



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
INVESTING IN YOUR FUTURE



CENTRAL BALTIC
INTERREG IV A
PROGRAMME
2007-2013



FOODWEB

SOOME KESKKONNAINSTITUUT

Valitud saasteainete ülevaade

Projekt FOODWEB

Läänemere keskkond, toit ja tervis:
harjumustest teadlikkuseni

Päivi Munne
20.03.2012



S Y K E



Sisukord

Sisukord	2
Dioksiinid ja dioksiinilaadsed PCB-d	4
Keemilised omadused	4
Esinemine toidus	4
Mõju keskkonnale ja tervisele	4
Soovitused	4
Mittedioksiinilaadsed PCB-d	5
Keemilised omadused	5
Esinemine toidus	5
Mõju keskkonnale ja tervisele	5
Soovitused	5
Furaanid	6
Keemilised omadused	6
Esinemine toidus	6
Mõju keskkonnale ja tervisele	6
Soovitused	6
Polüaromaatsed süsivesinikud	7
Keemilised omadused	7
Esinemine toidus	7
Mõju keskkonnale ja tervisele	7
Soovitused	7
Akrüülamiid	8
Keemilised omadused	8
Esinemine toidus	8
Mõju keskkonnale ja tervisele	8
Soovitused	8
Tinaorgaanilised ühendid; tributüül- ja trifenüültina	9
Keemilised omadused	9
Esinemine toidus	9
Mõju keskkonnale ja tervisele	9
Soovitused	9
Kadmium	10
Keemilised omadused	10
Esinemine toidus	10
Mõju keskkonnale ja tervisele	10
Soovitused	10
Elavhõbe	11
Keemilised omadused	11
Esinemine toidus	11
Mõju keskkonnale ja tervisele	11
Soovitused	11
Plii	12
Keemilised omadused	12
Esinemine toidus	12



Mõju keskkonnale ja tervisele	12
Soovitused.....	12
Arseen.....	13
Keemilised omadused	13
Esinemine toidus	13
Mõju keskkonnale ja tervisele	13
Soovitused.....	13
Polübroomitud difenüüleetrid	14
Keemilised omadused	14
Esinemine toidus	14
Mõju keskkonnale ja tervisele	14
Soovitused.....	14
Perfluoritud ühendid: perfluorooktaan-sulfonaadid ja perfluorooktaanhape	15
Keemilised omadused	15
Esinemine toidus	15
Mõju keskkonnale ja tervisele	15
Soovitused.....	15
Mükotoksiinid.....	16
Keemilised omadused	16
Esinemine toidus	16
Mõju keskkonnale ja tervisele	16
Soovitused.....	16
Glükoalkaloidid.....	17
Keemilised omadused	17
Sattumine toiduainetesse	17
Mõju keskkonnale ja tervisele	17
Soovitused.....	17
Nitraadid / Nitritid.....	18
Keemilised omadused	18
Sattumine toiduainetesse	18
Mõju keskkonnale ja tervisele	18
Soovitused.....	18

Valitud saasteainete ülevaade

Koostaja: Päivi Munne, Soome Keskkonnainstituut (SYKE), 2012

Tõlge: Scriba OÜ

Materjal on koostatud projekti „FOODWEB - Läänemere keskkond, toit ja tervis: harjumustest teadlikkuseni“ raames. Projekti toetab Euroopa Regionaalarengu Fond ning seda teostatakse Kesk-Läänemere INTERREG IV A 2007-2013 programmi raames.

Projekti veebileht: <http://foodweb.ut.ee/>

Materjal väljendab autorite vaateid ja programmi korraldusasutus ei vastuta projektipartnerite poolt koostatud materjali sisu eest.



Dioksiinid ja dioksiinilaadsed PCB-d

Keemilised omadused

Dioksiinid (PCDD/F-id) tekivad inimtegevuse mittetahtliku kõrvalsaadusena. PCDD/F-id tekivad näiteks teatud kemikaalide tootmisel, olmejäätmete põletamisel ning varasemalt ka puidutselluloosi pleegitamisel ning põlemise teel energia tootmisel. Dioksiinid on grupp struktuurset ja keemiliselt sarnaseid polühalogeenitud süsivesinikke, mille põhilised alaliigid on dibenso-p-dioksiinid (PCDD-d), dibensofuraanid (PCDF-id) ja dioksiinilaadsed difenüülid (PCB-d). Teoreetiliselt võib sellesse gruppi kuuluda 210 ühendit, millest 75 on polüklooritud dibenso-p-dioksiinid (PCDD-d) ja 135 polüklooritud dibensofuraanid (PCDF-id).

Dioksiinid on väga vastupidavad keemilisele ja mikrobioloogilisele lagunemisele ning seetõttu on nad keskkonnas väga püsivad. Ainult 7 ühendit võimalikust 75-st PCDD-st ja 10 ühendit 135-st võimalikust PCDF-ist (millel on kloor ühinenud positsioonides 2,3,7,8) omavad dioksiinilaadset toksilisust. Samamoodi on olemas 209 võimalikku PCB ühendit, millest ainult 12-l esineb dioksiinilaadne mürgisus.

Esinemine toidus

Ligikaudu 95% inimese kokkupuutest dioksiinidega toimub loomse toidu kaudu; peamised allikad on näiteks liha, piimatooted ja kala. Selle põhjus on asjaolu, et PCDD/F-id ja dioksiinilaadsed PCB-d akumulatsioonid ja biomagnifitseeruvad loomses ja kalarasvas.

Mõju keskkonnale ja tervisele

On leitud, et PCDD/F-id ja dioksiinilaadsed PCB-d on imetajatele ja kaladele teratogeensed, mutageensed ja kantserogeensed. Need ühendid võivad kahjustada immuun-, endokriin- ja närvisüsteemi ning mõjuda halvasti viljakusele. PCDD/F-id ja dioksiinilaadsed PCB-d on ühtlasi potentsiaalsed kantserogeenid ja mutageenid. Nad võivad kahjustada immuunsüsteemi ja maksa ning muuta hormoonide tasakaalu.

Soovitused

Toidu teaduskomitee (Scientific Committee on Food – SCF) Euroopas on määranud dioksiinidele ja dioksiinilaadsetele PCB-dele lubatud nädaladoosi (TWI) 14 pg / kg-le kehakaalu kohta (WHO-TEQ). SCF-i poolne lubatud nädaladoos ühtib Maailma Terviseorganisatsioon (WHO) kehtestatud lubatava päevadoosiga, mis on 1–4 pg / kg kehakaalu kohta.



Mittedioksiinilaadsed PCB-d

Keemilised omadused

Polüklooritud difenüülid (PCB-d) on klooritud aromaatsed süsivesinikud, mida varasemalt toodeti teadlikult ning tänu oma füüsikalistele ja keemilistele omadustele (näiteks mittesüttivus, keemiline püsivus, kõrge keemistemperatuur, madal soojusjuhtivus, ka kõrged dielektrilised konstandid) leidsid need laialdast tööstuslikku ja kaubanduslikku kasutust, näiteks elektrilistes ja hüdraulilistes seadmetes ja määrdeainena (näiteks jahutusvedelikena trafo- ja kondensaatoriõlide segudes).

PCB-sid on kokku 209 teoreetiliselt võimalikku ühendit, mis võib jagada erinevatesse rühmadesse vastavalt biokeemilistele ja toksikoloogilistele omadustele. Mitte-orto ja mono-orto asendustega PCB-de toksikoloogilised omadused sarnanevad dioksiinidele. Seetõttu nimetatakse neid mõnikord „dioksiinilaadseteks PCB-deks“. Enamik ülejäänud PCB-sid ei oma dioksiinilaadset toksilisust ning seetõttu kutsutakse neid „mittedioksiinilaadseteks PCB-deks“.

Esinemine toidus

Mittedioksiinilaadsed PCB-d kogunevad põllumajandusloomade lihasse, maksa ja eriti rasvkoesse. Lisaks kanduvad mittedioksiinilaadseid PCB-d edasi ka piimale ja munadele. Üle 90% tavainimese kokkupuutest mittedioksiinilaadsete PCB-dega toimub toidu kaudu. Samuti leidub mittedioksiinilaadseid PCB-sid kalas ja söödavas rupsis, näiteks maksas.

Mõju keskkonnale ja tervisele

Laboritestide põhjal võib väita, et PCB-de pikaajaline mõju inimesele ja imetajatele avaldub suurenenud vähiriskis, põletikes (immuunsüsteemi kahjustused), kognitiivsete funktsioonide vähenemises ja selle kahjustavas mõjus käitumisele (hüpotüreoos, viljatus, südame isheemiatõbi, hüpertooniatõbi, suhkurtõbi, maksahaigused, astma ja artriit), samuti ka normist madalamas sünnikaalus. Ühtlasi on leitud märke, et PCB on põhjustanud järglaste saamisega seotud probleeme mereröövloomadele, kes on toiduahela tipus, näiteks hülged ja valgepea-merikotkad.

Soovitused

Vastavalt Health Canadale on lubatud päevadoos 0,01 µg / kg kehakaalu kohta päevas.



Furaanid

Keemilised omadused

Furaanid tekivad toidu kuumtöötlemisel või kodusel küpsetamisel.

Esinemine toidus

Furaane esineb mitmetes täiskasvanutele ja imikutele mõeldud kaubanduslikes kuumtöödeldud toitudes. Kõrgeima furaanikontsentratsiooniga on kohv ja beebitoidupurgid, mis sisaldavad juurvilju.

Furaane on samuti võimalik leida teistest konserveeritud toitudest, valmissuppidest, (praetud) kanast, sojast, rapsiõlist, teraviljapõhistest toodetest, leivast ja puuviljamahlast.

Mõju keskkonnale ja tervisele

Furaanid võivad põhjustada õhu-, pinnase- ja veereostust ning need on klassifitseeritud inimesele tõenäoliselt kantserogeenseteks. Furaanid võivad kahjustada immuun-, närvi- ja endokriinsüsteemi ja vähendada järglaste saamise võimekust. Samuti kahjustavad furaanid looteid ja imikuid.

Soovitused

Vastavalt US EPA-le on furaanide lubatud päevadoos 1 µg / kg kehakaalu kohta päevas.



Polüaromaatsed süsivesinikud

Keemilised omadused

Polütsükliaromaatsed süsivesinikud (PAH-id) on suur rühm orgaanilisi ühendeid, mis koosnevad kahest või enamast benseenituumast. PAH-id koosnevad ainult süsinikust ja vesinikust ega sisalda heteroatomeid. Peamiselt tekivad need orgaanilise aine mittetäielikul põlemisel või pürolüüsil mitmetes tööstuslikes protsessides. Tavaliselt esinevad polüaromaatsed süsivesinikud keerukates segudes, mis võivad koosneda sadadest ühenditest.

Esinemine toidus

Inimesed puutuvad PAH-idega kokku mitmel eri moel. Kui mittesuitsetajate peamine kokkupuuteallikas on tarbitud toit, siis suitsetajate puhul saab oluliseks suitsust saadav kogus. PAH-id võivad toitusid saastada tööstusliku suitsutamise, kuumutamise või kuivatamise ajal, kui põlemissaadused puutuvad otseselt kokku toiduga. Teraviljad ja taimed (kaasa arvatud seemneõlid ja oliivijääkõlid) saastuvad PAH-idega tavaliselt selliste tehnoloogilise protsessi käigus nagu lahtise tule kohal kuivatamine, kui põlemissaadused puutuvad otseselt kokku vilja, õliseemnete või õliga. PAH-id tekivad ka teatud koduste toiduvalmistamismeetodite puhul nagu grillimine, röstimine ja suitsutamine. PAH-e on võimalik leida näiteks suitsukalast, suitsulihast, praelihast, kuivatatud puuviljast, õlidest, köögiviljadest, teraviljadest, maiustustest ja kohvist.

Mõju keskkonnale ja tervisele

PAH-idel on keskmine kuni madal akuutne toksilisus. PAH-id on kantserogeensed ning põhjustavad hingamisteede ja südame-veresoonkonna haigusi. Enamikes uuringutes on täheldatud, et kasvaja asukoht on seotud ühendi manustamise kohaga, nt maokasvaja pärast suukaudset manustamist, nahakasvaja pärast kokkupuudet nahaga. PAH-id imenduvad halvasti ning imetajad metaboliseerivad neid laialdaselt, seetõttu PAH-id ei bioakumuleeru. Erinevaid ainevahetusradu mööda on võimalik saada väga reaktiivseid vahesaaduseid, mis kaasatakse PAH-ide mutegeensetesse/kantserogeensetesse protsessidesse.

Soovitused

Päevased piirnormid pole saadaval.



Akrüülamiid

Keemilised omadused

Akrüülamiid ($\text{CH}_2=\text{CHCONH}_2$) võib tekkida toitudes, tavaliselt süsivesikuterikastes ja valguvaestes taimsetes toodetes, küpsetamise või muu kuumtöötlemise ajal, näiteks praadimisel, küpsetamisel või röstimisel üle 120 °C temperatuuril.

Esinemine toidus

Akrüülamiid tekib tavaliselt süsivesikuterikastes ja valguvaestes taimsetes toodetes kuumtöötlemise ajal, kui temperatuur on liiga kõrge, näiteks praadimisel, küpsetamisel ja röstimisel. Akrüülamiidi on leitud kartulkrõpsudest, friikartulitest, ploomidest, mustadest oliividest, kohvist, saiadest ja pirukatest, küpsistest, leivast, hommikuhelvestest ja konserveeritud beebitoidust.

Mõju keskkonnale ja tervisele

Akrüülamiid on kantserogeenne ja lisaks omab ka neurotoksilist ja genotoksilist toimet.

Soovitused

Akrüülamiidi suukaudne lubatud päevadoos vastavalt US EPA-le on 0,2 µg / kg kehakaalu kohta päevas.



Tinaorgaanilised ühendid; tributüül- ja trifenüültina

Keemilised omadused

Tinaorgaanilisi ühendeid (eriti tri-asendusega ühendeid) kasutatakse paatidele ja jahutustornidele mõeldud mädanemisvastastes värvides; puidu, puuvilla, tekstiilmaterjali, paberi ja majapeitside säilitusainetes, tööstuslike protsesside limatõrjevahendites, molluskitsiidides skistosomiaasi ennetamiseks ja trifenüültina (TPhT) põllumajandusliku fungitsiidina.

Esinemine toidus

Tavainimese jaoks kõige olulisem kokkupuutekoht tinaorgaaniliste ühenditega on toit ning eriti kala ja muud mereannid.

Mõju keskkonnale ja tervisele

Tribütüültina (TBT) ja TPhT on väga mürgised veeorganismidele ning lisaks on neil kalduvus toiduahelas bioakumuleeruda (eriti kalades ja mereandides). TBT ja TPhT põhjustavad emastel tigudel ja kaladel maskuliniseerumist (vastassoo tunnustega isendite teke) juba madala kontsentratsiooni puhul (1 ng/liitri vee kohta), mis näitab, et tegu on sisesekretsioonisüsteemi kahjustajaga. Organismi võime metaboliseerida tinaorgaanilisi ühendeid on väga erinev. Limused võivad neid ained koguda üsna suurtes kogustes, kuna nende võõrainete metabolism on nõrk, samas suudavad kalad üsna tõhusalt lagundada TBT-d. On täheldatud, et kalade TPhT metabolism on palju nõrgem kui nende TBT metabolism.

Soovitused

Kehtestatud on lubatud päevadoos nii TBT, DBT, TPhT kui ka DOT jaoks 0,25 µg / kg kehakaalu kohta päevas.



Kaadmium

Keemilised omadused

Looduslikult esineb kaadmiumi (Cd) keskkonnas mitteorgaanilisel kujul, olles tekkinud vulkaanipursete tagajärjel ja ilmastiku toimel kividest. Peamiselt leidub teda ühendites koos tsingiga (Zn) ning vähemal määral ka plii (Pb) ja vasega (Cu). Seega on tegemist antud elementide metallurgia paratamatu kaasaadusega. Kaadmiumi kasutatakse mitmetes tehnilistes rakendustes ning see pääseb keskkonda teiste metallide sulatamisel, fossiilsete kütuste põletamisel, jäätmete põletamisel ning fosfaatide ja kanalisatsioonijääkide kasutamisel väetamiseks.

Esinemine toidus

Enamik mittediitsetavatest inimestest puutub kaadmiumiga kokku toidu tarbimise teel (ligikaudu 90%). Suitsetajate kehadel on kaks korda suurem koormus kui mittediitsetajatel. Suurem osa kokkupuutest kaadmiumiga toidu kaudu toimub läbi teraviljade ja teraviljatoodete, köögiviljade, pähklite ja kaunviljade, tärkliseliste juurviljade, kala, muude mereandide ja seente.

Mõju keskkonnale ja tervisele

Kaadmiumiga kokkupuute suhtes eriti ohustatud liigid on taimtoidulised kariloomad (veised) ja vihmaussid. Veekeskkonnas akumuleerub kaadmium limustes, vähilistes ja kalades. Seejuures on avastatud, et mageveeorganismid on kaadmiumi suhtes tundlikumad kui mereorganismid. Kehasse imendunud kaadmium eraldub väga aeglaselt, selle bioloogiline poolestusaeg on hinnanguliselt 10–30 aastat. Kokkupuudet kaadmiumiga seostatakse nefrotoksilisuse, osteoporoosi, neurotoksilisuse, kantserogeensuse, genotoksilisuse, teratogeensuse ning sisesekreetsiooni ja viljakuse kahjustamisega. Uuemad andmed inimese kokkupuute kohta kaadmiumiga on statistiliselt näidanud suurenenud vähiriski näiteks kopsus, emakalimaskestas, põies ja rindades.

Soovitused

Kaadmiumi lubatud nädaladoos on 2,5 µg / kg kehakaalu kohta nädalas ja lubatud päevadoos 0,4 µg / kg kehakaalu kohta päevas.



Elavhõbe

Keemilised omadused

Elavhõbe (Hg) satub keskkonda mitmetest looduslikest allikatest (vulkaaniline tegevus) ja ka inimtekkelistest allikatest. Kõige otsesemad allikad, kust elavhõbe liigub vette, on hambaamalgaami kasutamine, kloorleeliste tööstus ja elektrijaamad, must ja värviline metallurgia, jäätmekäitlus, akud, mõõte- ja juhtseadmed (nt termomeetrid), lambid, elektroonika, laborikeemia ja ravimid, kulla ja hõbeda utiliseerimine, paberi või kilekatte kasutamine fotograafias, fossiilsete kütuste põletamine elektrijaamades, krematooriumid ning tsingi (Zn) ja vase (Cu) tootmine. Elavhõbedaallikatest on suurima tähtsusega paiskumine atmosfääri ja sadestumine, mis on pikamaatranspordi tõttu ühtlasi suurim keskkonnoaht isegi väga kaugel saasteallikatest. Metüülelavhõbe tekib looduslikult peamiselt mageveekogudes ja merekeskkondades.

Esinemine toidus

Elavhõbedat leidub toidus laialdaselt, kuid kõige mürgisemat metüülelavhõbedat leidub olulisel määral ainult kala- ja mereannitoodetes. Kokkupuude muudest toiduallikatest pärit elavhõbedaga, mis ei ole pärit kalast või mereandidest, ei ole selles kontekstis oluline, kuna esimesed sisaldavad mitteorgaanilist elavhõbedat ega põhjusta kokkupuudet metüülelavhõbedaga. Elavhõbe võib organismides akumulereuda toiduahela kaudu, kuid ka läbi sissehingamise.

Mõju keskkonnale ja tervisele

Toidus peetakse anorgaanilist elavhõbedat märkimisväärselt vähem toksiliseks kui metüülelavhõbedat. Metüülelavhõbe on närvisüsteemile erakordselt mürgine ning kõige tundlikum elund seda tüüpi toksilisusele on arenev aju. Samuti võib metüülelavhõbe kahjustada neerusid, põhjustada depressiooni, ärrituvust, mäluhäireid ja spasme.

Soovitused

Metüülelavhõbeda provisoorne lubatud nädaladoos (PTWI) on 1,3 µg / kg kehakaalu kohta nädalas.



Plii

Keemilised omadused

Keskkonnas leidub looduslikku pliid (Pb), kuid plii tööstuslik kasutamine (nt kaevandamine, sulatamine, töötlemine, kasutamine toruliidetes ja -sulamites, pigmentides, akudes, keraamikas, elektri- ja soojatootmisel jne) on toonud kaasa pliioguse suurenemise maapinnas, vees ja õhus. Plii sattumise eest keskkonda vastutavad jäätmeprületite heitmed ja minevikus kasutust leidnud etüleeritud kütused.

Esinemine toidus

Inimene võib puutuda kokku pliiga toidu, vee, mulla, tolmu ja õhu kaudu. Keskkonnas domineerib anorgaaniline plii orgaanilise plii üle. Euroopa tavakodaniku kõige suuremad kokkupuuteallikad pliiga on teraviljatooted, seejärel kartulid, teravili (välja arvatud riis) teraviljal põhinevad segatoidud, lehtköögiviljad ja kraanivesi.

Mõju keskkonnale ja tervisele

Plii imendub lastes paremini kui täiskasvanutes ning plii akumulereb pehmetesse kudedesse, sealhulgas maksa ja neerudesse. Vanuse suurenedes võib see samuti akumulereuda luukoes. Plii mõjutab praktiliselt iga süsteemi inimkehas, sealhulgas verd, südame-veresoonkonda, neeru-, endokriin-, seedimis-, immuunsüsteemi ning suguelundeid. Sellegipoolest on kõige ohtlikum plii sihtmärk kesknärvisüsteem, eriti arenev aju. Pliid on klassifitseeritud kantserogeenseks.

Soovitused

CONTAM-i ekspertkomisjon otsustas, et praegune provisoorne lubatud nädaladoos 25 µg / kg kehakaalu kohta nädalas ei ole enam sobiv, kuna puuduvad tõendid, et plii poolt esilekutsutud toimed on lävitase (EFSA Journal 2010).



Arseen

Keemilised omadused

Arseeni (As) leidub paljudes metallirohketes geoloogilistes materjalides ning arseeni saadakse vase (Cu), plii (Pb), koobalti (Co) ja kulla (Au) tootmise kõrvalsaadusena. Inimtegevuse tulemusena satub keskkonda arseeni tänu nii tööstuse heidetele, värviliste metallide kaevandamisele ja sulatamisele ning metallitööstusele kui ka energia tootmisele fossiilsetest kütustest ja väetistest.

Esinemine toidus

Peamine viis, kuidas arseen jõuab maapinnal asuvate lehtköögiviljadeni, on otsese sadestumise kaudu atmosfäärist, samas juurviljadesse jõuab arseen nii maapinnast kui ka atmosfäärist sadestudes. Maapinnast pärit toidutooted sisaldavad kokku madalates kontsentratsioonides arseeni, kuid neis on suurem osakaal anorgaanilist arseeni. Tavalise Euroopa kodaniku puhul on tehtud kindlaks, et päevasest kokkupuutest anorgaanilise arseeniga moodustab enamiku toit järgmistest rühmadest: teraviljad ja teraviljatooted, eriotstarbeks mõeldud dieettoidud (vetikad), pudelivesi, kohv ja õlu, riis ja riisitooted, kala, köögiviljad (juurviljad) ja seened. Arseeni on samuti tuvastatud lihas, kanas, mahlakontsentratsioonides ning piimatoodetes. Avaldatud andmete põhjal võib väita, et ülemaailmselt on toiduainetest kõige suurema arseenisisaldusega kala ja kalatooted ning mereannid koos vetikatega.

Mõju keskkonnale ja tervisele

Arseen võib esineda erinevatel anorgaanilistel ja orgaanilistel kujudel, millest esimesed on rohkem toksilised. Anorgaaniline arseen on inimeste puhul klassifitseeritud kantserogeenseks. Anorgaanilise arseeni manustamisega seotud kahjulikud mõjud inimeste puhul on nahakahjustused, vähk, arengutoksilisus, neurotoksilisus, südame-veresoonkonna haigused, glükoosi metabolismi häired ja diabeet. Neurotoksilisust on raporteeritud peamiselt ägeda kokkupuute korral tahtliku mürgistuse või enesetapu ja kõrge arseenikontsentratsiooniga joogivee puhul. Tõestusmaterjal pole täielik südame-veresoonkonna haiguste (gangreen, perifeerne vaskulaarne haigus, müokardi infarkt ja insult) ja diabeedi esinemise kohta nendes piirkondades, kus on suhteliselt vähene kokkupuude anorgaanilise arseeniga.

Soovitused

Suukaudne lubatav päevadoos on määratud 1 µg / kg-le kehakaalu kohta päevas.



Polübroomitud difenüüleetrid

Keemilised omadused

Polübroomitud difenüüleetrid (PBDE-d) on rühm broomitud süsivesinikke, mille põhistruktuur koosneb kahest fenüülrühmast, mida seob hapniku aatom. Kokku on võimalik luua 209 PBDE-ühendit, mida eristab kahes fenüülrühmas esineva broomi aatomi arv ja asend. Kolme PBDE-ühendi – penta-BDE (koos ühenditega -28, -47, -99 ja -154), okta-BDE (koos ühenditega (-183 ja -203) ja deka-BDE (koos ühendiga -209) – tööstuslikku kasutust on turustatud erinevate kaubamärkide all. PBDE-sid kasutatakse lisainetena leegiaeglustites, mille kontsentratsioon on 5–30 massiprotsenti plastis, tekstiilis, elektroonikakorpustes ja trükiplaatides. PBDE-d esinevad kõikjal keskkonnas ning samuti ka elustikus, toidus ja söödas.

Esinemine toidus

Peamine PBDE-sid sisaldav toitumise kategooria on kala ja muud mereannid (kaasa arvatud kahepaiksed, roomajad, teod ja putukad), sellele järgneb liha ja lihatooted (kaasa arvatud söödav rups), loomsed ja taimsed rasvad ja õlid, piim ja piimatooted ning muna ja munatooted. Ühendi BDE-209 tase on kõrgeim kõigis tootegruppides peale kala ja muude mereandide. Beebi- ja väikelaste toidus on kõige kõrgem ühendi BDE-47 tase.

Mõju keskkonnale ja tervisele

PBDE-d võivad koguneda veres, rinnapiimas ja rasvkoos. PBDE-d võivad põhjustada maksa- ja närvikahjustusi ning nad häirivad hormoonasakaalu.

Soovitused

Tingituna piirangutest ning PBDE andmebaaside ebatäpsustest, pole Euroopas TDI piirnormid sobivad.



Perfluoritud ühendid: perfluorooktaan-sulfonaadid ja perfluorooktaanhape

Keemilised omadused

Perfluoroalküülitud ained (PFAS-id) on üldnimetus suurele fluoritud ühendite rühmale, kuhu kuuluvad oligomeerid ja polümeerid, mis koosnevad neutraalsetest ja anioonsetest pindaktiivsetest ainetest ning mis on suure termilise, keemilise ja bioloogilise inertsusega. Orgaanilised perfluoritud ühendid leiavad laialdast kasutust tööstuslikes ja tarbijale mõeldud rakendustes, näiteks pleki- ja veekindlad katted kangastele ja vaipadele, toiduga kokkupuutumiseks sobivad rasvakiindlad katted pabertoodetele, tulekustutusvahud, kaevandus- ja naftapuuraudude pindaktiivsed ained, põrandapoleerimisvahendid ja putukatõrjevahendite koostis.

Esinemine toidus

Inimese kokkupuude PFAS-i ühenditega, ka perfluorooktaan-sulfonaatide (PFOS) ja perfluorooktaanhappega (PFOA), toimub tõenäoliselt mitmel eri moel: toiduks mittemõeldud ainete allaneelamisel, kokkupuutel nahaga ning sissehingamisel. On tõestatud, et PFOS-il on võime bioakumuleeruda kalas ja muudes mereandides, linnulihas, lihas, puuviljades, köögiviljades, munades, piimas ja piimatoodetes. Teised kokkupuuteviisid on seotud toidu pakendimaterjaliga, kööginõudega ning otsese tehnatasandi kokkupuutega (nt majapidamistolm).

Mõju keskkonnale ja tervisele

On leitud, et PFC-ühendid on kantserogeensed ning need võivad kahjustada immuun- ja hormonaalsüsteeme. Samuti suurendavad need anoreksia, verevähi, kõrge kolesteroolitaseme, hüperaktiivsuse ja maksakahjustuste ohtu.

Soovitused

CONTAM-i ekspertkomisjon on määranud PFOS-i lubatud päevadoosi 0,15 µg / kg-le kehakaalu kohta päevas ja PFOA jaoks 1,5 µg / kg-le kehakaalu kohta päevas. PFOS on loetletud Stockholmi konventsioonis.



Mükotoksiinid

Keemilised omadused

Mükotoksiinid on seente ainevahetuse teiseseid saadused. Mükotoksiine on mitut eri tüüpi, näiteks aflatoksiinid, ohratoksiinid ja fusarium-toksiinid. Aflatoksiinid võivad esineda toidus ja söödas hallitusega saastumise tõttu, peamiselt *Aspergillus flavus* ja *A. Parasiticus* mõjul. Ohratoksiin A (OTA) on mükotoksiin, mida toodavad mitmed seeneliigid perekondades *Penicillium* ja *Aspergillus*. Mitmed mullas laialdaselt levinud seened perekonnast *Fusarium* on olulised taimepatogeenid, kasvades põllul viljataimedel ning tootes mitmeid erinevaid mükotoksiine trihhotetseenide rühmast (T-2 toksiin, HT-2 toksiin ja desoksünivalenool (DON)).

Esinemine toidus

Aflatoksiinid tekivad soojade ja niiskete tingimuste korral. Kõige suurema tõenäosusega saastavad need pähklipuude vilju (mandlid, sarapuupähklid, pistaatsiapähklid, parapähklid, india pähklid, kreeka pähklid ja pekaanipähklid), maapähkleid (arahhis), viigimarju ja muid kuivatatud puuvilju, vürtse, toor-taimeõli, kakaoube ja maisi. Ohratoksiin võib saastada toiduaineid nagu teraviljad ja teraviljatooted, aedviljad, kohv, õlu, viinamarjamahl, rosinad ja vein, samuti kakaotooted, pähklid ja vürtsid. Fusarium-toksiine võib leida mitmetes teraviljades (nisu, mais, oder, kaer ja rukis) ning töödeldud teraviljas (linnased, õlu ja leib). Mükotoksiinide teket võivad mõjutada vilja küpsemine, poolkuivade teraviljade konserveerimine, muude toiduainete konserveerimine ning toidu hoiustamine.

Mõju keskkonnale ja tervisele

Aflatoksiin B1 on genotoksiline ja kantserogeenne ning üha kasvav tõendusmaterjal näitab, et see mõjutab ka immuunsüsteemi, toitumist ja kasvamist. On tõestatud, et OTA-d on kantserogeensed, nefrotoksilised, teratogeensed, immunotoksilised ja võimalik, et ka neurotoksilised ja genotoksilised. Fusarium-toksiinid (DON, T-2 toksiin ja HT-2) on toksilised kõigile loomaliikidele ja ka inimestele. On leitud, et need mõjutavad rakkude proliferatsiooni apoptoosi (ka luuüdi rakkude oma – vereloome pärssimine) ja mõjuga immuunsüsteemi rakkudele (lümfoidide ammendumine) on võimalik seletada süsteemset mürgistust pärast toksiiniga kokkupuutumist toidu kaudu. DON-i akuutset/subakuutset toksilisust iseloomustab oksendamine (oksendamist on täheldatud sigadel, kusjuures viivitusega mao tühjenemist on esinenud ka rottidel ja hiirtel), toidust keeldumine, kaalukaotus ja kõhulahtisus.

Soovitused

OTA puhul on lubatav päevadoos alla 5 ng / kg kehakaalu kohta päevas.

Fusarium-toksiini (DON) puhul on provisoorne maksimaalne lubatav päevadoos 1 µg / kg kehakaalu kohta päevas, mis põhineb täheldatava toimeteta doosil (NOEL) 100 µg / kg kehakaalu kohta päevas.

T-2 ja HT-2 toksiinide summaarne lubatav päevadoos on määratud 0,1 µg / kg-le kehakaalu kohta päevas.



Glükoalkaloidid

Keemilised omadused

Glükoalkaloidid on rühm lämmastikku sisaldavaid ühendeid, mida toodavad looduses mitmed kultuur- ja dekoratiivtaimed perekonnast *Solanaceae*. Sellesse suurde taimeperekonda kuuluvad laialdaselt tarbitavad köögiviljad kartul, tomat, baklažaan ja pipar. *Solanaceae* perekonda kuuluvate mittesöödavate taimede hulka kuuluvad tubakas, petuunia ja harilik maavits. Glükoalkaloide sünteesivad taimed ise, et kaitsta end haiguste ja putukate eest.

Sattumine toiduainetesse

α -kakoniini ja α -solaniini leidub looduslikult kartulites (*Solanum tuberosum*) ja teistes *Solanaceae* perekonda kuuluvates taimedes. Solaniini esineb ka õuntes, paprikates, kirssides, suhkrupedis ja tomatites. Kartulid, mis on põllul või hoiustamisel puutunud kokku valgusega, muutuvad klorofüllil kogunemise tõttu roheliseks. Roheliseks muutumine võib toimuda ainult kartuli pinnal (kooses) või see võib ulatuda kartuli sisemusse. Kokkupuude valgusega ongi üks teguritest, mis kutsub kartulitel esile stressi. Alfa-solaniin ja alfa-kakoniin annavad kartulile kibeda maitse. Nendel looduslikel toksiinidel (stressi metaboliidid) on putuka- ja seentevastane toime.

Mõju keskkonnale ja tervisele

Suurtes kogustes tarbituna on glükoalkaloidid inimestele mürgised. Nad võivad esile kutsuda mitmeid eri sümptomeid seede- ja närvisüsteemis: seedekulga haavandid, limaskesta kahjustused, verejooksud, kõhuvalud, kõhukinnisus, kõhulahtisus, apaatia, unisus, ataksia, müasteenia, krambid, kontrollimatu urineerimine, halvatus, kooma, hingamisseiskus, iiveldus, oksendamine, valu kõhuõõnes, kõrvetustunne kurgus, peavalu, peapööritus, palavik, tajuvõime halvenemine, hallutsinatsioonid ja alajahtumine. Arvatakse, et suurtes kogustes kartulite söömine raseduse ajal mõjutab loote arengut.

Soovitused

Glükoalkaloidide lubatavat päevadoosi ei ole hetkel määratletud.



Nitraadid / Nitritid

Keemilised omadused

Nitraadid on looduses esinevad ühendid, mis on osa lämmastiktsüklist; samuti on nitraadid heakskiidetud toidulisand.

Sattumine toiduainetesse

Nitraadid tekivad looduslikult nii elavates kui lagunevates taimedes ja loomades (ka inimestes). Inimese kokkupuude nitraatidega toimub peamiselt läbi köögiviljade tarbimise, vähemal määral ka vee ja teiste toitude kaudu. Nitraate tekib ka kehas eneses. Seevastu nitraatide metaboliitide nitrititega puutub inimene kokku nitraatide muundamise tulemusena. Nitraate kasutatakse ka põllumajanduses väetisena, et asendada traditsioonilise loomasõnniku kasutamist, ning toidutöötlemises heakskiidetud toidulisandina.

On tõestatud, et mõnedes köögiviljades (ennekõike lehtköögiviljades) on suhteliselt kõrge nitraatide kontsentratsioon, kuid selle tagajärjed toiduohutusele ei ole teada (tammelehesalat, rukola jne). Samas tuleb esile tuua ka seda, et mõningates lehistes taimedes (münt, pune ja aed-liivatee) on kõrge nitraadikontsentratsioon, kuid teisest küljest tarbitakse neid ainult väikestes kogustes. Teised nitraate sisaldavad toiduained on tomat, kartul, baklažaan, liha, juust, seller, salat, spinat, peet, redis, rukola, hiina kapsas, till, nuikapsas, petersell, porrulauk, kapsas, kaalikas, porgand, lillkapsas, kurk, kõrvits, seened, sibul, küüslauk, marjad, puuviljad, teraviljad ja aedviljad.

Mõju keskkonnale ja tervisele

Iseenesest on nitraadid suhteliselt vähemürgised, kuid nitraatide olulisust tõstavad nende saadused (nitritid, lämmastikoksiid ja N-nitroso-ühendid), mis võivad avaldada tervisele kahjulikku mõju. Teisest küljest on uusimad uuringud näidanud, et nitrititeks muundumisele on maos oluline mikroobivastane mõju. On teada, et nitraatide toksilisus on madal. Methemoglobiini modifitseerimise tulemusena väheneb hapniku sidumisvõime.

Soovitused

Nitraatide aktsepteeritav päevadoos (ADI) on määratud 3,7 mg / kg-le kehakaalu kohta päevas (EFSA Journal 2008).

Vastavalt US EPA-le on nitraatide lubatav päevadoos 1,6 mg / kg kehakaalu kohta päevas ja nitritite lubatav päevadoos 0,1 mg / kg kehakaalu kohta päevas.