

ULJARA „UJE“ SUTIVAN

CELINJAK 5, 21403 SUTIVAN

Jurica Lukšić

PLASTIČNA AMBALAŽA - UTJECAJ NA ZDRAVLJE LJUDI I OKOLIŠ

Pregledni rad

SUTIVAN, LISTOPAD 2024.

SAŽETAK

Sve veća potreba za plastičnom ambalažom posljedično donosi povećane rizike kako za zdravlje ljudi, tako i za okoliš. Plastični materijali su vrlo prilagodljivi i bojivi, što ih čini idealnima za zadovoljavanje potreba potrošača, a proizvođačima omogućuje veću zaradu. Plastični proizvodi koji služe za pohranu hrane, pića i dodataka kuhanju poput maslinovog ulja sadrže štetne tvari koje mogu migrirati u proizvode. Izloženost ovim tvarima povećava rizik od razvoja akutnih i kroničnih bolesti, što nerijetko može rezultirati i smrću. Najčešće štetne tvari su ftalati, bisfenol A i teški metali poput kadmija, olova i žive. Pregledom literature i analizom podataka u ovom su radu prikazani načini sinteze i uporabe ovih spojeva, njihova migracija u ljudski organizam i okoliš, te moguće negativne posljedice. Također su opisane tri značajne ekološke katastrofe koje ilustriraju štetne učinke nepravilnog zbrinjavanja otpada teških metala na ljudsko zdravlje.

Ključne riječi: plastična ambalaža, bisfenol A, ftalati, teški metali

SADRŽAJ

1.UVOD	4
1.PLASTIČNA AMABLAŽA	5
1.1.PROBLEMI S PLASTIČNOM AMBALAŽOM.....	6
2.BISFENOL A	8
2.1. SINTEZA.....	8
2.2. UPOTREBA	8
2.3. ŠTETNOST ZA ZDRAVLJE I OKOLIŠ	8
2.4. ANALIZE BISFENOLA A.....	9
3.FTALATI	10
3.1. SINTEZA	10
3.2. PODJELA	11
3.3. UPOTREBA	11
3.4. ŠTETNOST ZA ZDRAVLJE I OKOLIŠ	11
4. TEŠKI METALI (Cd, Pb, Hg)	13
4.1. SPOJEVI	13
4.2. APSORPCIJA I SKLADIŠTENJE U TIJELU	14
4.3. DJELOVANJE U ORGANIZMU	15
4.4. OGRANIČENJA.....	15
4.5. UTJECAJ ONEČIŠĆENJA TEŠKIM METALIMA	16
5.ZAKLJUČAK	18
6.LITERATURA	19

1.UVOD

Plastična ambalaža je postigla izuzetno veliku primjenu u svakodnevnom životu ljudi u drugoj polovici 20. i na početku 21.stoljeća. Međutim, široka primjena plastike dovodi do potencijalnih rizika za zdravlje ljudi kao i za očuvanje okoliša. Neophodno je obratiti važnost na sastav pojedinih plastičnih posuda koje se svakodnevno koriste, kao i na određena pravila kako bi skladištenje hrane, poput maslinovog ulja bilo što sigurnije jer spojevi iz plastične ambalaže vrlo lako mogu migrirati u proizvod unutar ambalaže. Pri povišenim temperaturama kao i pod utjecajem UV zračenja štetne tvari se otpuštaju iz plastike i dospijevaju u sami proizvod. Migracije se odvijaju na mikroskopskim razinama te ih nije moguće uočiti golim okom. Dugotrajna izloženost može izazvati vidljive promjene poput promjene boje maslinovog ulja iz zlatnožute u žutonarančastu boju. UV zračenje ubrzava oksidacijske procese u ulju te djeluje na otpuštanje spojeva. Posebno pažnju treba pridodati pri čuvanju plastične ambalaže, potrebo je držati na tamnom i hladnijem mjestu. Poseban naglasak se stavlja i na edukaciju o štetnim utjecajima od rane dobi.

1.PLASTIČNA AMABLAŽA

Najzastupljenija vrsta ambalaže u 21.stoljeću je plastična. Plastika posjeduje svojstva izuzetno povoljna za masivnu proizvodnju poput: relativno niske gustoće i izvrsnih izolacijskih i toplinskih svojstava. Moguće je mijenjati oblik, veličinu i boju dodavanjem raznih spojeva u proizvodnom procesu. Sukladno klasifikaciji sastavljenoj od strane SPI (Society of the Plastics Industry/Udruženje za plastičnu industriju) postoji 7 vrsta plastičnog materijala prikazanih u Tablici 1. [1]

1.	PET – polietilen tereftalat	 PET
2.	HDPE – polietilen visoke gustoće	 HDPE
3.	PVC – polivinil-klorid	 PVC
4.	LDPE – polietilen niske gustoće	 LDPE
5.	PP – polipropilen	 PP
6.	PS – polistiren	 PS
7.	O – ostali polimerni materijali	 O

Tablica 1. Označavanje plastičnog materijala [1]

PET plastika ima široku primjenu u proizvodnji boca za piće, kao i u tekstilnoj industriji pri izradi sintetskih materijala. Pored PET, u ambalaži za ulja, šampone i sredstva za čišćenje, pronalazimo i HDPE i PP. LDPE se primjenjuje u izradu jednostavnih plastičnih vrećica [1].

1.1.PROBLEMI S PLASTIČNOM AMBALAŽOM

Problemi povezani s plastikom se mogu podijeliti u dvije skupine: ekološki i zdravstveni problemi. Iako su skupine problema podijeljene međusobno su povezane hranidbenim lancem ljudi i životinja.

Sve veća potražnja za proizvodima, kako običnog dizajna tako i onih s posebnim oblicima, dodacima i u raznim bojama, konstantno se povećava proizvodnja plastične ambalaže čije je zbrinjavanje povjereno konačnom vlasniku proizvoda. Onečišćenje okoliša započinje već u samom proizvodnom procesu. S obzirom na generalni mentalitet društva, većina plastike se proizvodi u slabije razvijenim zemljama gdje su kontrole ispušnih plinova kao i otpadnih voda gotovo nepostojeće. Ravnoteža se pokušava uspostaviti uvođenjem ograničenja i otvaranjem reciklažnih postrojenja u mnogim razvijenim zemljama. Podizanje svijesti o utjecaju zagađenja nastoji se započeti još u ranoj dobi. Veliki korak ka očuvanju okoliša započet je ukidanjem plastičnih slamki i vrećica za kupovinu te njihova zamjena papirnatim i/ili platnenim varijantama. Upravo plastične vrećice su postale veliki ekološki problem zbog njihove lagane težine što im omogućuje dopiranje do svih dijelova okoliša, kao i svojstvo raspadanja na manje dijelova pod utjecajem vremenskih prilika. Iako se plastična ambalaža raspada na sitnije dijelove ona se ne razgrađuje. Čestice mikroplastike dospijevaju i do najdubljih dijelova oceana kao i najviših vrhova planine.

Raspadom plastičnih proizvoda na čestice mikroplastike javlja se izravna opasnost po ljudsko zdravlje. Plastična ambalaža sadrži štetne spojeve poput bisfenola A, ftalata i teških metala. Kada se plastika razgrađuje na čestice mikroplastike te one dospijevaju u tlo, vodu i zrak. Ljudska se prehrana temelji na biljkama i životinjama. Životinje se hrane biljkama, dok biljke potrebne hranjive tvari, poput minerala i vitamina, crpe iz tla i vode. Mikroplastične čestice dospijevaju u hranidbeni lanac, gdje se akumuliraju te mogu oslobađati štetne tvari.



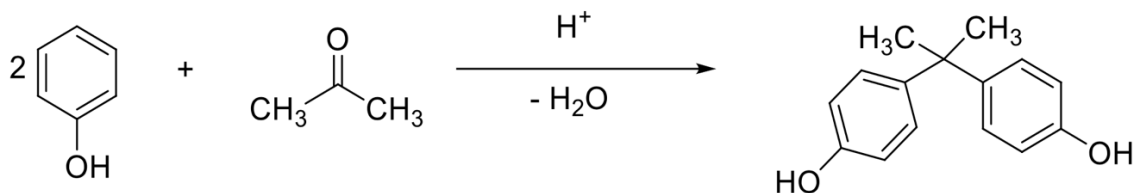
Slika 1. Mikroplastika u hranidbenom lancu

2.BISFENOL A

Bisfenol A je sintetska molekula raznolike primjene. Sustavno ime spoja je 2,2-bis-(4-hidroksifenil) propan. Molekulska formula spoja, je $C_{15}H_{16}O_2$, relativne molekulske mase 228,31 g/mol. Pri sobnoj temperaturi je čvrsta tvar. Slobodni oblik molekule je lipofilan te se nalazi u masnom tkivu i majčinom mlijeku, dok je hidrofilni obliku urinu i fecesu [2].

2.1. SINTEZA

Bisfenol A nastaje kao produkt reakcije kondenzacije dvije fenolne skupine i jedne molekule acetona u kiselom mediju što je prikazano na slici 2.



Slika 2. Sinteza Bisfenola A [2]

2.2. UPOTREBA

Bisfenol A ima široku primjenu u različitim granama industrije. Koristi se u proizvodnji epoksidnih smola i polikarbonatne plastike. Spoj se nalazi u plastičnim bocama, konzerviranoj hrani, mobitelima i laptopima. U proizvodnji tetrabrombisfenola A (TBBPA) se nalazi kao reaktant [2]. TBBPA se koristi u proizvodnji guma, kablova i termalnog papira koji se koristi za tiskanje računa.

2.3. ŠTETNOST ZA ZDRAVLJE I OKOLIŠ

Od početka proizvodnje do primjene samog proizvoda izloženost bisfenolu A je prisutna. Glavni izvori bisfenola A za ljude se nalaze u bocama za vodu i plastičnoj ambalaži te konzervama hrane. Unos hranom predstavlja najveću štetnost po ljudsko zdravlje zbog izloženosti svih dobnih skupina, naročito za novorođenčad koja je posebno ugrožena skupina.

Veća izloženost i ozbiljna opasnost javlja se pri rukovanju sa spojem u svrhu stvaranja smole i polikarbonatne plastike nego za vrijeme same proizvodnje spoja. Bisfenol A migrira u organizam na 2 načina: difuzijom samog spoja i hidrolizom polimera. Kada je polikarbonatna plastika u kipućoj vodi (100°C) migracije bisfenola A je 55 puta veća nego kada je izložena vodi pri 20°C [2]. Hidrolizom polimera, s vremenom se povećava migracija bisfenola A.

Ovisno o koncentraciji bisfenola A koji je migrirao u organizam ili koji je otpušten u okoliš prilikom proizvodnje epoksidne smole i/ili polikarbonatne plastike, prije ili kasnije, doći će do negativnog odražaja na organizam ili okoliš.

Bisfenol A negativno utječe na razvoj embrija, rast tijela i reproduktivno sazrijevanje. S obzirom na djelovanje poput endokrinog disruptora, povećana koncentracija bisfenola A kod žena povezana je sa sindromom policističnih jajnika te s nastajanjem raka dojke, dok je kod muškaraca povezana s rakom prostate te smanjenom kvalitetom i pokretljivošću spermija. Također je istraživao i dokazan negativan učinak spoja na rast i razvoj biljaka.

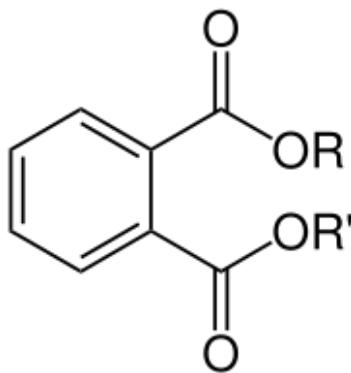
2.4. ANALIZE BISFENOLA A

S obzirom na prethodno navedene negativne učinke svjetski zdravstveni odjeli pridaju povećanu pažnju analizama bisfenola A. Razvijene su brojne metode za dokazivanje prisutnosti spoja poput kromatografije i spektroskopije masa. Zbog visokih troškova transporta i obrade uzoraka navedenim metodama koje zahtijevaju skupocjenu opremu i kvalificirano osoblje razvijaju se novije metode poput kemijskih senzora i biosenzora.

3.FTALATI

Ftalati su spojevi sintetskog podrijetla široko rasprostranjeni u industriji. Njihova primjena je izražena u proizvodnji i obradi plastičnih masa u kojima sudjeluju u svrhu poboljšanja svojstava. Velika molarna masa, fluidnost i stabilnost ih čine idealnima za industriju plastike. Čiste i uljaste tekućine pri sobnoj temperaturi [3].

Slika 3. prikazuje strukturu ftalata. Ftalati su esteri ftalne kiseline. Dobro se otapaju u drugim organskim otapalima.

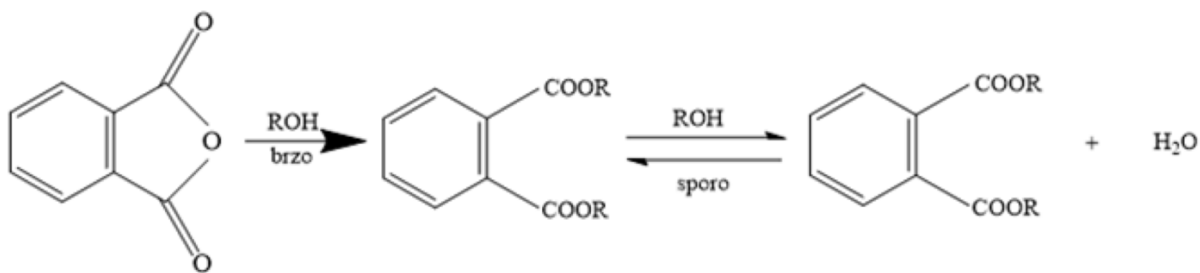


Slika 3. Struktura ftalata [4]

3.1. SINTEZA

Polazni reaktanti za sintezu ftalata su anhidridi ftalne kiseline i jednovalentni alkoholi (ROH) [3].

U prvom koraku u sintezi ftalata dolazi do reakcije anhidrida i alkohola pri čemu dolazi do pucanja prstena i vezanja -OR dijela jednovalentnog alkohola na jedan dio anhidrida te vodika na drugi dio anhidrida pri čemu nastaje monoester. Drugi korak je pretvorba monoestera u diester uz izdvajanje molekule vode. Odvijanje prvog koraka započinje na povišenim temperaturama. Destilacijom se uklanja voda nastala u drugom koraku čime se postiže pomicanje ravnoteže u smjeru nastajanja diestera. Postupak sinteze prikazan je na Slici 4.



Slika 4. Reakcija nastajanja ftalatnog estera [3]

Brzina reakcije se može povećati dodatkom katalizatora poput H_2SO_4 , p-toluensulfonske kiseline te natrijevog hidrogensulfata kao i dodatkom samog monoestera.

3.2. PODJELA

Ftalati su izuzetno raširena skupina spojeva. Na razvoj različitih vrsta ftalata je ponajprije utjecala dostupnost jednovalentnih alkohola na početku 20. stoljeća. Dostupnost alkohola je bila ograničena na one alkohole koji u sebi sadrže lance do 4 ugljikova atoma. Dostupnost alkohola je rezultirala proizvodnjom tri vrste ftalata: dimetil ftalat – DMP ($\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_4$), dietil ftalat – DEP ($\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_4$), dibutil ftalat – DBP ($\text{C}_{16}\text{H}_{22}\text{O}_4$). Također postoje i izo-ftalati poput diisobutil ftalata – DIBP ($\text{C}_{16}\text{H}_{22}\text{O}_4$) [3].

3.3. UPOTREBA

Ftalati čine 87% godišnje potrošnje plastifikatora u industriji. Dugolančani ftalati se nalaze u sastavu ljepila, medicinskog potrošnog materijala, ambalaže za hranu, automobilskim dijelovima, cipelama i dječjim igračkama. Kratkolančani ftalati se nalaze u kozmetici, parfemima i kućnim mirisima zbog izuzetno dobre topljivosti kao i u lakovima za kosu i nokte.

3.4. ŠTETNOST ZA ZDRAVLJE I OKOLIŠ

Povećanjem prisutnosti ftalata u proizvodima dolazi do uzročno-posljedičnog povećanja njihove koncentracije u okolišu. Ftalati nisu vezani kemijskim spojevima što olakšava njihovo migriranje.

Do otpuštanja ftalata dolazi u svim fazama od proizvodnje i pakiranja do kupovine i primjene proizvoda. Ftalati dospjeli u okoliš se akumuliraju u tlu, vodi i zraku. Dokazano je da je koncentracija ftalata veća u zatvorenom prostoru što je posljedica ispuštanja ftalata iz različitih izvora unutar kućanstva poput podova, prozora, boja i kozmetičkih preparata. Iako je zrak najpovoljniji medij za prijenos ftalata, visoke razine ftalata su najčešće u otpadnim vodama. Moderni sustavi za pročišćavanje otpadnih voda iz kućanstava i/ili industrijskih postrojenja nisu dovoljno učinkoviti za uklanjanje ftalata što dovodi do njihovog akumuliranja u vodi.

Najrasprostranjeniji negativni učinci izloženosti ftalatima su povezani s pretilošću i reproduktivnim sustavom. Izloženost ftalatima dovodi do: oštećenja muških spolnih stanica (spermija), smanjenje plodnosti žena, bolesti reproduktivnog sustava žena, uranjenog puberteta, astme te imaju negativan utjecaj na rad štitne žlijezde. Ftalati se nakupljaju u masnom tkivu te ometaju homeostazu lipida što ih čini jednim od razvojnih čimbenika pretilosti čime se povećava rizik od razvoja dijabetesa i kardiovaskularnih bolesti.

Otkrivanje ftalata je moguća laboratorijskim analizama u krvi, urinu te slini i majčinom mlijeku. Koncentracija ovisi o vrsti ftalata, vremenu izloženosti i udjelu ftalata.

4. TEŠKI METALI (Cd, Pb, Hg)

Kadmij (Cd) je element 12.skupine periodnog sustava elemenata, relativne atomske mase 112,41. Mekani metal srebrnobijele boje koji se može rezati. Stabilan je pri sobnoj temperaturi, a zagrijavanjem se oksidira [5]. Koristi se za prekrivanje drugih metala, za izradu nisko taljivih legura te ponovno punjivih Ni – Cd baterija.

Olovo (Pb) je element 14.skupine periodnog sustava elemenata, relativne atomske mase 207,2. Sjajni, sivi, mekani metal izuzetno kovak. U prirodi se nalazi u sulfidnim i oksidnim rudama. Dobiva se oksidacijom sulfida i redukcijom oksida. Slabo topiv u kiselinama zbog posjedovanja zaštitnog sloja [5]. Olovo je najjeftiniji tehnički metal te zbog toga ima široku primjenu u svakodnevnim proizvodima poput niza kemijskih aparata, električnih osigurača, kablova i kipova.

Živa (Hg) je element 12.skupine periodnog sustava elemenata, relativne atomske mase 200,59. U elementarnom stanju je jedini tekući metal. Otapa se u oksidirajućim kiselinama i zlatotopki (smjesa $\text{HCl} + \text{HNO}_3$ u omjeru 3 : 1) [5,6]. Koristi se kao punjenje u termometrima, barometrima i toplomjerima, kao katalizator u reakcijama, za živine lampe i ispravljače te za proizvodnju eksploziva.

4.1. SPOJEVI

Kadmijev sulfid (CdS) je glavni izvor kadmija za sve potrebe tržišta. Najpoznatija primjena je kao boja – kadmijevo žutilo. Iako se pojavljuje u prirodi u kristalnim strukturama i kao nečistoća u cinkovim rudama, ne posjeduje pigment. Pigment se javlja kod sintetskog CdS . Posjeduje značajnu pokrivnu moć, a osušeni premaz uljane boje je čvrst i otporan što ga čini pogodnim za primjenu u industriji plastike. Drugi spoj kadmija prisutan u plastici je kadmijev selenid (CdSe). Kristalne (kubne ili heksagonske) strukture, dok boja varira od crvene do žute što ovisi o veličini čestica [6]. Koristi se u televizijskim i radarskim sustavima te u poluvodičkoj industriji.

Najvažniji spojevi olova su soli – halogenidi, nitrati, sulfati, karbonati, u kojima se olovo nalazi u Pb^{2+} oksidacijskom stanju. Olovo u spojevima može dolaziti i u Pb^{4+} obliku ali je taj oblik znatno nestabilniji od Pb^{2+} oblika [5].

U industriji plastike korišteni su sljedeći spojevi olova: olovo (II) karbonat – PbCO_3 , olovo(II) oksid – PbO , olovo(II) stearat – $\text{Pb}(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2$, kao stabilizatori za polivinil-klorid jer sprječavaju razgradnju PVC-a pri povišenim temperaturama. Poboljšavaju otpornost plastike na UV zračenje te su korišteni kao dodatni pigmenti.

U industriji plastike se živa primarno koristila kao fungicid i antimikrobni dodatak. Korišteni spojevi su: fenil-živa-acetat – $\text{C}_8\text{H}_8\text{HgO}_2$, fenil-živa-nitrat – $\text{C}_6\text{H}_5\text{HgNO}_3$, metil-živa-klorid – CH_3HgCl . Osnovna uloga je bila sprječavanje razvoja plijesni, gljivica i bakterija u plastici pogotovo plastičnim bocama i posuđu. Također su služili za produženje trajnosti plastike u različitim vremenskim uvjetima.

4.2. APSORPCIJA I SKLADIŠTENJE U TIJELU

U organizmu se olovo apsorbira iz probavnog sustava (5-10%) te preko pluća gdje se 50 – 70% inhalirane količine apsorbira u tijelo [7]. Nakon apsorpcije olovo se skladišti u različitim dijelovima organizma poput eritrocita, bubrega, jetre, mozga, dlaka te koštane srži u koju lako ulazi ali se teško opušta.

Elementarna živa se dobro apsorbira u plućima dok je apsorpcija probavnim sustavom postojana ali značajno slabija. Posjeduje svojstvo lipofilnosti što omogućuje lakši prolazak kroz barijere. Skladišti se u mozgu, jetri, bubrezima i srcu. Živine soli se najbolje apsorbiraju u probavnom sustavu dok je apsorpcija putem koža i pluća nulta. Soli se skladište u bubrezima te slabo prolaze kroz barijere što predstavlja glavnu razliku između elementarne žive i živinih soli. Organometalna živa se dobro apsorbira svim putevima, a ponajbolje probavnim sustavom zbog nakupljanja u morskim organizama poput ribe i školjkaša. U organizmu se skladišti u mozgu, bubrezima, jetri i mišićnom te masnom tkivu [7]. Lako prolazi kroz membrane zbog visoke razine lipofilnosti što joj omogućuje prolazak kroz posteljicu te nakupljanje u fetusu.

Kadmij se unosi ponajprije inhaliranjem ali i putem probavnog sustava. Apsorpcija iz pluća je efikasnija. U tijelu se kadmij skladišti u bubrezima, jetri, mozgu i kostima gdje je mogućnost zamjene kalcija kadmijem. Nedostatak željeza i kalcija povećava apsorpciju kadmija iz probavnog sustava.

4.3. DJELOVANJE U ORGANIZMU

Merkurijalizam predstavlja trovanje živom koje može biti akutno odnosno kratkotrajno ili kronično odnosno dugotrajno ovisno o koncentraciji žive. Živa ima izuzetno negativan utjecaj na zdravlje, a ponajprije na živčani sustav jer posjeduje visoku razinu neurotoksičnosti [8]. Od izuzetne važnosti je obratiti pažnju na izloženost povećanim razinama žive u natalnoj dobi dok se razvija živčani sustav s obzirom na opasnost od trajnih posljedica.

Olovo je sistemski otrov koji inhibira biosintezu hema. Uzrokuje niz simptoma poput mučnine, grčeva, gubitka teka, nesanice, glavobolje, vrtoglavice te slabosti i paralize živaca [9]. Dovodi do oštećenja bubrega te zubi zbog nakupljanja u naslagama na zubima. Olovo uzrokuje blokadu bjelancevina značajnih za razvoj mozga što dovodi do poremećaja u koncentraciji, učenju, pozornosti i ponašanju.

Kadmij ponajprije pogađa bubrege i jetru gdje dovodi do oštećenja. Uzrokuje mučninu kojom se određeni udio unesenog kadmija izbacuje te posljedično rijetko uzrokuje smrt [8]. Ostatak kadmija se akumulira u tijelo i može se zadržati i do nekoliko desetljeća. Kadmij pogađa koštani sustav zbog zamjene kalcija u kostima te ometanja fosfata. Dovodi do osteoporoze odnosno slabljenja kosti.

Svi navedeni teški metali posjeduju kancerogena svojstva te se posebice povezuju s razvojem karcinoma pluća i mokraćnog sustava, prvenstveno bubrega.

4.4. OGRANIČENJA

Uredba 2023/915 postavlja granične vrijednosti dopuštenih količina kadmija, olova i žive u hrani u Europskoj Uniji [10]. Dopuštena količina određenog metala u hrani ovisi o vrsti hrane.

Dopuštena količina kadmija iznosi 0,005 mg/kg za dječju hranu stavljenju na tržište u obliku tekućine proizvedene od kravljeg mlijeka do 3,00 mg/kg za dodatke prehrani koji su proizvedeni od minimalno 80% sušene morske trave.

Za olovo dopuštene količine se nalaze u rasponu od 0,010 mg/kg za tekuću hranu namijenjenu dojenčadi i za hranu za posebne medicinske potrebe za djecu i dojenčad te do 2,00 mg/kg za začine dobivene iz kore ploda.

Prema navedenoj uredbi dopuštene količine žive u hrani se nalaze u rasponu od 0,10 mg/kg za sol i dodatke prehrani do 1,0 mg/kg za meso većine ribljih vrsta uključujući tunu, morskog psa i bakalar.

Sukladno uredbama i novim spoznajama, danas su mnogi spojevi u potpunosti izbačeni iz proizvodnje ili su njihovi udjeli svedeni na minimum naročito u razvijenim zemljama. Određeni stupanj opasnosti i izloženosti i dalje je prisutan kao posljedica nedostatka postojanja i poštivanja uredbi u nerazvijenim zemljama kao i posljedica nakupljanja spojeva u prošlosti.

4.5. UTJECAJ ONEČIŠĆENJA TEŠKIM METALIMA

Industrija je najveći onečišćivač prema vrsti i broju polutanata. Problem je otežana kontrola s obzirom na raznolikost polutanata. Posljedice industrijskih onečišćenja se uglavnom očituju kasnije.

Minamata zaljev – zaljev okružen postrojenjima teške industrije. U periodu od 1932. do 1968.godine tvornica je ispuštala značajne količine metil-žive putem otpadnih voda u zaljev[11]. S obzirom na svojstvo žive da se lako akumulira u morskim organizmima poput školjaka i riba, lokalno stanovništvo čija se ishrana temeljila na ulovu iz zaljeva i okolnih voda doživjeli su teška neurološka oštećenja. U proljeće 1956. bolnica u Minamati je zaprimila dijete s poteškoćama u govoru, konvulzijama i otežanim hodaњem [11]. Tadašnja medicina nije mogla sa sigurnošću utvrditi izvor simptoma. Ubrzo je došlo do značajnog povećanja broja oboljelih te su se simptomi počeli pripisivati zaraznoj bolesti. 1968.godine tvornica prestaje s proizvodnjom usred neprestanog pritiska javnosti poduprtog tužbama oboljelih [11]. Vlasti su tada donijele konačno potvrdu o uzroku oboljenja – metil živa.

Kaštelanski zaljev – lokalna industrija u kaštelanskom zaljevu je također ispuštala otpadne vode bogate živom u more pri čemu je došlo do više desetljetnog zagađenja mora. Morski organizmi iz zaljeva nisu pogodni za ishranu iako su razine ispod dozvoljenih koncentracije žive, no ona se i dalje pronalazi u sedimentu. Zagađenje kaštelanskog zaljeva je najveće zagađenje Jadranskog mora iako je u more ispuštena elementarna živa koja je manje štetna od metil-žive ispuštane u Japanu.

Itai – Itai bolest – bolest uzrokovana izloženosti previsokim koncentracijama kadmija. Početak epidemije oboljelih od trovanja kadmijem je 1912. u Toyami u Japanu [12]. Bolest je nazvana po japanskim riječima za izraz „boli, boli“ s obzirom da kadmij uzrokuje oštećenje kostiju došlo je do krivljenja i pucanja kostiju kod lokalnog, oboljelog stanovništva. Uzrok velikoj izloženosti kadmiju je ispuštanje u rijeku od strane obližnjeg rudnika.

5.ZAKLJUČAK

Pregledom literature i analiziranjem provedenih istraživanja plastična ambalaža ima više negativnih nego pozitivnih strana. Pozitivne strane su prilagodljivost potrošaču i laka dostupnost dok su negativne otpuštanje štetnih tvari od početka proizvodnje do konačne upotrebe, štetan učinak na zdravlje ljudi pri korištenju samih proizvoda ali i pri konzumaciji hrane onečišćene česticama mikroplastike. Ulazak štetnih tvari u organizam je jednostavan, a povećana migracija je pri nepravilnom skladištenju plastične ambalaže. Teški metali se nakupljaju u različitim organima u tijelu pri čemu izazivaju razna oboljenja akutnog ili kroničnog trajanja. Bisfenol A i ftalati ponajprije utječu na reproduktivni sustav te na rast i razvoj pri čemu se postavlja pitanje koliko upotreba plastike utječe na povećanje neplodnosti. Mnoga istraživanja su provedena ili se provode i dalje kako bi se sa sigurnošću dokazala povezanost korištenja plastične ambalaže i smetnji u reprodukciji i razvoju. Edukacijom od rane, vrtićke, dobi pridonosi se povećanju svijesti o štetnosti zagađenja okoliša različitim polutantima. Značajne promjene moguće je uvidjeti tek onda kada se većina bude pridržavala pravila i birala alternativne metode za skladištenje hrane poput zamjene plastične ambalaže za skladištenje maslinovog ulja staklenom ili ambalažom od nehrđajućeg čelika. Idealna ambalaža za kratkotrajnije skladištenje su staklene boce proizvedene od tamnog, zelenog ili smeđeg, stakla koje ne propuštaju svjetlost, dok je za dugotrajno skladištenje poželjno korištenje nehrđajućeg čelika – inoksa. Ambalaža od inoksa je poželjna zbog izuzetne otpornosti i dugotrajnosti te izvrsne zaštite od svjetlosti.

6.LITERATURA

1. <https://hrcak.srce.hr/file/323843>
2. Hofer, R. (2021). Bisfenol A i njegov utjecaj na okoliš [Završni rad, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu].
3. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:149:387864>
4. <http://bit.ly/4l3kepV>
5. Silberberg, M. (2012). Principles of General Chemistry (3rd ed.). New York: McGraw-Hill Higher Education
6. I.Filipović, S.Lipanović, Opća i anorganska kemija, Školska knjiga, Zagreb, 1995
- 7..Plavšić, F., & Žuntar, I. (2006). Uvod u analitičku toksikologiju. Zagreb: Školska knjiga.
8. <http://bit.ly/43Vi2e5>
9. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
10. European Commission. (2023). Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food. Official Journal of the European Union, L 119, 103–157.
11. Kovačić, M. (2008). Ekološka katastrofa Minamata: Utjecaj žive na zdravlje ljudi i okoliš. Hrvatski časopis za javno zdravstvo, 4(2), 45-52.
12. https://www.researchgate.net/publication/353636027_Itai-itai_Disease_-Cadmium_Poisoning