

Microplàstics i nanoplàstics en la cadena alimentària.

Situació actual

Informe aprovat pel Comitè Científic Assessor de Seguretat Alimentària al novembre de 2019

Resum

L'augment de residus de plàstics en el medi ambient, sobretot en mars i oceans, i la presència de formes microscòpiques dels productes plàstics (micropartícules i nanopartícules) ha generat, a part d'una preocupació mediambiental, una inquietud des del punt de vista de la seguretat alimentària, ja que els microplàstics i nanoplàstics podrien incorporar-se a la xarxa tròfica i, per tant, estar presents en els aliments destinats a l'alimentació humana.

Els microplàstics i els nanoplàstics són formes microscòpiques dels productes plàstics de mida inferior a 5 mm. Aquestes formes microscòpiques deriven, en part, de la fragmentació dels macroplàstics que arriben majoritàriament al medi aquàtic i que, per la seva difícil degradació, romanen al medi ambient durant dècades.

Els microplàstics i nanoplàstics engloben una gran diversitat de mides (de 0,001 µm a 5.000 µm) i formes (fragments, pèl·lets, perles, fibres, escuma, pel·lícules), i poden estar compostos de diferents tipus de materials plàstics.

En els darrers anys, diversos estudis han detectat microplàstics en una àmplia gamma de concentracions en aigües marines, aigües residuals, aigua dolça, aliments, aire i aigua potable, tant en aigua embotellada com de l'aixeta. També s'han detectat a la femta d'humans.

El document revisa quins són els coneixements actuals respecte a la presència de microplàstics i nanoplàstics a la cadena alimentària i els possibles efectes sobre la salut humana.

Paraules clau

Microplàstics, nanoplàstics, aliments, avaluació de riscos.

Membres del Comitè Científic: Albert Bosch Navarro, Joaquim Castellà i Espuny, Mariano Domingo Álvarez, Rosaura Farré Rovira, Margarita Garriga Turón, Jesús Gómez Catalán, Santiago Lavín González, M. Teresa Dordal i Culla, Abel Marín Font, Martí Nadal Lomas, José Juan Rodríguez Jerez, Jordi Salas-Salvadó, Vicente Sanchís Almenar, Antonio Velarde Calvo i M. Carmen Vidal Carou (presidenta).

Grup de treball: Jesús Gómez Catalán, Isabel Timoner Alonso, Victòria Castell Garralda, Jordi Salas-Salvadó, Vicente Sanchís Almenar i Martí Nadal Lomas.

Data de publicació: novembre de 2019

Microplàstics y nanoplàstics en la cadena alimentaria. Situación actual

Resumen

El aumento de residuos de plásticos en el medio ambiente, sobre todo en mares y océanos, y presencia de formas microscópicas de los productos plásticos (micropartículas y nanopartículas) ha generado, a parte de una preocupación medioambiental, una inquietud desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, debido a que los microplásticos y nanoplásticos podrían incorporarse a la red trófica y, por lo tanto, estar presentes en los alimentos destinados a la alimentación humana.

Los microplásticos y nanoplásticos son formas microscópicas de los productos plásticos de tamaño inferior a 5 mm que derivan, en parte, de la fragmentación de los macropásticos que llegan mayoritariamente al medio acuático y que, por su difícil degradación, permanecen en el medio ambiente durante décadas.

Los microplásticos y nanoplásticos engloban una gran diversidad de tamaños (de 0,001 μm a 5.000 μm) y formas (fragmentos, pelets, perlas, fibras, espuma, películas), y pueden estar compuestos de diferentes tipos de materiales plásticos.

En los últimos años, varios estudios han detectado microplásticos en una amplia gama de concentraciones en aguas marinas, aguas residuales, agua dulce, alimentos, aire y agua potable, tanto en agua embotellada como del grifo. También se han detectado en las heces de humanos.

El documento revisa cuáles son los conocimientos actuales respecto a la presencia de microplásticos y nanoplásticos en la cadena alimentaria y sus posibles efectos sobre la salud humana.

[2]

Palabras clave

Microplásticos, nanoplásticos, alimentos, evaluación de riesgos.

Microplastics and nanoplastics in the food chain.

Current situation

Abstract

The increase of plastic waste in the environment, especially in seas and oceans, and the presence of microscopic particles of plastic products (microparticles and nanoparticles) has generated –apart from an environmental concern, a food safety concern, as microplastics and nanoplastics could be incorporated in the food chain and therefore be present in food intended for human consumption.

Microplastics and nanoplastics are microscopic particles of plastic products less than 5 mm long, coming from the fragmentation of macroplastics that largely find their way into the aquatic environment and, due to their difficult degradation, remain the environment for decades.

Microplastics and nanoplastics encompass a broad range of sizes (from 0,001 μm to 5.000 μm) and particles (fragments, pellets, pearls, fibres, foam, films), and can be composed of different kinds of plastic materials.

In recent years, various studies have found microplastics in a wide range of concentrations in marine waters, wastewater, fresh water, food, the air and drinking water, both in bottled and tap water. Microplastics have also been found in human faeces.

The present document reviews what are the current knowledge on the presence of microplastics and nanoplastics in the food chain and their potential effects on human health.

Keywords

Microplastics, nanoplastics, food, risk assessment.

[3]

Alguns drets reservats

© 2019, Generalitat de Catalunya Departament de Salut.



Els continguts d'aquesta obra estan subjectes a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObresDerivades 4.0 Internacional.

La llicència es pot consultar a la [pàgina web de Creative Commons](#)

Edita:

Agència Catalana de Seguretat Alimentària (ACSA)

1a edició:

Barcelona, novembre de 2019

[4]

Assessorament lingüístic:

Secció de Planificació Lingüística del Departament de Salut

URL:

<http://acsa.gencat.cat>

Index

1.Preocupació i interès públic	6
2.Microplàstics i nanoplàstics	8
2.1. Què són?.....	8
2.2. Quin n'és l'origen?.....	8
2.3. Com es poden incorporar en els aliments?	9
2.3.1. Ingesta pels animals directament a partir del medi	9
2.3.2. Transferència a través de la cadena tròfica.....	10
3.Presència en els aliments	12
3.1. Metodologia analítica	15
4.Perills per a la salut humana dels microplàstics en els aliments.....	16
4.1. Absorció, distribució i acumulació de micropartícules i nanopartícules	16
4.2. Efectes associats a les partícules en elles mateixes.....	17
4.3. Efectes associats als components dels plàstics.....	18
4.4. Efectes associats a altres contaminants que poden ser transportats per les partícules.....	19
4.5. Efectes associats a contaminació microbiana	20
5.Exposició alimentària a microplàstics i nanoplàstics.....	21
5.1. Quina és l'exposició alimentària als microplàstics?	21
5.2. Contribució dels microplàstics a l'exposició global a la dieta pel que fa als contaminants orgànics persistents i additius.....	22
5.3. Exposició als nanoplàstics	22
6.Riscos per a la salut.....	23
6.1. Incerteses en la caracterització del perill dels microplàstics.....	23
6.2. Incerteses en la caracterització del perill dels nanoplàstics.....	23
6.3. Incerteses en l'estimació de l'exposició als microplàstics	23
6.4. Incerteses en l'estimació de l'exposició a nanoplàstics	24
7.Conclusions	25
8.Bibliografia	27

[5]

1. Preocupació i interès públic

Hi ha una preocupació creixent per la presència de residus de plàstic en el medi ambient, sobretot en mars i oceans, i els seus possibles efectes actuals i futurs sobre els éssers vius i els ecosistemes.

La presència de formes microscòpiques dels productes plàstics (micropartícules i nanopartícules) que podrien incorporar-se a la xarxa tròfica i, per tant, estar presents en els aliments destinats a l'alimentació humana ha despertat especial interès i preocupació. Aquestes formes microscòpiques deriven, en part, de la fragmentació dels macroplàstics que arriben majoritàriament al medi aquàtic i que, per la seva difícil degradació, romanen al medi ambient durant dècades.

En els darrers anys, diferents estudis han detectat microplàstics en una gran varietat d'organismes del zooplàncton i també en espècies de nivells tròfics superiors, tant en invertebrats com vertebrats. A banda del peix i el marisc, també s'han identificat altres vies d'entrada de microplàstics a la cadena alimentària, com és el cas de la sal marina, la cervesa, la mel, el sucre i l'aigua de l'aixeta (JRC, 2017; EFSA, 2016).

Són freqüents en els mitjans de comunicació les notícies que manifesten la preocupació pels efectes que els microplàstics presents en els aliments puguin tenir sobre la salut humana. Per la percepció de l'opinió pública, poden constituir un nou paradigma de perill per a la salut: és més fàcil imaginar uns fragments de plàstic circulant per la sang o inserits als teixits que visualitzar molècules de tòxics o microorganismes. Les imatges àmpliament difoses de les "illes" de plàstics als oceans poden "reduir-se" fàcilment a una imatge d'acumulació de microplàstics circulant per l'organisme. Aquesta preocupació s'afegeix a la percepció cada cop més negativa dels plàstics en relació amb la salut i el medi ambient.

Aquesta inquietud ve donada no tan sols per l'efecte de les partícules de plàstic com a tals, sinó també per la presència d'additius i contaminants químics que es poden alliberar dels microplàstics. La major part dels microplàstics ingerits s'eliminen per via fecal sense absorbir-se però alguns estudis experimentals indiquen que els microplàstics de mida més petita presents en els aliments es poden absorbir i transferir als teixits. En qualsevol cas, s'absorbeixin o no, les partícules poden alliberar additius i contaminants que sí són fàcilment absorbits i transportats dins de l'organisme. Entre els primers, es troben els plastificants, pigments i retardants de flama; entre els segons, hi ha diversos contaminants liposolubles, com hidrocarburs

[6]

aromàtics policíclics (HAP) i bifenils policlorats (PCB). Moltes d'aquestes substàncies presenten efectes tòxics diversos.

Les concentracions ambientals de microplàstics augmentaran a mesura que es van fragmentant els plàstics ja presents en el medi, i, encara més, si no es prenen mesures per disminuir l'emissió de plàstics.

Malgrat l'existència de diverses iniciatives legals en els àmbits estatal i comunitari per reduir la contaminació ambiental per plàstics, a Europa no hi ha cap normativa que reguli el contingut de microplàstics i nanoplàstics com a contaminants en els aliments.

El tema de la contaminació de la cadena alimentària a causa de la contaminació mediambiental per partícules de microplàstic va ser tractat per primer cop com un possible problema de seguretat alimentària l'any 2013 en el si de la reunió anual de la Xarxa d'intercanvi de riscos emergents de l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (Informe anual de l'EFSA, EREN 2013).¹

Fruit d'aquesta preocupació i d'una sol·licitud de l'Institut Federal d'Avaluació de Riscos d'Alemanya (BfR)², el 2016 la Comissió Tècnica sobre Contaminants de la Cadena Alimentària (CONTAM) de l'Autoritat Europea de Seguretat Alimentària (EFSA) va emetre una declaració sobre la presència de microplàstics i nanoplàstics en els aliments, amb especial èmfasi en els productes del mar.³

[7]

¹ European Food Safety Authority. Annual report of the Emerging Risks Exchange Network 2013. EFSA supporting publication. 2014: EN-682. 30 p. Disponible a: <https://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-682>

² Register of qüestions [Internet]. EFSA. Disponible a: <http://registerofquestions.efsa.europa.eu/roqFrontend/questionLoader?question=EFSA-Q-2015-00159>

³ European Food Safety Authority. Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. EFSA J. 2016;14(6):4501. Disponible a: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4501>

2. Microplàstics i nanoplàstics

2.1. Què són?

Són partícules de material plàstic de mida inferior a 5 mm de diàmetre i sovint microscòpiques. Tot i que no hi ha una definició inequívoca, l'EFSA considera els microplàstics com una barreja heterogènia de partícules amb diàmetre d'entre 0,1 i 5000 μm . Es consideren nanoplàstics aquells amb almenys una dimensió d'entre 0,001 μm i 0,1 μm (taula 1).

S'entén per *plàstic* qualsevol material polimèric d'origen sintètic. Els polímers presents en la majoria dels microplàstics i nanoplàstics són el polietilè, el polipropilè i el poliestirè (EFSA, 2016).

Taula 1. Classificació de les partícules de plàstic que contaminen el medi ambient segons la seva mida

Tipus de partícula	Mida (μm)
Microplàstics	0,1-5.000 (diàmetre)
Nanoplàstics	0,001-0,1 (almenys una dimensió)

Font: ACSA

2.2. Quin n'és l'origen?

Les partícules de plàstic presents en el medi ambient poden tenir un origen divers:

a) Per fragmentació de productes plàstics de mida més gran emesos al medi.

La producció de plàstics ha augmentat des d'1,5 milions de tones a la dècada dels anys cinquanta als més de 300 milions de tones de 2017, i cada any almenys 8 milions de tones acaben en els nostres oceans (JRC, 2017). La majoria de plàstics que arriben al medi aquàtic no es degraden fàcilment i romanen en l'ambient durant anys. Durant la seva permanència al medi, es poden anar fragmentant fins que produeixen partícules de mida microscòpica.

b) Materials fabricats intencionadament en forma de micropartícules o nanopartícules.

S'utilitzen en molt diverses aplicacions com a dentífrics, cremes exfoliants o pols de plàstic d'ús industrial.

[8]

c) Es poden formar durant l'ús de productes de plàstic, i s'alliberen al medi en forma de partícules.

Per exemple, la pols generada pel desgast dels pneumàtics o les microfibrilles tèxtils que es desprenen dels teixits sintètics durant l'ús o durant el rentat.

Els microplàstics (o nanoplàstics) que tenen el seu origen en la fragmentació de materials plàstics emesos a l'ambient es denominen *microplàstics* (o *nanoplàstics*) *secundaris*. Els fabricats de forma deliberada com a micropartícules es denominen *microplàstics* (o *nanoplàstics*) *primaris*. No hi ha un criteri unificat respecte a la classificació dels que s'emeten com a micropartícules com a conseqüència de la utilització (de tipus 3). Amb les definicions de l'EFSA (2016) es considerarien com a secundaris, però amb els criteris del document publicat pel JRC (2017) es classificarien com a primaris.

2.3. Com es poden incorporar en els aliments?

Els microplàstics poden ser presents en aliments per simple deposició a la seva superfície. Els microplàstics, especialment les microfibrilles, formen part de la pols atmosfèrica que es diposita sobre els aliments al llarg de tota la cadena de producció i de consum. També es poden dipositar partícules generades específicament pels materials en contacte amb els aliments, per exemple, coadjuvants tecnològics, aigua, aire o alliberament de maquinària, equipament i tèxtils. Per tant, és possible que la quantitat de microplàstics augmenti durant el tractament dels aliments.

Els exemples millor estudiats corresponen a aliments d'origen marí, en què l'animal ha ingerit aquestes partícules a partir del medi. En aquest cas, la major part de les partícules es troben al tub digestiu (part de l'animal que normalment no és consumida). Alguns autors indiquen que la deposició sobre l'aliment pot contribuir més a l'exposició humana als microplàstics que el consum d'aliments d'origen marí (Rist *et al.*, 2018).

2.3.1. Ingesta pels animals directament a partir del medi

Els microplàstics poden ser ingerits per molts invertebrats marins, atès que la seva mida és semblant a la de certs components del plàncton (Browne *et al.*, 2008). Cole *et al.* (2013) van demostrar que 13 taxons de zooplàncton tenien la capacitat d'ingerir perles de poliestirè d'entre 1,7 i 30,6 µm, amb una ingesta que variava segons l'estadi de desenvolupament i la mida de les perles. De la mateixa manera, s'ha demostrat la ingesta de microesferes de poliestirè de 10 µm per copèpodes, cladòcers, rotífers, poliquets i les seves larves, bivalves, equinoderms, briozous i ciliats (Ward i Shumway, 2004; Setälä *et al.*, 2014).



També s'ha demostrat la ingesta de microplàstics per altres invertebrats, amb una àmplia gamma d'estratègies d'alimentació, incloent-hi els filtradors i els detritívors com el cogombre de mar (Thompson *et al.*, 2004; Browne *et al.*, 2008; Graham i Thompson, 2009). En un estudi de laboratori dissenyat per imitar un ecosistema costaner, Setälä *et al.* (2016) van comparar la ingesta de microplàstics per invertebrats marins de diferents hàbits alimentaris (bivalves, crustacis bentònics i de natació lliure, i sedimentívors). Els autors van detectar que tots els organismes van ingerir microesferes de 10 µm, i van ser els bivalves (*Mytilus trossulus* i *Macoma balthica*) els organismes que en van ingerir la major quantitat. A partir d'aquests resultats, els autors van arribar a la conclusió que la ingesta de microplàstics pels invertebrats marins depenia de la concentració de partícules i del mode d'alimentació.

Els microplàstics també es poden acumular en sediments (Thompson *et al.*, 2004) i, per tant, poden estar disponibles per a espècies bentòniques. En platges molt contaminades, la concentració de microplàstics de <1 mm pot arribar al 3% de pes i és un substrat potencial per a l'adherència de contaminants orgànics (Wright *et al.*, 2013) i la colonització de bacteris (Zetter *et al.*, 2013).

2.3.2. Transferència a través de la cadena tròfica

Les proves experimentals indiquen que els microplàstics tenen el potencial de ser transferits cap a nivells tròfics superiors. Farell i Nelson (2013) van demostrar la transferència tròfica entre els musclos i els crancs. Murray i Cowie (2001) van evidenciar l'adquisició de microplàstics per escamarlans (*Nephrops norvegicus*) a través de la seva alimentació. També s'han trobat partícules de plàstic en els excrements de lleons marins (*Arctocephalus* spp.) que es creu que les havien ingerit a través de peixos que formen part de la seva dieta (Eriksson i Burton, 2003). Estudis recents han documentat la transferència tròfica de microplàstics a la natura i en condicions de laboratori, cosa que indica que els plàstics de mida microscòpica i nanoscòpica poden transferir-se a diferents xarxes alimentàries. Aquestes troballes susciten preocupacions pel que fa a la bioacumulació i biomagnificació dels microplàstics, i poden augmentar els riscos i els efectes tòxics als depredadors (Barboza *et al.*, 2018).

Els microplàstics d'origen marí es podrien incorporar en aliments d'origen terrestre a causa de la utilització de derivats del peix en la fabricació de pinsos (Bouwmeester *et al.*, 2015).

En tot cas, sembla que l'absorció de microplàstics és molt limitada (Wright i Kelly, 2017). La major part de les micropartícules es troben al tub digestiu dels animals. Per

[10]

tant, no sembla que pugui donar lloc a fenòmens de bioconcentració i biomagnificació de les mateixes partícules, encara que podria contribuir a la biomagnificació de substàncies químiques que puguin vehicular aquestes partícules.

3. Presència en els aliments

S'ha demostrat la presència de microplàstics en molts aliments, però les dades al respecte són molt limitades, en part per la dificultat de les metodologies analítiques per detectar-les.

S'han descrit microplàstics en productes del mar (peixos, gambes i bivalves) i també en la mel, cervesa, sucre, sal de taula, aigua embotellada i aigua de l'aixeta (EFSA, 2016; JRC, 2017; Abbassi et al, 2018, WHO 2019). Barboza *et al.* (2018) i Toussaint *et al.* (2019) han revisat recentment les dades publicades sobre la presència de microplàstics en els aliments, i Koelmans *et al.* (2019) han revisat les dades publicades sobre la presència dels microplàstics en l'aigua potable.

Segons l'estudi de Liebezeit i Liebezeit (2013), s'han trobat fragments de microplàstics i fibres en mostres de mel de diferents orígens, majoritàriament d'Alemanya, amb un contingut de fibres que oscil·la entre 0,04 i 0,66 fibres/g (valor mitjà de $0,17 \pm 0,15$ fibres/g), mentre que el nombre de fragments va ser menys abundant (0,009 fragments/g). Els autors indiquen que l'origen de la seva presència podria ser ambiental, partícules transportades per les abelles al rusc, o per contaminació durant el tractament de la mel o ambdós. Els mateixos autors també van detectar fibres i fragments en mostres comercials de sucre. A més, es va observar material granular, no de pol·len, tant en mostres de mel com de sucre.

En l'estudi de 24 marques de cervesa de Liebezeit i Liebezeit (2014), la majoria de les mostres contien microplàstics, amb un interval de contingut de 0,002 fins a 0,079 fibres/mL, de 0,012 a 0,109 fragments/mL, i de 0,002 a 0,066 grànuls/mL, amb una alta variabilitat entre mostres individuals i mostres de diferents dates de producció. Segons els autors, l'origen de la seva presència podria ser per contaminació per les partícules atmosfèriques en l'aire, els materials utilitzats en el procés de producció de cervesa, les impureses no desitjades a la superfície de les ampolles i les partícules contaminants de matèries primeres utilitzades per a la producció de cervesa.

L'estudi de Yang *et al.* (2015) descriu la presència de microplàstics en 15 marques xineses de sal de taula amb un contingut de microplàstics de 0,55-0,68 partícules/g en sals de mar, 0,043-0,36 partícules/g en sals de llac i 0,007-0,20 partícules/g en sals de roca. En les sals de mar, els fragments i les fibres eren els tipus de partícula més freqüents en comparació amb les pèl·lets i les làmines. Les partícules de 45 a 4.300 μm i els microplàstics $<200 \mu\text{m}$ representaven el 55% del total. Els tipus de plàstic més habituals van ser el tereftalat de polietilè, seguit del polietilè i la cel·lofana

[12]

en sals de mar. L'abundància de microplàstics a les sals marines era significativament més alta que la de les sals de llacs i les sals de roca o pou, cosa que segons els autors possiblement indica que els productes marins, com la sal, estan especialment sotmesos a la contaminació per part dels microplàstics.

Pel que fa als peixos, només es disposen de dades sobre microplàstics del tracte digestiu, que normalment és una part de l'animal que no es consumeix. És probable que la part de microplàstics de la part comestible del peix sigui insignificant per a l'exposició dels consumidors. No passa el mateix amb els bivalves que són organismes filtradors, com els musclos, ja que acumulen microplàstics al tub digestiu i, a diferència dels peixos, es consumeixen sencers. Per tant, segons l'EFSA, el seu consum representa un escenari conservador de l'exposició dietètica als microplàstics dels productes del mar en general.

En un estudi amb peixos pelàgics i demersals del canal de la Mànega, es va observar que una tercera part dels peixos estudiats presentaven microplàstics al tracte digestiu; el nombre mitjà de partícules va ser d'1,9 partícules per tracte intestinal, i les grandàries dels microplàstics van oscil·lar entre 130 i més de 5.000 µm (Lusher *et al.*, 2013).

Un estudi sobre el contingut estomacal de diferents espècies de peixos comercials de Portugal va detectar una mitjana d'1,40 ± 0,66 partícules/peix, de mides d'entre 220 i 4.800 µm (Neves *et al.*, 2015).

D'entre els 535 peixos recollits en un estuari del golf de Mèxic i els seus afluents, el 8% dels peixos d'aigua dolça i el 10% dels peixos marins tenien microplàstics en el tracte intestinal (Phillips i Bonner, 2015). El percentatge de presència de microplàstics ingerits pels peixos en rius d'àrees no urbanitzades era inferior al dels peixos provinents d'un riu urbanitzat (29%). El percentatge de presència de microplàstics per hàbitats (és a dir, bentònic, pelàgic) i comunitats tròfiques va ser similar.

La presència de residus plàstics d'origen antropogènic al tracte gastrointestinal de peixos destinats al consum humà d'Indonèsia i Califòrnia (EUA) va ser avaluat per Rochman *et al.* (2015). A les mostres d'Indonèsia es van trobar microplàstics en el 28% dels exemplars i el 55% del total de les 11 espècies investigades (5,03 partícules/peix). A les mostres de Califòrnia es van observar microplàstics en el 25% dels exemplars (2,03 partícules/peix) i en un 67% de les 12 espècies investigades. Els microplàstics recuperats dels peixos d'Indonèsia eren fragments, poliestirè o film, mentre que els recuperats dels peixos dels EUA eren principalment fibres.

[13]

Rummel *et al.* (2006) van investigar la presència de plàstics i microplàstics en espècies de peixos pelàgics (arengades i verats) i demersals (bacallà i peixos plans) del mar del Nord i del mar Bàltic, i van detectar partícules de plàstic en un 5,5% de les mostres examinades. Un 74% de totes les partícules eren de la mida dels microplàstics (<5 mm) (1-7 partícules/peix), i gairebé el 40% de les partícules consistien en poliestirè. La ingesta de plàstic va ser significativament més alta en espècies d'alimentació pelàgica que en les espècies d'alimentació demersal (10,7% vs. 3,4%). Tanmateix, s'ignora si els peixos examinats en els diversos estudis van consumir els plàstics directament o els van adquirir mitjançant transferència tròfica.

S'han detectat fibres sintètiques de mides compreses d'entre 200 i 1.000 µm en gambes d'esquer (*Crangon crangon*) del canal de la Mànega. Les fibres apareixen al 63% dels exemplars, amb una mitjana de 0,68 ± 0,55 microplàstics/g (1,23 ± 0,99 microplàstics/gamba) (Devriese *et al.*, 2015).

Els musclos (*Mytilus edulis*) criats al mar del Nord i les ostres japoneses (*Crassostrea gigas*) criades a l'oceà Atlàntic mostren un contingut mitjà de 0,36 i 0,47 partícules/g, respectivament (Van Cauwenberghe i Janssen, 2014). Després d'un període de depuració de tres dies, el contingut de microplàstics va disminuir a 0,24 i 0,35 partícules/g, respectivament. La depuració va provocar l'eliminació de tots (musclos) o la majoria (ostres) dels microplàstics més grans, és a dir, de 25 mm de longitud; en els musclos, els microplàstics més abundants després de la depuració de l'intestí eren les partícules de 5 a 10 µm, mentre que en les ostres les partícules més abundants eren de la mida d'11 a 15 µm (30%) i de 16 a 20 µm (33%).

Nou espècies de bivalves comercials xineses van presentar més quantitat de microplàstics, d'entre 2,1 i 10,5 partícules per exemplar (Li *et al.*, 2015). La grandària de les partícules trobades oscil·lava entre 5 i 5.000 µm, i un 60% dels microplàstics tenien una mida de 5 a 250 µm. Es van observar diferents tipus de microplàstics en el teixit de tots els bivalves, i són les fibres els tipus més habituals, atès que representaven en la majoria dels casos més de la meitat dels microplàstics totals.

Un altre estudi va trobar microplàstics en el 33% de les mostres d'ostres japoneses (*Crassostrea gigas*) que es venien per al consum humà a Califòrnia dels EUA (Rochman *et al.*, 2015). La mitjana de la longitud de les fibres recuperades de les ostres era de 5.500 µm, i l'amplada oscil·lava entre 20 i 50 µm.

Segons l'informe de l'EFSA de 2016 no hi ha estudis sobre la destinació dels microplàstics o nanoplàstics durant el tractament dels productes de la pesca.

[14]

Normalment, el peix es neteja i s'eviscera, i s'elimina el tracte digestiu. Com que la majoria de microplàstics es troben al tub digestiu, la seva eliminació disminueix l'exposició respecte a la ingesta de peixos sencers. No obstant això, recentment s'ha demostrat la presència de microplàstics en el teixit muscular de peixos i crustacis (Abassi *et al.*, 2018).

No es coneix quin pot ser l'efecte del tractament dels aliments sobre el contingut de microplàstics. En tot cas, és probable que els processos industrials, l'envasat i els processos culinaris contribueixin a un increment de la presència de microplàstics generats durant aquests processos. Per exemple, a l'aigua embotellada s'han trobat partícules de plàstic aparentment originades en el mateix envàs (Toussaint *et al.*, 2019).

3.1. Metodologia analítica

Hi ha pocs mètodes disponibles i poc eficients per identificar i quantificar micropartícules de plàstic en mostres biològiques (Nguyen *et al.*, 2019; Shim *et al.*, 2017). Els materials plàstics solen ser transparents per a les metodologies d'observació microscòpica i, per tant, són difícils de detectar, identificar i quantificar dins d'una matriu biològica. Els mètodes més habituals impliquen la degradació i dissolució de la matèria biogènica per tal d'aïllar i identificar les partícules de plàstic. S'apliquen mètodes amb digestió àcida, alcalina i/o oxidant i temperatura elevada. Aquests mètodes també degraden parcialment alguns plàstics, per la qual cosa presenten inconvenients a l'hora de mesurar la quantitat de plàstics en els aliments. També s'han aplicat mètodes enzimàtics. En cas de partícules relativament grans (>500 µm), la dissecció visual pot ser una opció. Una vegada separats, els plàstics poden identificar-se i quantificar-se mitjançant diverses tècniques instrumentals (microscòpia, espectroscòpia, espectrometria de masses) amb diferents característiques de sensibilitat, rendiment i resolució espacial.

Aquestes dificultats tècniques fan que les dades de què disposem sobre el contingut dels microplàstics en els aliments siguin escasses i, possiblement, n'infravalorin la presència real, especialment de les partícules de menys grandària.

No es disposa de mètodes per determinar nanoplàstics en els aliments.

[15]

4. Perills per a la salut humana dels microplàstics en els aliments

Els éssers humans poden estar exposats a microplàstics i nanoplàstics per inhalació (Gasperi *et al.*, 2018), ingestió o via tòpica. Els perills per a la salut associats a l'exposició als microplàstics no estan ben caracteritzats. A continuació, se n'exposen alguns dels efectes possibles, classificats en quatre categories en funció dels mecanismes i agents implicats (Smith *et al.*, 2018; Rist *et al.*, 2018; Wright i Kelly, 2017): efectes associats a a) les partícules en elles mateixes, b) als components químics que puguin migrar des de les partícules, c) a altres contaminants ambientals que puguin ser transportats per les partícules i d) a la contaminació microbiana de les partícules.

4.1. Absorció, distribució i acumulació de micropartícules i nanopartícules

Independentment del mecanisme, un factor determinant del risc potencial dels microplàstics és fins a quin punt poden ser absorbits i acumulats en l'organisme. Segons el document de l'EFSA (2016) hi ha una manca d'informació sobre la destinació dels microplàstics i nanoplàstics al tracte intestinal. A més, l'EFSA indica que es desconeix si els nanoplàstics es poden formar a partir de la degradació de microplàstics en les condicions ambientals del tracte intestinal humà. Finalment, les dades de què disposa l'EFSA només es refereixen a la toxicocinètica de l'absorció i la distribució, sense que hi hagi informació sobre el metabolisme i l'excreció.

En el cas de la ingesta alimentària, hi ha qüestions importants per determinar. Aquest és el cas de si, després de la ingesta, els microplàstics i nanoplàstics queden confinats a la llum intestinal o es pot produir una translocació a través de l'epiteli. La translocació implicaria que els òrgans i teixits estarien exposats a aquestes partícules. Pel que fa als microplàstics, l'informe de l'EFSA 2016 indica que no hi ha dades *in vivo* en humans sobre l'absorció dels microplàstics. Els estudis de mamífers han detectat micropartícules amb mides de fins a 150 µm a la limfa, i un estudi va detectar partícules de PVC (110 µm) a la vena porta en gossos. Les plaques de Peyer en l'íli podrien ser el lloc en què es produís la major part de l'absorció intestinal de partícules. És molt probable que els microplàstics de mida >150 µm no siguin absorbits i només tinguin efectes locals sobre el sistema immunitari i els processos d'inflamació de l'intestí. Els microplàstics més petits (<150 µm) poden provocar una exposició sistèmica, però, segons l'EFSA, les dades disponibles demostren que l'absorció és molt baixa (< 0,3%) i només la fracció més petita (mida de <1,5 µm) podria penetrar i arribar a alguns òrgans.

[16]

L'any 2019 investigadors de l'Institut Federal d'Avaluació de Riscos d'Alemanya (BfR) han publicat els resultats d'un estudi sobre l'absorció i els efectes de partícules de microplàstics de poliestirè en sistemes *in vitro* en persones i *in vivo* en rosegadors (Stock *et al.*, 2019).

Les dades *in vivo* demostren l'absència de lesions detectables histològicament i de respostes inflamatòries. Les partícules no van interferir en la diferenciació i activació del model de macròfags humans. Els autors posen de manifest que els resultats actuals semblen indicar que l'exposició oral a partícules de microplàstic de poliestirè en les condicions experimentals triades no presenta riscos immediats rellevants per als mamífers. No obstant això, assenyalen explícitament que encara hi ha grans llacunes en les dades sobre la mida i el material dels microplàstics. Per tant, consideren que no es poden treure conclusions de les dades generades sobre els efectes en l'intestí dels microplàstics fets d'altres plàstics. Per tant, es necessiten més estudis experimentals per analitzar l'absorció de microplàstics i fer una avaluació de riscos.

Pel que fa als nanoplàstics, s'ha demostrat la translocació a través de l'epiteli per a molts tipus de nanopartícules, que posteriorment poden arribar a molts òrgans, inclòs el cervell. A més de la barrera hematoencefàlica, també es creu que poden creuar la barrera placentària. L'EFSA destaca que cal tenir en compte que només s'han estudiat nanopartícules de poliestirè i que la captació i la toxicitat depenen molt de la naturalesa química del material, juntament amb la mida, la forma i altres propietats fisicoquímiques. Per tant, les extrapolacions d'estudis sobre un tipus de nanomaterial s'han de fer amb precaució.

Els microplàstics són resistents a la biodegradació i, per tant, una vegada absorbits, persistiran a l'organisme si no són excretats. S'ha observat excreció de micropartícules per les vies biliar i urinària, i per la llet.

[17]

4.2. Efectes associats a les partícules en elles mateixes

En la declaració de l'EFSA de 2016, la Comissió Tècnica CONTAM de l'EFSA no va identificar cap estudi en rosegadors sobre la toxicitat *in vivo* o *in vitro* de microplàstics o nanoplàstics, sobre el qual poder basar-se per fer una avaluació del riscs de toxicitat dels microplàstics i nanoplàstics després de l'absorció oral en éssers humans.

Els plàstics es consideren, en general, com a materials inerts; no obstant això, a causa de les seves propietats superficials, els nanopolímers poden adsorbir macromolècules com proteïnes i lípids dels fluids biològics, i generen una capa superficial formada principalment per proteïnes denominada "corona". Aquesta

corona pot modificar les interaccions de la partícula amb les cèl·lules de l'organisme, i en condiciona la seva toxicitat.

S'han proposat mecanismes pels quals els microplàstics podrien causar danys com embolització vascular, respostes inflamatòries associades a l'acció de cèl·lules fagocítiques sobre les partícules o potenciació de la resposta (auto)immunitària a biomolècules adsorbides en la superfície de les partícules. Aquests tipus d'efectes s'han pogut demostrar amb diversos nanomaterials, amb partícules atmosfèriques i amb les partícules plàstiques produïdes per l'abració d'implants (Wright i Kelly, 2017). Recentment, estudis *in vitro* han demostrat que microplàstics i nanoplàstics poden produir citotoxicitat per mecanismes d'estrès oxidatiu (Schirinzi *et al.*, 2017). També s'ha publicat un estudi *in vivo* en rosegadors exposats a micropartícules (5 i 20 µm) de poliestirè (Deng *et al.*, 2017). Els resultats indiquen que els microplàstics s'acumulen en el fetge, el ronyó i l'intestí, amb una cinètica d'acumulació de teixits i un patró de distribució que depèn en gran mesura de la mida de les partícules de microplàstics. A més, l'anàlisi de múltiples biomarcadors bioquímics i perfils metabòlics apunta que l'exposició va produir perturbacions en el metabolisme energètic i dels lípids, així com estrès oxidatiu.

Les dades de l'estudi del BfR de 2019 (Stock *et al.*, 2019) no van evidenciar lesions detectables histològicament ni respostes inflamatòries en els estudis *in vivo* amb ratolins per l'exposició a partícules de microplàstics de poliestirè.

4.3. Efectes associats als components dels plàstics

El plàstic està format per un polímer orgànic sintètic al qual s'incorporen additius químics durant la fabricació. Aquests additius s'afegeixen per inhibir la fotodegradació, per millorar la força, rigidesa, flexibilitat, color, inflamabilitat i per prevenir la proliferació microbiana. Com que no estan químicament lligats al plàstic i són de baix pes molecular, aquests additius són susceptibles de lixiviació. En alguns plàstics els additius poden constituir una fracció majoritària de la seva composició.

La contínua fragmentació dels microplàstics exposarà constantment superfícies noves, i facilitarà la migració d'additius des del nucli fins a la superfície de la partícula.

Si els microplàstics són capaços d'acumular-se a l'organisme, poden suposar una font de productes químics als teixits i fluids. Cal tenir en compte que alguns additius químics i monòmers poden tenir efectes sobre la salut, inclosa la toxicitat per a la reproducció (per exemple, bis (2-etilhexil) ftalat [DEHP] i bisfenol A [BPA]), carcinogenicitat (p. ex., clorur de vinil i butadiè) i mutagenicitat (p. ex., benzè i

fenol). Alguns dels additius més nocius inclouen retardants de flama bromats, plastificants com els ftalats i compostos metàl·lics estabilitzants de la calor.

A més dels additius, els microplàstics poden alliberar monòmers residuals que no s'hagin incorporat a la matriu polimèrica, així com productes de degradació que s'hagin format en la superfície per reaccions químiques o fotoquímiques durant l'estada al medi ambient.

4.4. Efectes associats a altres contaminants que poden ser transportats per les partícules

Els residus plàstics són un material hidrofòbic amb una superfície carregada i/o un biofilm carregat, cosa que implica que aquest material estarà contaminat amb productes químics com contaminants orgànics persistents, plaguicides i metalls pesants. Aquests productes químics s'adsorbeixen i s'alliberen del plàstic, depenent de les condicions ambientals. Per tant, l'estat químic i els riscos toxicològics del plàstic contaminat difereixen en el temps i l'espai durant el cicle de vida d'una partícula de plàstic en el medi. La concentració de contaminants en el plàstic pot ser fins a un milió de vegades superior a la del medi (Mato *et al.*, 2001), i actua com una font potencial i un vector per a aquestes substàncies químiques.

L'informe de l'EFSA (2016) indica que en els microplàstics recollits en el mar s'ha detectat la presència de PCB, d'hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP) i de plaguicides organoclorats (DDE), que oscil·len entre 1 i 200 ng/g, 4 i 10.000 ng/g, i 0,1 i 250 ng/g, respectivament. En conjunt, en microplàstics dipositats a les platges, s'han detectat fins i tot concentracions més elevades (PCB de 0,01-2.750 ng/g; HAP de 90-24.000 ng/g; DDT, DDD i DDE de 2-1.061 ng/g).

S'ha demostrat que els contaminants orgànics com els PCB es traslladen del plàstic a organismes que viuen al sediment (Teuten *et al.*, 2007) i als polls d'aus marines (Teuten *et al.*, 2009). Hi ha estudis que demostren la transferència de contaminants orgànics persistents (COP); per exemple, dioxines, PCB i èters difenílics polibromats (PBDE), i la seva biomagnificació a través de les xarxes tròfiques marines, la qual cosa s'ha associat a la presència de plàstics oceànics (Ogata *et al.*, 2009; Hu *et al.*, 2005).

L'abast de la transferència depèn de característiques com el coeficient de partició octanol-aigua i la taxa de transformació metabòlica del compost (Wan *et al.*, 2005). Altres factors que cal considerar per a la transferència de COP associats a microplàstics són el temps de retenció a l'intestí (que depèn de l'organisme) i la

[19]

fracció de microplàstics consumits, que es poden moure a través de l'epiteli intestinal i en altres teixits o òrgans.

Els contaminants inorgànics, com els metalls, també poden ser adsorbits als microplàstics del medi aquàtic. Els grànuls de plàstic recollits al llarg de les costes sud-oest de la Gran Bretanya contenen concentracions de metall similars, i en alguns casos superiors, a les dels sediments d'estuaris locals (Holmes *et al.*, 2012).

Els microplàstics podrien ser un vehicle per transportar metalls en ambients marins i d'aigua dolça perquè tenen el potencial d'adsorbir concentracions importants de metalls i poden romandre suspesos durant llargs períodes de temps, cosa que en permet la distribució amb els moviments de l'aigua (EFSA, 2016). No hi ha estudis que avaluin la contribució dels metalls adsorbits als microplàstics en els aliments.

No hi ha informació disponible sobre contaminació química en nanoplàstics.

4.5. Efectes associats a contaminació microbiana

L'EFSA indica que els residus plàstics poden actuar com a substrat per a diferents comunitats microbianes (Harrison *et al.*, 2011,2014; Zettler *et al.*, 2013; McCormick *et al.*, 2014). A més, al mar s'ha demostrat que aquestes comunitats que proliferen als plàstics difereixen de les comunitats microbianes de les aigües circumdants (Zettler *et al.*, 2013). Entre els organismes que colonitzen el plàstic trobem els que els poden degradar i d'altres patògens, però s'ignora la rellevància que això pot tenir per a l'alimentació i la salut humana.

No hi ha informació disponible sobre contaminació microbiològica en nanoplàstics.

5. Exposició alimentària a microplàstics i nanoplàstics

5.1. Quina és l'exposició alimentària als microplàstics?

Atesa l'escassetat de dades de concentració de microplàstics en aliments i les deficiències de les metodologies emprades per a la determinació, és difícil fer una avaluació fiable de l'exposició alimentària. A més, pel que fa als peixos, només es disposen de dades sobre microplàstics presents al tracte digestiu, que normalment no es consumeix. És probable que la part de microplàstics de la part comestible sigui insignificant per a l'exposició dels consumidors. No passa el mateix amb els bivalves que són organismes filtradors, com els musclos, ja que acumulen microplàstics al tub digestiu i, a diferència dels peixos, es consumeixen sencers.

En el dictamen de 2016, l'EFSA fa l'avaluació de l'exposició alimentària als microplàstics dels productes del mar, per a la ingesta de musclos, emprant un escenari molt conservador i assumint els supòsits més desfavorables, com la mida de ració de musclos més elevada, la major concentració de microplàstics detectada en musclos i les concentracions de contaminants més elevades mesurades, cosa que correspon als microplàstics recollits a la platja.

- Per calcular la ració, considera les dades de Lucas *et al.* (1995), que van determinar la mida de les racions de musclos consumides per dones voluntàries franceses quan visitaven la cafeteria d'un gran centre hospitalari (n = 21) i d'un centre d'investigació (n = 25). Les dades van posar de manifest que la ració mitjana de musclos era de 200 g sense closca. Suposant que generalment els homes mengen més que les dones, es calcula que la ració mitjana d'un home adult és de 225 g de musclos.
- Pel que fa a dades de presència de microplàstics, l'informe considera les dades obtingudes en musclos de la Xina, que són els que contenen més microplàstics, amb un valor mitjà de 4 partícules/g (Li *et al.*, 2015). El consum d'aquesta ració de 225 g suposaria una ingesta d'unes 900 partícules de plàstic, cosa que segons els càlculs explicats al document de l'EFSA representaria 7 µg de plàstic.
- Pel que fa a l'exposició als COP adsorbits als microplàstics, els microplàstics dipositats a les platges són els que en tenen les concentracions més elevades (PCB fins a 2.750 ng/g i HAP fins a 24.000 ng/g), i en aquest escenari conservador els microplàstics suposen una ingesta d'aproximadament 19 pg de PCB i 170 pg d'HAP.
- Pel que fa a l'estimació de l'exposició als additius en els microplàstics, l'EFSA considera que de mitjana el 4% del pes dels plàstics que predominen als

[21]

microplàstics són additius. Per tant, emprant el mateix exemple dels musclos, la ració de 7 µg de microplàstics hauria de contenir aproximadament 0,28 µg d'additius (4% de 7 µg).

5.2. Contribució dels microplàstics a l'exposició global a la dieta pel que fa als contaminants orgànics persistents i additius

A l'avaluació sobre la presència de PCB i dioxines en aliments i pinsos comercialitzats al mercat europeu, l'EFSA va estimar una exposició mitjana a PCB no similars a les dioxines de 0,3 a 1,8 µg de PCB per dia per a una persona de 70 kg (EFSA, 2012). Pel que fa als HAP, l'EFSA va estimar que l'exposició mitjana per als consumidors de la UE era de 3,8 µg per dia (EFSA, 2008). Per tant, en l'escenari d'exposició alimentària a microplàstics calculat prèviament assumint un consum elevat de musclos contaminats i, fins i tot, en el supòsit en què els PCB i els HAP s'alliberessin completament dels microplàstics ingerits, el consum d'aquests musclos tindria un petit efecte en l'exposició als PCB (augment <0,006%) i d'HAP (augment <0,004%).

Si es pren el bisfenol A com a exemple d'additiu, la ració de musclos podria contenir 0,28 µg de bisfenol A. En un escenari conservador, es podria considerar que tot el bisfenol A s'alliberaria completament del microplàstic. L'EFSA, en el seu dictamen de 2015, va estimar que l'exposició mitjana al bisfenol A per a la població adulta a partir de fonts dietètiques i no dietètiques era de 0,19-0,20 µg/kg de pes corporal/dia (EFSA CEF Panel, 2015). Per tant, un home adult de 70 kg ingeriria una mitjana d'uns 14 µg de bisfenol A per dia. Per tant, el bisfenol A provinent dels microplàstics dels musclos (0,28 µg) només representaria una petita part, al voltant del 2% de l'exposició total. L'EFSA indica que no s'espera que la contribució relativa a l'exposició a altres additius dels microplàstics sigui considerablement diferent.

5.3. Exposició als nanoplàstics

Pel que fa als nanoplàstics, l'EFSA indica que no es pot estimar l'exposició, atès que no hi ha dades disponibles de nanoplàstics en aliments.

[22]

6. Riscos per a la salut

Les dades disponibles respecte a la presència de microplàstics en aliments, la biodisponibilitat, la toxicitat i toxicocinètica i la corresponent exposició humana són escasses, i estan sotmeses a moltes incerteses. Pel que fa als nanoplàstics aquestes incerteses encara són més grans, i manca informació respecte als nanoplàstics en la majoria de les àrees per poder fer una avaluació de riscos.

6.1. Incerteses en la caracterització del perill dels microplàstics

- Manquen dades toxicològiques sobre els efectes dels microplàstics com a tals per avaluar el risc en l'ésser humà.
- Hi ha una manca d'informació sobre els efectes locals dels microplàstics en el tracte gastrointestinal o sobre la microbiota.
- La informació disponible sobre l'absorció intestinal i la distribució de les partícules de microplàstics a l'organisme és molt limitada. L'absorció és menor per a les partícules majors i pràcticament nul·la per sobre de 150 µm, però no hi ha prou informació quantitativa ni sobre els mecanismes implicats, l'efecte de la forma i la composició. Pràcticament no hi ha informació disponible sobre el metabolisme i l'excreció.

Per contra, sí que es coneix força bé la toxicitat de bona part dels additius i dels contaminants ambientals que poden alliberar-se de les partícules de microplàstics.

6.2 Incerteses en la caracterització del perill dels nanoplàstics

- Es desconeix si els microplàstics ingerits poden degradar-se a nanoplàstics en el tracte gastrointestinal.
- Els nanoplàstics poden ser absorbits, distribuïts i entrar a les cèl·lules, però se'n desconeix la biodisponibilitat i les conseqüències per a la salut humana.
- Alguns nanomaterials han mostrat efectes tòxics específicament associats al seu petit volum, però no es poden extrapolar directament als nanoplàstics. Les dades de toxicitat per a nanoplàstics són bàsicament inexistent per fer una correcta avaluació de riscos per a les persones.

[23]

6.3. Incerteses en l'estimació de l'exposició als microplàstics

- Hi ha pocs mètodes disponibles per identificar-los i quantificar-los en els aliments. Cal assenyalar que els mètodes descrits per a la degradació de la matèria biogènica també degraden parcialment els plàstics, per la qual cosa presenten inconvenients a l'hora de mesurar la quantitat de plàstics.

- Les dades sobre la presència de microplàstics en aliments són escasses. Les dades disponibles es refereixen a peixos, bivalves, crustacis, i tan sols es disposen d'algunes dades puntuals en altres aliments com la mel, la cervesa i la sal.
- Els principals additius dels plàstics i els contaminants adsorbits per als quals es disposa d'alguna informació són ftalats, bisfenol A, PBDE, HAP i PCB. Falten dades sobre altres contaminants químics.
- No hi ha dades sobre com afecten els processos com la cocció o fornejat dels aliments sobre el contingut de microplàstics. Tampoc hi ha estudis sobre la destinació dels microplàstics o nanoplàstics durant el processat dels productes del mar.

Per contra, si s'accepta que les dades actualment disponibles sobre la presència de microplàstics en els aliments representen una aproximació raonable a la realitat, les estimacions indiquen que l'exposició a additius i contaminants originada per la ingesta de microplàstics suposa una contribució molt més baixa respecte a l'exposició alimentària total.

6.4. Incerteses en l'estimació de l'exposició a nanoplàstics

- No existeixen mètodes d'anàlisi per a la identificació i la quantificació dels nanoplàstics en els aliments, per la qual cosa manquen dades sobre la presència en els aliments.

7. Conclusions

Els microplàstics són omnipresents en el medi ambient i s'han detectat en una àmplia gamma de concentracions en aigües marines, aigües residuals, aigua dolça, aliments, aire i aigua potable, tant en aigua embotellada com de l'aixeta.

La toxicitat associada al consum de microplàstics depèn probablement de la grandària de les partícules, la forma, la composició i la dosi. Però actualment el nostre coneixement sobre la presència, l'exposició i la toxicocinètica dels microplàstics és molt limitat, amb múltiples incerteses i pocs estudis completament fiables, que utilitzen mètodes i eines diferents per mostrejar i analitzar partícules de microplàstics. Pel que fa als nanoplàstics, aquestes incerteses encara són més grans, i manquen dades per poder fer una avaluació del riscs.

Malgrat aquestes incerteses, diferents organismes d'avaluació del riscs indiquen que, d'acord amb els darrers coneixements disponibles, no es preveu que les partícules de microplàstic dels aliments comportin un risc objectiu per a la salut dels consumidors. Tanmateix, a causa de la limitació de les dades disponibles, encara es necessiten més dades i estudis científics vàlides sobre l'efecte dels microplàstics a la barrera intestinal i posterior avaluació del riscs (BfR 2019; JRC, 2017). La manca de dades robustes fa que qualsevol avaluació del risc del consum d'aliments que contenen microplàstics estigui subjecte a limitacions.

Els possibles perills associats als microplàstics són les partícules físiques en elles mateixes, els productes químics associats als components plàstics o a contaminants que poden ser transportats per les partícules i els possibles efectes associats a la contaminació microbiana.

Amb els coneixements actuals sabem que els humans ingerim microplàstics. El tracte digestiu dels organismes marins conté les quantitats més grans de microplàstics. No obstant això, normalment se'n descarta aquesta part abans de consumir-los. Per tant, és probable que l'exposició humana als microplàstics pel consum de peix sigui insignificant, atès que els microplàstics es troben majoritàriament en les brànquies, el fetge i els intestins dels peixos, òrgans que normalment no es consumeixen.

El consum de marisc és una via d'exposició humana als microplàstics perquè els bivalves es consumeixen sense eliminar-ne el tracte gastrointestinal; no obstant això, s'estima que aquesta exposició és molt baixa (EFSA, 2016). L'EFSA va estimar que

[25]

consumir 225 g de musclos amb la quantitat de microplàstics més alta que es va informar es traduiria en una exposició d'aproximadament 7 µg de plàstic.

Pel que fa al risc per a la salut humana dels compostos químics associats als components dels microplàstics o transportats per les partícules, l'EFSA estima que la ingesta d'una ració de musclos tindria un efecte no significatiu en l'exposició a productes químics ambientals que es poguessin adsorbir a la superfície del plàstic com els PCB (augment del <0,006%), els HAP (augment de <0,004 %) i el bisfenol A (augment del <2%). Tampoc sembla que la ingesta de microplàstics comporti una aportació significativa a l'exposició a substàncies components dels plàstics (monòmers, additius) respecte a l'exposició que es produeix per la presència en aliments d'aquests compostos en forma lliure.

Pel que fa al risc per a la salut humana pels efectes associats a les partícules en elles mateixes, tot i que no hi ha informació suficient per treure conclusions definitives, els estudis sobre absorció indiquen que només els microplàstics de menys de 150 µm es poden translocar a través de l'epiteli intestinal i superar la barrera intestinal, i provocar una exposició sistèmica. No obstant això, les dades disponibles en estudis amb rosegadors demostren que l'absorció d'aquests microplàstics a l'intestí és molt baixa ($\leq 0,3\%$). Només la fracció més petita (mida <1,5 µm) pot penetrar profundament en els òrgans.

D'altra banda, se sap molt poc sobre la distribució sistèmica dins del cos i manquen estudis sobre l'efecte dels microplàstics en l'ésser humà. Les primeres proves independents sobre la ingesta oral de micropartícules efectuades pel BfR amb diverses partícules model no han mostrat indicis de dany al teixit intestinal. No obstant això, a causa dels pocs estudis disponibles, el BfR assenyala que encara no es pot fer una avaluació sinòptica de l'efecte del microplàstic a la barrera intestinal i posterior avaluació del risc.

Pel que fa al risc per a la salut humana associat a contaminació microbiana, s'ignora la rellevància que pot tenir això.

Millorar aquesta informació en el futur és imprescindible per tal de fer una avaluació fonamentada dels riscos que comporta per a la salut humana. Aquesta necessitat de millorar la informació ve reforçada pel fet de que és esperable que la presència de microplàstics en els aliments seguirà creixent a mesura que es fragmentin els plàstics presents en el medi ambient i, encara més, si no es prenen mesures per limitar l'ús d'aquests materials.

[26]

8. Bibliografia

Abbasi S, Soltani N, Keshavarzi B, Moore F, Turner A, Hassanaghahi M. Microplastics in different tissues of fish and prawn from the Musa estuary, Persian Gulf. *Chemosphere*. 2018 ag;205:80-7.

Barboza LGA, Dick Vethaak A, Lavorante BRBO, Lundebye AK, Guilhermino L. Marine microplastics debris: an emerging issue for food security, food safety and human health. *Mar Pollut Bull*. 2018 ag;133:336-48.

BfR. Is there a risk to human health from microplastics? More research and scientific data needed. BfR communication No. 033/2018; 29 octubre 2018. Disponible a: <https://www.bfr.bund.de/cm/349/is-there-a-risk-to-humal-health-from-microplastics-more-research-and-scientific-data-needed.pdf>

BfR. Microplastics: facts, research and open questions. FAQ to the BfR; 5 juny 2019. Disponible a: https://www.bfr.bund.de/en/microplastics__facts__research_and_open_questions-192775.html

BfR. No evidence of intestinal damage from polystyrene microplastic in the laboratory. BfR communication No. 029/2019; 5 agost 2019. Disponible a: <https://www.bfr.bund.de/cm/349/no-evidence-of-intestinal-damage-from-polystyrene-microplastic-in-laboratory.pdf>

Bouwmeester H, Hollman PC, Peters RJ,. Potential health impact of environmentally released micro- and nanoplastics in the human food production chain: experiences from nanotoxicology. *Environ Sci Technol*. 2015 ag 4;49(15):8932-47.

Browne MA, Dissanayake A, Galloway TS, Lowe DM, Thompson RC. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L). *Environ. Sci. Technol*. 2008;42(13):5026-31.

Cole M, Galloway TS. Ingestion of nanoplastics and microplastics by Pacific oyster larvae. *Environ Sci Technol*. 2015 des 15;49(24):14625-32.

Deng Y, Zhang Y, Lemos B, Ren H. Tissue accumulation of microplastics in mice and biomarker responses suggest widespread health risks of exposure. *Sci Rep*. 2017 abr 24;7:46687.

Devriese LI, van der Meulen MD, Maes T, Bekaert K, Paul-Pont I, Frere L, et al. Microplastic contamination in brown shrimp (*Crangon crangon*, Linnaeus 1758) from coastal waters of the Southern North Sea and Channel area. *Mar Pollut Bull*. 2015 set 15;98(1-2):179-87.

EFSA Panel on Food Contact Materials, Enzymes, Flavourings and Processing Aids (EFSA CEF Panel). Scientific opinion on the risks to public health related to the presence of bisphenol A (BPA) in foodstuffs: part I – Exposure assessment. *EFSA J* 2015;13(1):3978. 396 p. doi:10.2903/j.efsa.2015.3978.

[27]



Eriksson C, Burton H. Origins and biological accumulation of small plastic particles in fur seals from Macquarie Island. *Ambio*. 2003 set;32(6):380-4.

European Food Safety Authority. Polycyclic aromatic hydrocarbons in food: Scientific opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. *EFSA J*. 2008 ag 4;6(8):724: 1-114. doi:10.2903/j.efsa.2008.724.

European Food Safety Authority. The potential risks arising from nanoscience and nanotechnologies on food and feed safety. *EFSA J*. 2009;7(3):958:1-39. doi:10.2903/j.efsa.2009.958.

European Food Safety Authority. Guidance on the risk assessment of the application of nanoscience and nanotechnologies in the food and feed chain. *EFSA J* 2011;9(5):2140-76. doi:10.2903/j.efsa.2011.2140.

European Food Safety Authority. Update of the monitoring of levels of dioxins and PCBs in food and feed. *EFSA J*. 2012;10(7):2832. doi:10.2903/j.efsa.2012.2832.

European Food Safety Authority. Annual report of the Emerging Risks Exchange Network 2013. *EFSA supporting publication 2014:EN-682*. 30 p.

European Food Safety Authority. Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA J*. 2016;14(6): 4501.

European Food Safety Authority. Microplastics and nanoplastics in food – an emerging issue. *EFSA* (23 juny 2016).

Farrell P, Nelson K. Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.). *Environ Pollut*. 2013;177:1-3.

Gasperi J, Wright SL, Dris R, Collard F, Mandin C, Guerrouache M, et al. **2018**. Microplastics in air: are we breathing it in? *Curr Opin Environ Sci Heal*. 2018;1:1-5.

GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). A: Bowmer T, Kershaw P, editors. Proceedings of the GESAMP International Workshop on Microplastic particles as a vector in transporting persistent, bioaccumulating and toxic substances in the oceans; 28-30 juny 2010; París: UNESCO-IOC; 2010.

Disponible a:

<http://www.gesamp.org/site/assets/files/1264/proceedings-of-the-gesamp-workshop-on-microplastic-particles-en.pdf>

GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). A: Kershaw PJ, editor. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment. *Rep. Stud. GESAMP*. 2015;(90). 96 p. Disponible a:

<http://www.gesamp.org/publications/microplastics-in-the-marine-environment-part-2>

GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). A: Kershaw PJ, Rochman CM, editors. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part 2 of a global assessment. *Rep. Stud. GESAMP*. 2017;(93). 220 p.



Disponible a: <http://www.gesamp.org/site/assets/files/1275/sources-fate-and-effects-of-microplastics-in-the-marine-environment-part-2-of-a-global-assessment-en.pdf>

Graham ER, Thompson JT. Deposit- and suspension-feeding sea cucumbers (Echinodermata) ingest plastic fragments. *J Exp Mar Biol Ecol.* 2009;368(1):22-9.

Harrison JP, Sapp M, Schratzberger M, Osborn AM. Interactions between microorganisms and marine microplastics: a call for research. *Mar Technol Soc J.* 2011;45:12-20.

Holmes LA, Turner A, Thompson RC. Adsorption of trace metals to plastic resin pellets in the marine environment. *Environ Pollut.* 2012 gen;160(1):42-8.

Hu J, Jin F, Wan Y, Yang M, An L, An W and Tao S. Trophodynamic behavior of 4-nonylphenol and nonylphenol polyethoxylate in a marine aquatic food web from Bohai Bay, north China: comparison to DDTs. *Environ Sci Technol.* 2005 jul 1;39(13):4801-7.

Koelams A, Nur Hazimah M, Hermsen E, Kooi M, Mintening S, De France J. Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality. *Water Res.* 2019 maig 15;155:410-22.

Li J, Yang D, Li L, Jabeen K and Shi H. Microplastics in commercial bivalves from China. *Environ Pollut.* 2015 des;207:190-5.

Liebezeit G, Liebezeit E. Non-pollen particulates in honey and sugar. *Food Addit Contam Part A, Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 2013;30(12):2136-40.

Liebezeit G, Liebezeit E. Synthetic particles as contaminants in German beers. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 2014;31(9):1574-8.

Lucas F, Niravong M, Villemintot S, Kaaks R, Clavel-Chapelon F, 1995. Estimation of food portion size using photographs: relative validity, strengths, weaknesses and recommendations. *J Hum Nutr Diet.* 1995;8:65-74.

Lusher AL, McHugh M, Thompson RC. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Mar Pollut Bull.* 2013 feb 15;67(1-2):94-9.

Lusher AL, Hollman PCH, Mendoza Hill JJ. Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. Rome: FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper núm. 215; 2017.

Mackay K, Afonso A, Maggiore A, Binaglia M. Extensive review on the presence of microplastics and nanoplastics in seafood: data gaps and recommendations for future risk assessment for human health; *Micro 2016: Fate and impact of Microplastics in Marine Ecosystems*;2017.

[29]

Mato Y, Isobe T, Takada H, Kanehiro H, Ohtake C, Kaminuma T. Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. *Environ Sci Technol.* 2001;35:318-24.

McCormick A, Hoellein TJ, Mason SA, Schluep J, Kelly JJ. Microplastic is an abundant and distinct microbial habitat in an urban river. *Environ Sci Technol.* 2014;48:11863-71.

Microplastics in drinking-water. Geneva: World Health Organization; 2019. Disponible a:
https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/microplastics-in-drinking-water/en/

Munoz Pineiro A. Microplastics: focus on food and health. Factsheet. Publications Office of the European Union; 2018. Disponible a:
<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC110629>

Murray F, Cowie PR. Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *Mar Pollut Bull.* 2011;62:1207-17.

Neves D, Sobral P, Ferreira JL, Pereira T. Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. *Mar Pollut Bull.* 2015;101:119-26.

Nguyen B, Claveau-Mallet D, Hernandez LM, Genbo Xu E, Farner JM, Tufenkji N. Separation and analysis of microplastics and nanoplastics in complex environmental samples. *Acc Chem Res.* 2019;52(4):858-66.

Ogata Y, Takada H, Mizukawa K, Hirai H, Iwasa S, Endo S, et al. International Pellet Watch: global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters. 1. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHs. *Mar Pollut Bull.* 2009;58(10):1437-46.

Phillips MB, Bonner TH. Occurrence and amount of microplastic ingested by fishes in watersheds of the Gulf of Mexico. *Mar Pollut Bull.* 2015 nov 15;100(1):264-9.

Rist S, Carney Almoth B, Hartmann NB, Karlsson TM. A critical perspective on early communications concerning human Health aspects of microplastics. *Sci Total Environ.* 2018 juny 1;626:720-6.

Rochman CM, Tahir A, Williams SL, Baxa DV, Lam R, Miller JT, et al. Anthropogenic debris in seafood: plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Sci Rep.* 2015;5(14340).

Rummel CD, Loder MG, Fricke NF, Lang T, Griebeler EM, Janke M, et al. Plastic ingestion by pelagic and demersal fish from the North Sea and Baltic Sea. *Mar Pollut Bull.* 2016 gen 15;102(1): 134-41.

Schirinzi G, Pérez-Pomeda I, Sanchís Sandoval J, Rossini C, Farré M, Barceló D. Cytotoxic effects of commonly used nanomaterials and microplastics on cerebral and epithelial human cells. *Environ Res.* 2017 nov;159:579-87.

Setälä O, Fleming-Lehtinen V, Lehtiniemi M. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. *Environ Pollut.* 2014 feb;185:77-83.



Setälä O, Norkko I, Lehtiniemi M. Feeding type affects microplastic ingestion in a coastal invertebrate community. *Mar Pollut Bull.* 2016 gen 15;102(1):95-101.

Shim WJ, Hong SH, Eo Eo S. Identification methods in microplastic analysis: a review. *Anal Meth.* 2017;9(9):1384-91.

Smith M, Love DC, Rochman CM, Neff RA. Microplastics in seafood and the implications for human health. *Curr Environ Health Rep.* 2018 set;5(3):375-86.

Stock V, Böhmert L, Lisicki E, Block R, Cara-Carmona J, Pack LK, et al. Uptake and effects of orally ingested polystyrene microplastic particles in vitro and in vivo. *Arch Toxicol.* 2019 jul;93(7):1817-33.

Thompson RC, Olsen Y, Mitchell RP, Davis A, Rowland SJ, John AW, et al. Lost at sea: where is all the plastic? *Science.* 2004 maig 7;304(5672):838.

Toussaint B, Raffael B, Angers-Loustau A, Gilliland D, Kestens V, Petrillo M, et al. Review of micro- and nanoplastic contamination in the food chain. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 2019 maig;36(5):639-73.

Van Cauwenberghe L, Janssen CR. Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environ Pollut.* 2014 oct;193:65-70.

Wan Y, Hu J, Yang M, An L, An W, Jin X, et al. Characterization of trophic transfer for polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans, non- and mono-ortho polychlorinated biphenyls in the marine food web of Bohai Bay, North China. *Environ Sci Technol.* 2005 abr 15;39(8):2417-25.

Ward JE, Shumway SE. Separating the grain from the chaff: particle selection in suspension- and deposit-feeding bivalves. *J Exp Mar Biol Ecol.* 2004;300:83-130.

Wright SL, Thompson RC, Galloway TS. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environ Pollut.* 2013 jul;178:483-92.

Wright SL, Kelly FJ. Plastic and human health: a micro issue? *Environ Sci Technol.* 2017 juny 20;51(12):6634-47.

Yang D, Shi H, Li L, Li J, Jabeen K, Kolandhasamy P. Microplastic pollution in table salts from China. *Environ Sci Technol.* 2015 nov 17;49(22):13622-7.

Zettler ER, Mincer TJ, Amaral-Zettler LA. Life in the "plastisphere": microbial communities on plastic marine debris. *Environ Sci Technol.* 2013 jul 2;47(13):7137-46.

[31]



