence of Micro- and Nanoplastics in Food and the Estimation of the Amount Consumed Depending on Dietary Patterns. *Molecules* 2025, 30, 3666. <https://doi.org/10.3390/molecules30183666>

3. Glevitzky, M.; Dumitreț, G.-A.; Rusu, G.I.; Toneva, D.; Vergiev, S.; Corcheș, M.-T.; Pană, A.-M.; Popa, M. Microplastic Pollution on the Beaches of the Black Sea in Romania and Bulgaria. *Appl. Sci.* **2025**, *15*, 4751. <https://doi.org/10.3390/app15094751>

4. Yancheva, Vesela & Stoyanova, Stela & Georgieva, Elenka & Valkanov, Kiril. (2026). Color-based analytical assessment of microplastic contamination in surface waters from the Black Sea (Bulgaria). 18. 58-63. 10.69085/eb20261058, <https://eb.bio.uni-plovdiv.bg/wp-content/uploads/2026/03/eb26202-final.pdf>

5. Yancheva, V.; Stoyanova, S.; Georgieva, E.; Arnaudova, D.; Antal, L.; Uzochukwu, I. E.; Gravato, C.; Nyeste, K. Microplastic Contamination in Farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*): First Evidence from Bulgarian Freshwater Aquaculture. Preprints 2026, 2026011988. <https://doi.org/10.20944/preprints202601.1988.v1>

6. Clementina Vitali, Ruud J.B. Peters, Hans-Gerd Janssen, Michel W.F. Nielen, Microplastics and nanoplastics in food, water, and beverages; part I. occurrence, TrAC Trends in Analytical Chemistry, Volume 159, 2023, 116670, ISSN 0165-9936, <https://doi.org/10.1016/j.trac.2022.116670>



*Други информации в областта на храните, 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/>*

#### **Заглавия на други публикации на ЦОПХВ:**

- Информация за микропластмаси и свързани с тях замърсители в храни и напитки, <https://urli.info/1sjFn>
- Замърсяване на питейната вода с пластмасови микрочастици, <https://urli.info/1sjFf>
- Капачките на стъклени бутилки – неочакван източник на микропластмаси в напитките, <https://urli.info/1sjG3>
- Оценка на риска от микропластмаси, приети с храната от различни видове животни <https://urli.info/1sjGM>
- Въздействие на микропластмаси и нанопластмаси върху здравето на селскостопанските животни: Възникващ риск за ефикасността на репродукцията, <https://urli.info/1n51L>

#### **Изготвили:**

инж. Даниела Новакова

д-р Татяна Иванова

Дирекция „Оценка на риска по хранителната верига“, ЦОПХВ

Дата: 20.04.2026 г.