



ИНФОРМАЦИЯ

Относно: Въздействие на микропластмаси и нанопластмаси върху здравето на селскостопанските животни:

Възникващ риск за ефикасността на репродукцията

Приложението на пластмаса в ежедневието непрекъснато се увеличава. Благодарение на многобройните си свойства, като стабилност, твърдост и изгодна цена, тя се е превърнала в основен материал за много индустрии. От 1950 г. до настоящия момент разпространението на пластмаса в световен мащаб постепенно създава сериозен проблем със замърсяване, причинено от трудности при рециклиране и натрупване, което води до наличие на пластмасови фрагменти, наречени микропластмаси¹ и нанопластмаси² (МП/НП) в околната среда. Проучванията по отношение на замърсяването на почвите са недостатъчни, а и съществува необходимост от изясняване на пътищата на навлизане на МП/НП в хранителната верига. През 2023 г., екип учени от Италия и Германия Urli, S. et al. прави преглед на източниците и разпространението на МП/НП във фермите, различните експозиции при бозайниците (поглъщане, вдишване и дермален контакт) и свързаните с тях рискове и здравословни проблеми. Прегледът предоставя информация и за ефектите от добавките в пластмасата (като Bisphenol A-BPA), върху възпроизводството и плодовитостта на животните.

Въведение

Urli, S. et al. посочват, че замърсяването с микропластмаси и нанопластмаси е един от основните екологични проблеми на последното десетилетие и представлява нарастваща заплаха за здравето на хората и животните. Въпреки това, сравнително малко проучвания са фокусирани върху патологичните последици от остра и хронична експозиция на МП/НП при бозайниците, особено върху репродуктивната система. Описаните неблагоприятни ефекти, причинени от пластмасови частици, включват: оксидативен стрес, апоптоза³, възпалителна реакция, нарушена регулация на ендокринната система и натрупване в различни органи. В допълнение към това, има актуална информация, че микропластмасата влияе върху еволюцията на микробните съобщества и увеличава обмена на гени, включително гени за резистентност към антибиотици. Според авторите (Urli, S. et al), особено внимание трябва да се обърне на селскостопанските животни, тъй като те произвеждат храни (мляко, яйца и месо) и съществува риск от усилване на неблагоприятния ефект от МП/НП по хранителната верига.

¹ Микропластмаси – синтетични полимерни частици с големина между 1 µm и 5 mm

² нанопластмаси – синтетични полимерни частици с размери ≤ 1 µm

³ Апоптозата (на старогръцки: ἀπόπτωσης, ἀπότῃσις, „отмиране“, на латински: apoptosis) е процес на програмирана смърт на отделни клетки или цели структури в организма.

<https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BF%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%BE%D0%B7%D0%B0>

Резултатите от проучвания показват, че има натрупване на микропластмаси и нанопластмаси в тъканите на хора и животни с редица отрицателни ефекти, но не са установени всички въздействия върху организма, особено предвид дългосрочните последици.

Пластмасите се използват широко в производството и бита още от самото им създаване, благодарение на техните забележителни свойства - издръжливост, лекота, стабилност и ниска цена. Пластмасовите продукти до такава степен са променили социалния ни живот, че се говори за „Пластмасова Епоха“ или „Пластикен“. Производството на пластмаса годишно се е увеличило значително, като през 2021 г. световното производство на пластмаса достига 390 млн. тона в сравнение с едва 2 млн. тона, произведени през 1950 г. Най-често срещаните съединения за производство на пластмаси са: полиетилен (PE), полипропилен (PP), полистирол (PS), полиетилен терефталат (PET) и поливинилхлорид (PVC). Освен това, различни добавки като пластификатори, стабилизатори, оцветители, антистатични агенти, втвърдители, пенообразуватели, биоциди и др. се използват за подобряване на техните характеристики. Обикновено използвани добавки са фталатни естери и бисфенол А, които представляват по-голям риск за физиологичните функции, отколкото самите пластмаси, твърдят Urli, S. et al.

Като цяло пластмасовите частици могат да се разделят на две групи категории (Urli, S. et al):

- първични частици, които се произвеждат от промишлеността за различни цели (гранули, използвани за производство на пластмасови продукти, абразивни микрогранули или микрочастици за продукти за лична хигиена), докато
- вторичните частици се генерират при разпадане или абразия на материали или отпадъци, отделяни в околната среда (пране на синтетични дрехи, износване на гуми и др.).

Излагането на пластмасовите отпадъци на физични, механични, химични и биологични процеси, като фрагментация, изветряне, хидролиза, UV радиация и биоразграждане води до образуването на микропластмаси (<5 mm, МП) и нанопластмаси (<0,1 µm, НП). Остатъците от пластмаса се задържат в околната среда, особено в морските и водните басейни. Разпространението на пластмаси е повсеместно в околната среда (атмосфера, почва и вода), представлява потенциален източник за навлизане на микропластмаси в хранителната верига и проблем за здравето на хората и животните. Трите основни начина, по които микропластмасите и нанопластмасите могат да попаднат в живите организми са:

1. вдишване на пластмасови частици от въздуха, произхождащи от синтетични текстилни материали и замърсен външен въздух;
2. поглъщане на замърсени храни и води;
3. контакт с кожата, при който тези пластмасови частици преминават през кожната бариера.

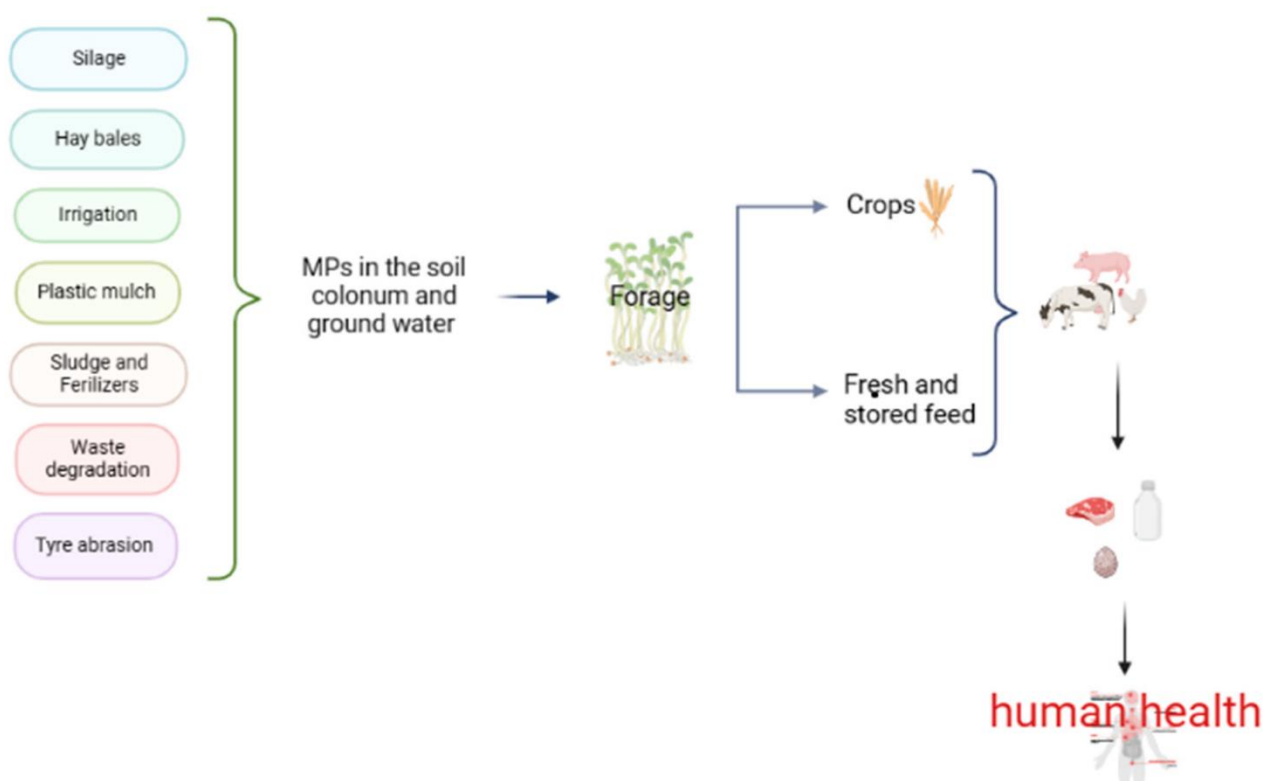
Освен това, благодарение на физико-химичните си свойства, тези частици улесняват свързването и преноса на химични замърсители (напр. антибиотици и тежки метали) и микробни агенти (бактерии) и по този начин увеличават въздействието върху околната среда, здравето на животните и хората.

Източници и разпространение на микропластмасите във фермите

В статията на Urli, S. et al е посочено, че пластмасите причиняват „видимо замърсяване“, като допринасят за големия обем на общите твърди битови отпадъци и „невидимо замърсяване“, което представлява голяма заплаха за въздуха, океаните, почвата, морските обитатели, дивите и селскостопанските животни и хората.

Пластмасовите частици могат да попаднат в почвата по много начини. Един от тях е фрагментация на по-големи пластмаси, като например пластмасово фолио за мулчиране, използвано в градинарството и селскостопанските процеси. Друг начин е атмосферно отлагане, особено от непокрити или неправилно управлявани сметища или градски отпадъци. Пластмасите могат да се озоват в почвата чрез напояване на земеделски земи със замърсена вода или чрез пътни оттоци (части от износени гуми). Използването на оборски тор от компостиране на биологични отпадъци, покривно фолио, отпадъци край пътищата (особено в близост до земеделски земи) и незаконното изхвърляне на отпадъци - всички те допринасят за появата на пластмасови частици в почвите.

По отношение на животновъдните ферми, не може да бъде изключен риск за животните да влязат в контакт или да погълнат микропластмаси, както и наличие и натрупване на тези частици в животински продукти като месо, мляко и яйца (Фигура 1).



Фигура 1. Схема на източниците и съдбата на пластмасовите частици в почвата. Силажни покрития, канал/сезал за връзване на бали сено, напояване с вода, замърсена с МП, пластмасови фолия за мулчиране, утайки и торове, разграждане на битови отпадъци, износване на гуми и отпадъци по пътищата оказват влияние върху структурата, плодородието, хранителните вещества и микроорганизмите в почвата. Земята се използва за производство на фураж, който се консумира в прясно състояние или след съхранение от животните, произвеждащи храни за хора. Всички тези източници увеличават риска за хората от поглъщане на МП от мляко, месо и яйца. (Източник: Urli, S. et al, 2023)

Има вероятност, животните да погълнат пластмасови частици от замърсената почва и да ги отделят с изпражненията, което води до допълнителното им разпръскване. Много от почвите съдържат микропластмаси в резултат, както на агрономически техники, така и на човешката небрежност - оставяне на отпадъци на полетата, където по-късно се отглеждат култури. Urli, S. et al твърдят, че в Северна Америка 44 000 до 300 000 тона МП се отлагат годишно върху земеделските почви, за европейските земеделски земи посочват 63 000 - 430 000 тона. Съществува възможност растенията, които впоследствие се консумират от животни, да абсорбират пластмасови частици. При съхранение на фуражите за млекодайки и месодайки животни се използват пластмасови фолиа, балите сено се увиват с мрежа или канап (сизал), за да запазят формата си. **Така пластмасата, използвана в практиката за съхранение на фуражи, увеличава риска от миграция на МП във фуража за продуктивните животни.**

Експозиция на бозайници на микро- и нанопластмаси

Съществуват три основни начина, по които микропластмасите и нанопластмасите могат да попаднат в организма на животните: поглъщане, вдишване и контакт с кожата. Учените Urli, S. et al посочват резултати от проучвания, които показват, че след експозиция на МП, количеството на абсорбция е свързано с размера и концентрацията на частиците, както и с видовете целеви клетки и тъкани.

Експозиция на бозайници на микропластмаси чрез поглъщане на храна и вода

Животните поглъщат микропластмаси и нанопластмаси поради наличието им във водата, почвата и фуражите. На първо място, микропластмасите са повсеместно разпространени в повърхностни, подземни и отпадъчни води. Различни видове пластмаси, като фрагменти, влакна, филми и т.н., присъстват във водоизточниците и животните имат достъп до вода, замърсена с МП. Микропластмаси се съдържат във вода, която се използва за напояване на обработваема земя. Така се замърсява почвата, частиците се абсорбират чрез корените на растенията и достигат до ядливите им части. При култивираните растения това означава, че пластмасите могат да навлязат в хранителната верига.

В някои интензивно обработвани райони на Европа, където преживните животни пасат след прибиране на зърнени култури, възниква опасност от директно поглъщане на пластмасови фрагменти. Друг риск представлява миграцията на добавки или МП от пластмасови опаковки в твърд фураж за животни. При поглъщане, пластмасите бавно освобождават химични съединения в търбуха на преживните животни, които може да навлязат в системния кръвен поток и да замърсят продуктите от животински произход. Един от възможните сценарии е, тези съединения да останат в чревния лумен и да мигрират през чревния епител.

Urli, S. et al информират за патологични прояви при риби и мишки, свързани с абсорбцията на нанопластмаси през стомашно-чревната стена. Съобщават, че след проведени проучвания при мишки в червата, черния дроб и бъбреците им са открити МП/НП. Абсорбцията и натрупването на МП води до различни видове нарушения. В червата пластмасите предизвикват промени, като намаляване на секрецията на лигавицата, дисфункция на чревната бариера, възпаление и дисбиоза. В черния дроб тези частици предизвикват възпаление и последващи промени в липидния профил на кръвта. Патологичните резултати при мишки са показателни (Urli, S. et al) и допринасят за проучване на ефектите от поглъщане на МП/НП и върху животните, отглеждани за производство на хранителни продукти.

Учените Urli, S. et al разглеждат възможен трофичен трансфер на МП от домашна градина към дъждовни червеи и пилета. При пилетата МП са извлечени от стомах и изпражнения. Предполага се, че поглъщането на пластмаса е довело до намаляване на обема на стомаха, което от своя страна влияе негативно върху растежните показатели на пилетата.

Urli, S. et al посочват данни за прием на МП, вариращ от 3 до 677 mg/седмично, за домашни животни и около 80 g/ден микропластмаса при хора, погълнати чрез растения (плодове и зеленчуци), в които се натрупват МП от замърсена почва. За съжаление, не са провеждани конкретни изследвания при преживни животни, но се предполага, че има и други начини на прием на МП при растителноядните животни.

Експозиция на бозайници на микропластмаси чрез вдишване

Вторият най-вероятен начин на експозиция на бозайници на МП/НП е чрез вдишване. Миниатюрни частици пластмаса могат да бъдат суспендирани във въздуха. Въздухът, замърсен с МП/НП, влиза в пряк контакт с респираторния тракт, като засяга лигавичния и периферния слой, ресничестите клетки, нересничестите секреторни клетки и базовите клетки. Като се има предвид изключително фината структура на алвеоларната повърхност, НП могат да проникнат през тази тъкан, така попадат в кръвообращението и впоследствие в други части на тялото. Като цяло, обобщават Urli, S. et al, оценката на експозицията на хората на МП чрез вдишване и поглъщане на прах е от порядъка на няколко милиграма на ден.

Експозиция на бозайници на микропластмаси при контакт с кожата

Пластмасовите частици могат да преминат през кожата с помощта на здравни и козметични продукти (само при хора) или при контакт със замърсена вода. Роговият слой представлява естествена бариера, поради което е малко вероятно молекулите да проникнат през този тъканен слой, ако е в неповътнато състояние. Микрочастиците може да преминат чрез потните жлези, кожните рани или космените фоликули. Проучване (Urli, S. et al), свързано с проникването на полистиренови частици с диаметър от 20 до 200 nm в роговия слой на кожата на прасета, посочва, че в космените фоликули на прасетата се концентрират много полистиренови НП (20 nm), въпреки че частиците не са пренесени във вътрешния слой. Не може да се изключи възможността тези частици да навлязат в системното кръвообращение чрез интравенозни катетри, спринцовки и други системи за доставяне на лекарства на пластмасова основа. Възможното натрупване и ефекта на тези съединения при животните все още не са изяснени. **Едно е сигурно: след като частиците навлязат в организма, няма начин за отстраняване от тъканите. По-вероятно е да има наличност на НП в кръвта и последващо транспортиране чрез кръвообращението до всички тъкани на тялото.**

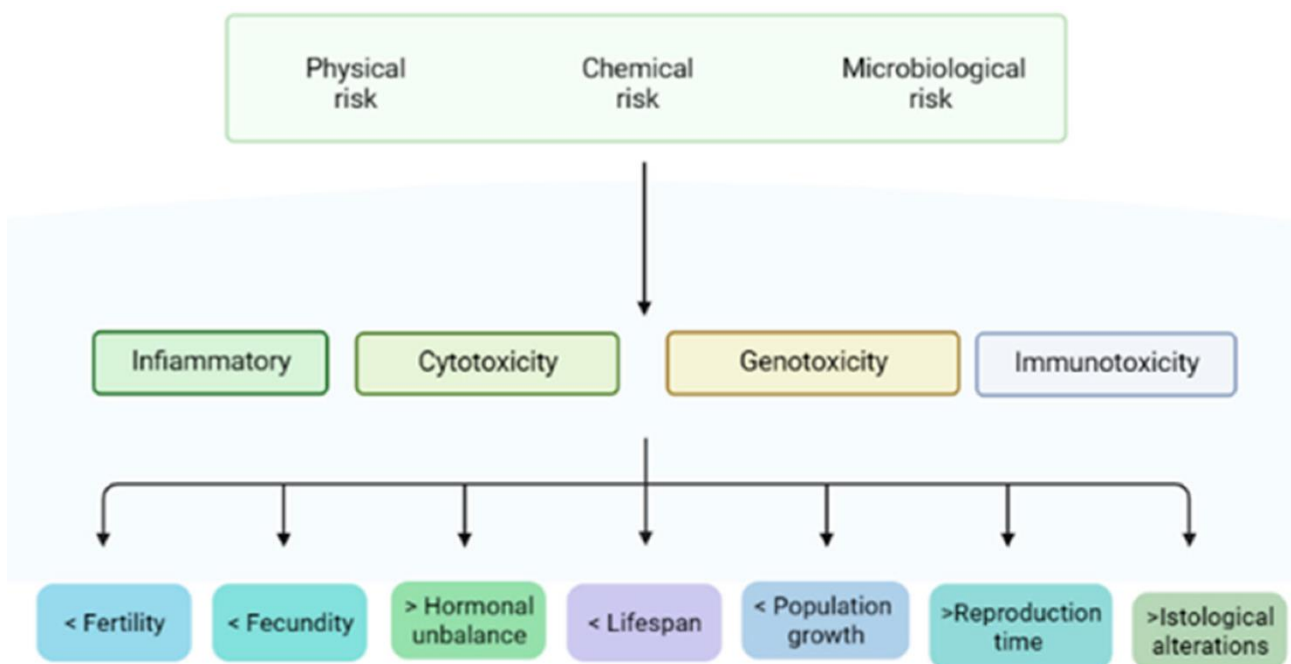
Рискове от експозиция на микропластмаси и нанопластмаси при животните, отглеждани за производство на храни

Микропластмасите и нанопластмасите представляват риск за животните и хората от физичен, химичен и микробиологичен характер. Физичните рискове се дължат на малките размери на частиците, които могат да преминат през биологични бариери като кожа, черва, кръвно-мозъчна бариера, тестиси и др., дори плацентарни тъкани и да причинят пряко увреждане. Наличието на устойчиви, потенциално опасни добавки или замърсители е причина

за риск от химичен характер, а микробиологичните рискове са свързани с микроорганизми, прикрепени към повърхността на МП.

Експозицията на животни от МП води до възпалителни реакции; цитотоксичност (оксидативен стрес, увреждане на клетките, променена мембранна функция и жизнеспособност на клетките); генотоксичност и имунотоксичност. Много от токсичните ефекти на МП са сложни и взаимосвързани, тъй като нарушаването на един процес може да предизвика каскада от други токсикологични реакции. Токсичността, транслокацията и натрупването на МП зависят от техния размер, форма, доза, заряд и хидрофобност. Има убедителни доказателства (Urli, S. et al), че МП се натрупват в тъканите. Резултатите от много проучвания сочат, че възпалението, оксидативният стрес, апоптозата, некрозата и имунните реакции възникват поради натрупването на МП/НП в човешките и животинските тъкани. Частиците с диаметър $< 100 \mu\text{m}$ могат да преминат през клетъчните мембрани, а частиците с диаметър $< 20 \mu\text{m}$ могат да бъдат ефективно пренесени в различни органи. Urli, S. et al посочват доказателства, че повечето от по-големите погълнати частици се отделят чрез изпражненията. По-малките частици обаче може да се абсорбират системно и да преминат частично през тъканните бариери. Кръвно-мозъчната бариера, както и плацентарната, могат да бъдат преодоляни от частици с диаметър от 0,1 до $10 \mu\text{m}$, докато частици с големина до $150 \mu\text{m}$ преминават през стомашно-чревните тъкани. Пластмасови частици, по-малки от $2,5 \mu\text{m}$, също могат да циркулират системно в организма чрез ендоцитоза.

Натрупването на МП се извършва предимно в черния дроб, бъбреците, червата, стомаха, тънките черва и мезентериалните лимфни възли. Urli, S. et al разглеждат прилагане на $0,02 \mu\text{m}$ полистиренови частици при женски плъхове в края на бременността. **Резултатите отчитат пренос на тези частици в тъканите на плода, включително в черния дроб, белите дробове, сърцето, бъбреците и мозъка. Това е показателно за потенциалните рискове, свързани с МП за репродуктивния тракт, както и за плода, при всички видове животни** (Фигура 2).



Фигура 2. Рискове, ефекти и последици от МП/НП върху репродукцията. (Източник: Urli, S. et al, 2023)

Urli, S. et al твърдят, че **токсикологичният риск от МП/НП се увеличава, поради голямото количество добавки, използвани при производството на тези полимери.** Най-често срещаните добавки с неблагоприятен ефект са **бисфенол А** (4,4'-(propane-2,2-diyl) diphenol) и **фталатни естери**, включително бис(2-етилхексил) фталат (DEHP - Bis(2-ethylhexyl) phthalate) и моно-(2-етилхексил) фталат (MEHP - mono-(2-ethylhexyl) phthalate). Тези химикали са цитотоксични и може да се проявят като ендокринни разрушители (endocrine-disrupting chemicals EDCs). В резултат на хормоналната активност на тези съединения настъпват промени в репродуктивната функция на животните. Всъщност, EDCs се считат за по-вредни от МП, тъй като причиняват рак, мутации на ДНК и токсични репродуктивни ефекти. Те са устойчиви в околната среда, натрупват се в хранителната верига, преминават в живите организми и действат като хормонални разрушители. Доказано е, че експозицията на лабораторни животни на МП и техните добавки води до нарушаване на адипогенезата и липидния метаболизъм чрез активиране на рецепторите PPARs (главни регулатори на адипогенезата, активиращи се от пролиферацията на пероксисомите), което предполага, че **експозицията на МП може да бъде свързана с нарастващото разпространение на затлъстяването в световен мащаб.**

Учените съобщават за микробиологичен риск от МП, тъй като редица микроорганизми (гъби, диатомеи, водорасли и бактерии) са в състояние да се прикрепят към малките частици. Върху микропластмасите се формира повърхностен биофилм, който защитава и поддържа микроорганизмите (особено бактериите), като насърчава размножаването и разпространението им в телесните тъкани. Бактериите, абсорбирани от пластмасите, допълнително са изложени на въздействие от други фактори (антибиотици и метали). Това явление може да допринесе значително за модифициране на антибиотична резистентност чрез съвместна селекция. Yang и др. съобщават, че гените за резистентност към множество лекарства и гените за мултирезистентност към метали са основните класове гени, открити в микробиотата, свързана с пластмаса. Най-важният източник на гени за резистентност към антибиотици (ARGs) са болничните отпадъчни води, които се третират в пречиствателни станции за битови отпадъчни води; други източници включват отпадъци и отток от животновъдството. Необходими са обаче допълнителни проучвания, за да се разбере по-добре ролята на МП при разпространението на ARG в различни среди, като вода, почва и въздух.

Urli, S. et al добавят и устойчивите органични замърсители и полицикличните ароматни въглеводороди (ПАВ), които се свързват с МП и причиняват ендокринни смущения, евентуална клетъчна смърт или мутагенеза. В жълтъка на яйцата на морската костенурка (*Caretta caretta*) са открити както фталати, така и устойчиви органични замърсители, което води до промяна в ембрионалното развитие и неуспешно излюпване на яйцата.

Проучванията в прегледа на Urli, S. et al доказват рисковете от МП, добавките към тях и веществата/микроорганизмите, които се прикрепват по повърхността им, върху животните и потомството им.

Въздействие на микропластмасите и нанопластмасите върху възпроизводството

Експозицията на МП/НП може да предизвика токсични реакции, включително изостряне на възпалителен процес и оксидативен стрес. След като се абсорбират, МП/НП оказват локален ефект или се транспортират чрез кръвообращението и след транслокация достигат до всички тъкани и органи, включително репродуктивните. Urli, S. et al твърдят, че предизвиканите от МП/НП промени в репродуктивната система се дължат главно на

оксидативен стрес и са свързани с повишаване на регулацията на прооксидантните медиатори (реактивни кислородни видове⁴, липиди и др.) и инхибиране на ензимните и неензимните антиоксидантни защитни механизми. Присъствието на частици в яйчниците и в гранулозните клетки засилва фиброзните процеси чрез повишаване на нивата на реактивни кислородни видове и на малондиалдехид (MDA), намаляване на активността на антиоксидантните ензими, включително на супероксид дисмутаза (SOD), каталаза (CAT) и глутатион пероксидаза (GPx). Резултати от проучвания (Urli, S. et al) на репродуктивните системи на мишки и плъхове показват, че наличието на микропластмаси и нанопластмаси в тестисите е свързано с множество микроструктурни промени, включително атрофия на тестисите, непълна сперматогенеза, аномалии на сперматозоидите (по-малка подвижност или неподвижност на сперматозоидите, апоптоза и като цяло по-малък брой сперматозоиди). По отношение на ембрионалното развитие се предполага (Urli, S. et al), че МП/НП предизвикват аномалии в зародишните клетки, като МП не навлизат в ембриона, а се прикрепват към повърхността на хориона, намаляват обмена на кислород, което води до нарушения на физиологични функции. Резултатите от други проучвания (Urli, S. et al) сочат, че полистиролните МП са причина за промени в съотношението между половете и теглото на потомството при мишки, както и за нарушения на липидния и аминокиселинния метаболизъм на малките, следователно съществува потенциал за нарушаване на физиологичните функции на бъдещите поколения. Микропластмасите и нанопластмасите предизвикват провъзпалителни и прооксидантни процеси, както и дисбаланс в концентрацията на репродуктивните хормони при мъжките и женските животни. Проучванията (Urli, S. et al) относно хормоните показват последователно понижаване на концентрацията на тестостерон (Т4), лутеинизиращ хормон (LH), фоликулостимулиращ хормон (FSH) и анти-Мюлеров хормон (AMH). **Резултатите от всички тези научни информации (Urli, S. et al) подчертават отрицателните ефекти на МП/НП върху репродуктивните тъкани и функции, което може да застраши ефективността на репродукцията при животните и хората.**

Влияние на бисфенол А и други добавки върху плодовитостта и репродуктивната система на селскостопанските животни

Urli, S. et al твърдят, че освен самите частици, три пластмасови добавки (бисфенол А (BPA), фталати и полихлорирани бифенили) са идентифицирани като причинители на безплодие. Те се определят като химикали, които имитират хормонално активни вещества и нарушават функциите на ендокринната система. Тенденцията за намаляване на плодовитостта и репродуктивните проблеми при селскостопанските животни може да е следствие от остра или дългосрочна експозиция на EDCs. Съединението BPA действа като антагонист на естрогена и са налице все повече доказателства (Urli, S. et al), че оказва влияние както върху женската, така и върху мъжката плодовитост. Опасенията, свързани с BPA, са довели до използването на алтернативи, една от които е бисфенол S (BPS), който е определен като „достойна за съжаление замяна“, тъй като BPS показва подобни или дори по-лоши вредни ефекти от BPA. Съединенията на BPA могат да засегнат фоликуларната, яйчниковата и

⁴ В химията и биологията реактивните кислородни видове (ROS) са силно реактивни химикали, образувани от двуатомен кислород (O₂), вода и водороден пероксид. ROS са важни по много начини, както полезни, така и не. ROS функционират като сигнали, които включват и изключват биологични функции. ROS са от важно значение за фоторазграждането на органичните замърсители в атмосферата. Най-често обаче ROS се обсъждат в биологичен контекст, вариращ от тяхното въздействие върху стареенето и тяхната роля в причиняването на опасни генетични мутации. https://en.wikipedia.org/wiki/Reactive_oxygen_species

хипоталамичната система, гранулозните и тека-клетките⁵ и да предизвикат образуването на прогресивни пролиферативни лезии на яйцепровода и матката, като атипична хиперплазия, стромални полипи и ендометриоза. Агнетата, изложени на експозиция от ВРА, имат намалено тегло на яйчниците, намален яйчников резерв, с по-малко първични фоликули. Бисфенол А увеличава експресията на апоптотични гени в говежди яйцеклетки. Проучвания при пилета (*Gallus domesticus*) посочват резултати, показващи неблагоприятни ефекти от ВРА, като повишена смъртност на ембрионите и малоформации на репродуктивните органи. Бисфенол А променя енергийния метаболизъм и намалява времето за съхранение, транзитното време и митохондриалната активност на сперматозоидите, като същевременно увеличава апоптозата на Сертолиевите клетки, процента на незрелите сперматозоиди и увреждането на ДНК, което води до по-ниско качество на семенната течност. Тези изменения са установени при кучета, котки и кози, като се предполага и възможност за честа проява и на рак на простатата. Urli, S. et al отбелязват и някои сравнителни проучвания, които стигат до заключението, че ВРА причинява аномалии в мейозата⁶ и вродени дефекти при мишки, прасета, говеда и хора.

Фталатните естери (като ДЕНР) въздействат върху женската репродуктивна система, засягат функцията на яйчниците, което води до намаляване на серумните концентрации на естрадиол, удължаване на естралните цикли, неуспешна овулация и развитие на кисти. Предполага се (Urli, S. et al), че съединението МЕНР, активен метаболит на ДЕНР, потиска ароматазата (вид ензим) в гранулозните клетки, което инхибира мейотичното съзряване на яйцеклетките при говедата.

Резултатите от всички тези проучвания (Urli, S. et al) подчертават, че добавките при производство на пластмаса нарушават функциите на репродуктивната тъкан.

Заклучения и бъдещи перспективи

Учените Urli, S. et al правят заключение, че замърсяването на околната среда с пластмаса, се дължи на натрупването в океаните, атмосферата и почвата на няколко синтетични полимера, използвани от човека по различни причини. С помощта на водата, въздуха, почвата и растенията, тези съединения се превръщат във важен фактор с неблагоприятно въздействие върху здравето и благосъстоянието на животните и хората. Все повече доказателства сочат, че селскостопанските животни поглъщат пластмаси в различни количества в зависимост от степента на замърсяване на околната среда. Потенциално, МП/НП и добавките към тях причиняват увреждане на клетъчните системи и тъкани. Те имат способност да активират различни каскади от тъканни функции, в резултат на което причиняват **възпаление, цитотоксичност, генотоксичност и имунна токсичност** в клетки, тъкани и органи. Тези частици предизвикват **ендокринни смущения** и оказват особено влияние върху възпроизводството. **Нарушената плодовитост и хормонален дисбаланс**, при изследвания *in vivo* или *in vitro*, предизвикват разнообразни фенотипни ефекти. Установяването на всички негативни последици от замърсяването с МП/НП върху репродуктивната ефективност и здравето на животните (отглеждани за производство на

⁵ Тека клетката е вид съединителна тъкан и се среща в яйчниковия фоликул, има важна функция при узряването на фоликулите. <https://bg.healthandmedicineinfo.com/thekazelle-ROE>

⁶ В биологията мейоза (от гръцки: *meioun* – „правя по-малък“) е процес на делене чрез намаляване на броя на хромозомите, при който броят на хромозомите на една клетка се разделя на две. Мейозата при животните винаги води до образуването на гамети.

<https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D0%B9%D0%BE%D0%B7%D0%B0>

храни), е труден процес, поради разнообразието от смущаващи ефекти (хранене, метаболизъм, ниво на продуктивност и др.).

Земеделските стопани и потребителите са все по-загрижени за опасността от наличие на пластмаса в хранителната верига и последващия риск за здравето на животните и хората. Остава необходимостта от по-добро обследване на много от компонентите, свързани с информацията по темата. Трябва да се даде приоритет на провеждането на допълнителни проучвания *in vitro* или *in vivo* и на още по-доброто изясняване на ефектите върху клетките и целия организъм. Важен аспект за безопасността на потребителите е доказването на наличност на разглежданите в тази статия (Urli, S. et al) вещества в животински продукти като месо, мляко и яйца.

Всяка национална научна общност трябва да насочи усилията си към идентифициране на най-добрата органична матрица за оценка на експозицията на животните (кръв, урина, изпражнения, мляко и други тъкани) и към идентифициране на златните стандарти за аналитични методи във фуражи и хранителни продукти от животински произход. **Най-важното е, че има нужда от осъзнато поведение и от подобрени стратегии за намаляване на риска чрез намаляване на експозицията на вещества, които причиняват дългосрочни вреди както на животните, така и на хората (Urli, S. et al).**

Значение за България

Пластмасите се нареждат сред най-надеждните и популярни материали в съвременния свят, но те носят и тежък отпечатък върху околната среда. Натрупването на пластмасови микрочастици в природата представлява сериозна заплаха за животновъдството, продуктите от животински произход и предизвиква основания за загриженост за общественото здраве. **Пластмасовите частици и добавки представляват риск за ефикасността на репродукцията и плодовитостта при животните с последващи негативни ефекти за здравето на поколението.** Проблемът с разпространението на пластмаси с добавки (източници на МП/НП) изглежда безкрайно предизвикателство.

Как да ограничим количеството на пластмаса, която навлиза в околната среда? Има ли надежда за по-чисто бъдеще?

През 2021 г. България въвежда ново законодателство⁷ за намаляване на въздействието на някои пластмасови продукти върху околната среда на национално ниво. Разпоредбите имат за цел да предотвратят и намалят въздействието на някои пластмасови продукти върху околната среда и да се насърчи преходът към кръгова икономика чрез въвеждане на набор от мерки, съобразени с продуктите, обхванати от законодателството, включително забрана на пластмасовите изделия за еднократна употреба, когато са налични алтернативи.

Съветът на Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (ОИСР) публикува документ⁸ „Обявяване на визии, действия и планове на национално ниво на Съвета на ОИСР, на министерско равнище през 2022 г.“, съдържащ ангажиментите на Министрите на околната среда на 30 държави по отношение на пластмасите. В документа е посочено, че:

⁷ Наредба за намаляване на въздействието на определени пластмасови продукти върху околната среда приета с ПМС № 354 от 26.10.2021 г. Обн. ДВ. бр. 91 от 2 ноември 2021г

⁸ Environment Ministers' commitments on plastics National-level visions, actions and plans announced at the 2022 OECD Council at Ministerial Level (MCM) June 2022

<https://www.oecd.org/environment/ministerial/outcomes/Environment-Ministers-commitments-on-plastics.pdf>

„България е изцяло ангажирана с прилагането и изпълнението на политиките и приоритетите за намаляване на пластмасовите отпадъци като основна част от прехода към кръгова икономика. Ние се ангажираме да защитаваме околната среда от замърсяване с пластмаса и същевременно насърчаваме растежа и иновациите, превръщайки предизвикателството в положителна програма за бъдещето. Съществува сериозна икономическа обосновка, за да се промени начинът, по който продуктите се проектират, произвеждат, използват и рециклират, и като поемем водеща роля в този преход, ще създадем нови възможности за инвестиции и работни места. Според новите планове, всички пластмасови опаковки да могат да се рециклират до 2030 г., потреблението на пластмасови изделия за еднократна употреба ще бъде намалено и умишлената употреба на микропластмаси ще бъде ограничена“.

Ангажиментите от страна на държавата могат да сведат до минимум замърсяването на околната среда с микрочастици чрез добре организирано управление на отпадъците (сметосъбиране, извозване, преработване) и добра инфраструктура (разделно събиране и извозване).

От друга страна, до колко обществото е готово да се довери на системата, да промени модела си на потребление, да събира и изхвърля отпадъците си разделно и като цяло да намали употребата на пластмаса?

През 2020 г. е проведено национално представително проучване на обществените нагласи относно използването и ограничаването на пластмасови изделия за еднократна употреба⁹. **Резултатите от проучването недвусмислено оборват широко разпространеното твърдение, че лошото управление на отпадъците у нас се дължи на липса на съзнание у гражданите.** Преобладаващата част от анкетираните заявяват готовност да действат на лично ниво чрез промяна на навиците си, например като заменят пластмасовите пазарски пликове с платнени торби или като използват лични бутилки и чаши за многократна употреба. Същевременно запитаните изразяват силна подкрепа за по-решителни мерки от страна на държавните институции и производителите за намаляване употребата на пластмасови изделия и произтичащото от тях замърсяване на околната среда. В заключение, според общественото мнение в България трябва да се приложат мерки за драстично намаляване на употребата на пластмаса за еднократна употреба, за да се ограничат здравните опасности и екологичните и финансови щети от нейното масово проникване в екосистемите и живите организми, включително в човешкото тяло. Действията на лично ниво за намаляване на използването на еднократна пластмаса са отлично начало за всеки загрижен човек. Досегашният разхитителен и замърсяващ начин на производство и доставка на храни, напитки и други стоки, неизменно опаковани в еднократна пластмаса, трябва да даде път на изделията за многократна употреба, които са значително по-хигиенични и щадящи за природата и нашето здраве.

В България вече има множество полезни инициативи и кампании, които целят повече хора да осъзнаят проблема и да вземат решение за промяна на навиците си. Информираността

⁹ Хората се тревожат от замърсяването с пластмаса и са готови да участват в решаването на проблема Основни резултати от национално представително проучване на обществените нагласи относно използването и ограничаването на пластмасови изделия за еднократна употреба януари 2020 г. Поръчано от екологично сдружение “За Земята” Изпълнено от Маркетлинкс
https://www.zazemiata.org/wp-content/uploads/2020/06/200513_BG-Plastic-Poll-Analysis-ZZ-final.pdf

за възможните последици и личната отговорност са водещи за предприемане на действия в правилната посока, които ще имат смисъл сега и в бъдеще.

Източник: Urli, S.; Corte Pause, F.; Crociati, M.; Baufeld, A.; Monaci, M.; Stradaioli, G. Impact of Microplastics and Nanoplastics on Livestock Health: An Emerging Risk for Reproductive Efficiency. *Animals* **2023**, 13, 1132. <https://doi.org/10.3390/ani13071132>



Други информации в областта на фуражите и фуражните добавки могат да бъдат намерени на интернет страницата на ЦОПХВ: – <https://corhv.government.bg/>,

<https://corhv.government.bg/Фуражни-добавки-продукти-и-субстанции-във-фуражи--с-97>

Оценка на риска от микропластмаси, приети с храната от различни видове животни (Научен обзор)

https://corhv.government.bg/files/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%20%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D0%B8%20%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B8/07_Zamarsiteli%20po%20hranitelnata%20veriga/2023/2023_06_12_Microplastics_V-Moneva,_K._Zaharieva.pdf

Въвеждане на рециклирани хранителни остатъци във фуражи

<https://s.shopeee.com/JNZe>

Изготвил: д-р Виктория Монева,
старши експерт, дирекция ОРХВ, ЦОПХВ
Дата: 16.11.2023 г.