

Eviran julkaisuja 2/2013

Elintarvikkeiden ja talousveden kemialliset vaarat



Eviran julkaisuja 2/2013

Elintarvikkeiden ja talousveden kemialliset vaarat

Uudistettu painos

12.2.2014



Seuraavat asiantuntijat ovat osallistuneet raportin kirjoittamiseen:

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira

- Anja Hallikainen, päätoimittaja
- Marika Jestoi
- Tomi Kekki
- Pertti Koivisto
- Pirkko Kostamo
- Tiia Mäkinen
- Riitta Rannikko
- Johanna Suomi

Helsingin Yliopisto

- Raimo Pohjanvirta

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT)

- Veli Hietaniemi

Maa- ja metsätalousministeriö (MMM)

- Liisa Rajakangas

Suomen ympäristökeskus (SYKE)

- Harri Kankaanpää

Säteilyturvakeskus (STUK)

- Päivi Kurttio
- Tuukka Turtiainen

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL)

- Riikka Airaksinen
- Hannu Kiviranta
- Hannu Komulainen
- Panu Rantakokko
- Matti Viluksela

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes)

- Juha Laakso

Tullilaboratorio

- Kirsti Nuotio
- Kalevi Siivinen

Lisäksi lukuisa joukko muita asiantuntijoita on kommentoinut raporttia.

Kuvailulehti

Julkaisija	Elintarviketurvallisuusvirasto Evira
Julkaisun nimi	Elintarvikkeiden ja talousveden kemialliset vaarat
Tekijät	Anja Hallikainen, Marika Jestoi, Tomi Kekki, Pertti Koivisto, Pirkko Kostamo, Tiia Mäkinen, Riitta Rannikko, Johanna Suomi, Raimo Pohjanvirta, Veli Hietaniemi, Liisa Rajakangas, Harri Kankaanpää, Päivi Kurttio, Tuukka Turtiainen, Riikka Airaksinen, Hannu Kiviranta, Hannu Komulainen, Panu Rantakokko, Matti Viluksela, Juha Laakso, Kirsti Nuotio ja Kalevi Siivinen
Tiivistelmä	<p>Elintarvikkeiden ja talousveden kemialliset vaarat kuvataan nyt uusitussa muodossa. Raportissa käsitellään 40 vierasainetta tai -ryhmää, ja saadaan samalla kertaa kuva koko ongelmakentästä. Kaikki raporttiin valitut kemialliset yhdisteet ovat olleet viime vuosina mukana elintarvikkeiden ja/tai talousveden riskinhallintaa käsittelevissä valmisteluissa tai toimenpiteissä sekä kansallisella että EU-tasolla. Kemiallisista vaaroista oli suurimmasta osasta runsaasti tietoa saatavilla: esiintyminen elintarvikkeissa, tutkimukset ja saantilaskelmat, terveydelliset haittavaikutukset ja valvontaan liittyvät tarpeet ja lopuksi kattavat kirjallisuuskatsaukset.</p> <p>Yhteensä 21 suomalaista kutsuttua vierasaineasiantuntijaa on ollut mukana eri sektoritutkimuslaitoksista tämän raportin sisällön kirjoittamis- ja tarkistamistyössä. Lisäksi suuri joukko muita asiantuntijoita on kommentoinut raporttia. Asiantuntijat ovat eri hallinnonaloilta, ja osa aiheistakin ja niihin liittyvistä vierasaineista, kuten talousveden vierasaineet, kuuluvat hallinnollisesti muihin kuin maa- ja metsätalousministeriön alaisiin asiantuntijalaitoksiin. Tämä raportti on tehty mahdollisimman laajalle käyttäjäkunnalle ottaen huomioon viranomaiset sekä kuluttajat ja opetus- ja tutkimuslaitokset.</p> <p>Raportti on tehty helpokäyttöiseksi ja mahdollisimman selkeäksi ja lyhytsanaiseksi monine taulukkoineen ja kuvineen. Tarkoitus on, että siitä löytyy helposti eri vierasaineiden ominaisuuksia, joita voi tarvittaessa vertailla. Siitä voi etsiä uusimmat tutkimustulokset ja kansainväliset riskinarvioinnit sekä löytää vierasaineiden pitoisuustietoja etenkin kotimaisista elintarvikkeista. Arvioituja vierasainesääntöjä voi verrata vierasaineille asetettuihin siedettäviin enimmäissääntöihin tai vaikkapa verrata näitä turvallisuutta kuvaavia suureita eri vierasaineiden kesken.</p> <p>Valvontaviranomaiset voivat löytää lisäksi nopeasti tietoa lainsäädännöstä ja suositelluista valvontatoimenpiteistä. Valvontaan ja muuhun riskinhallintaan liittyvät ehdotukset ovat syntyneet yhteistyössä valvonnasta vastaavien Eviran asiantuntijoiden kanssa.</p>
Julkaisu-aika	Syyskuu 2013
Asiasanat	Vierasaine, esiintyminen elintarvikkeissa ja talousvedessä, pitoisuus, saanti, lainsäädäntö, valvonta
Julkaisusarjan nimi ja numero	Eviran julkaisuja 2/2013
Sivuja	150
Kieli	Suomi, Ruotsi
Luottamuksellisuus	Julkinen
Julkaisun kustantaja	Elintarviketurvallisuusvirasto Evira
Taitto	Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, Virastopalveluyksikkö
ISSN / ISBN	1797-299X / 978-952-225-121-3 (pdf)

Beskrivning

Utgivare	Livsmedelssäkerhetsverket Evira
Publikationens titel	De kemiska kontaminanterna förknippade med livsmedel och dricksvatten beskrivs
Författare	Anja Hallikainen, Marika Jestoi, Tomi Kekki, Pertti Koivisto, Pirkko Kostamo, Tiia Mäkinen, Riitta Rannikko, Johanna Suomi, Raimo Pohjanvirta, Veli Hietaniemi, Liisa Rajakangas, Harri Kankaanpää, Päivi Kurttio, Tuukka Turtiainen, Riikka Airaksinen, Hannu Kiviranta, Hannu Komulainen, Panu Rantakokko, Matti Viluksela, Juha Laakso, Kirsti Nuotio och Kalevi Siivinen
Resumé	<p>De kemiska kontaminanterna förknippade med livsmedel och dricksvatten beskrivs nu i förnyad form. Rapporten behandlar 40 främmande ämnen eller grupper av främmande ämnen och ger samtidigt en bild av hela problemfältet. Alla kemiska föreningar som valts med i rapporten har på senare år tagits med i beredningar och åtgärder som gällt riskhantering i fråga om livsmedel och/eller dricksvatten såväl på nationell nivå som på EU-nivå. Om största delen av de kemiska farorna fanns tillgång till rikliga mängder information: förekomsten i livsmedel, analyser och intagsberäkningar, skadeverkningarna på hälsan och behov som hänför sig till tillsynen och slutligen också täckande litteraturöversikter.</p> <p>Inalles 21 in kallade finska experter på främmande ämnen från forskningsanstalter i olika sektorer har deltagit i arbetet med att skriva och granska innehållet i denna rapport. En stor mängd andra experter har också kommenterat rapporten. Experterna representerar olika förvaltningsområden och också en del av ämnena som behandlats och de främmande ämnena som hänför sig till dem, såsom främmande ämnen i dricksvattnet, hör förvaltningsmässigt till andra expertinstitut än de som är underställda jord- och skogsbruksministeriet. Denna rapport har utarbetats för en så bred skara läsare som möjligt beaktande såväl myndigheterna och konsumenterna som undervisnings- och forskningsanstalter.</p> <p>Rapporten har gjorts lätt att använda och så tydlig och kortfattad som möjligt med mångahanda tabeller och figurer. Meningen är att rapporten skall ge information om olika främmande ämnens egenskaper som vid behov kan jämföras. Rapporten redogör för de senaste forskningsresultaten och internationella riskvärderingar och den ger också information om halterna främmande ämnen särskilt i inhemska livsmedel. De beräknade intagen främmande ämnen kan jämföras med de tolerabla dagliga intagen som fastställts för främmande ämnen eller också kan dessa storheter som beskriver säkerheten jämföras olika främmande ämnen emellan.</p> <p>Tillsynsmyndigheter kan också snabbt finna information om lagstiftningen och rekommenderade tillsynsåtgärder. Förslagen som hänför sig till tillsynen och annan riskhantering har uppkommit i samarbete med de experter på Evira som svarar för tillsynen.</p>
Utgivningsdatum	September 2013
Referensord	Främmande ämne, förekomst i livsmedel och i hushållsvatten, halt, intag, lagstiftning, tillsyn
Publikationsseriens namn och nummer	Eviras publikationer 2/2013
Antal sidor	150
Språk	Finska, Svenska
Konfidentialitet	Offentlig handling
Förläggare	Livsmedelssäkerhetsverket Evira
Layout	Livsmedelssäkerhetsverket Evira, Enheten för ämbetsverkstjänster
ISSN / ISBN	1797-299X / 978-952-225-121-3 (pdf)

Description

Publisher	Finnish Food Safety Authority Evira
Title	The chemical contaminants of foodstuffs and household water
Authors	Anja Hallikainen, Marika Jestoi, Tomi Kekki, Pertti Koivisto, Pirkko Kostamo, Tiia Mäkinen, Riitta Rannikko, Johanna Suomi, Raimo Pohjanvirta, Veli Hietaniemi, Liisa Rajakangas, Harri Kankaanpää, Päivi Kurttio, Tuukka Turtiainen, Riikka Airaksinen, Hannu Kiviranta, Hannu Komulainen, Panu Rantakokko, Matti Viluksela, Juha Laakso, Kirsti Nuotio and Kalevi Siivinen
Abstract	<p>The chemical contaminants of foodstuffs and household water are now described in a revised form. The report addresses 40 contaminants or groups of contaminants and, at the same time, provides an overview of the whole problematic. All the chemical compounds selected for the report have in the recent years been included at both national and EU level in deliberations and measures pertaining to the risk management of foodstuffs and/of household water. An abundance of information is available on the majority of chemical hazards; occurrence in foodstuffs, research and intake calculations, health effects and needs related to control and finally a comprehensive literary review.</p> <p>A total of 21 Finnish experts in contaminants from various sector research institutes were invited to take part in the preparation and review of the content of this report. A large number of other experts have also provided comments on the report. The experts represent different administrative sectors and some of the topics and of the associated contaminants, such as the contaminants of household water, are also administratively managed by other expert institutes, which are not organised under the Ministry of Agriculture and Forestry. This report is designed to an as wide audience as possible, taking into account authorities and consumers as well as educational and research institutes.</p> <p>The report has been drawn up in an easy-to-use form to be as clear and concise in words as possible with a multitude of tables and figures. It is designed to provide easy reference to the properties of various contaminants for comparison purposes, if required. It contains the most recent research results and international risk assessments and lists contaminant level data on particularly domestic foodstuffs. The estimated contaminant intakes can be compared with the tolerable intake levels set for contaminants or different contaminants can be compared with each other in terms of these magnitudes that express the safety of the foodstuff.</p> <p>Control authorities can quickly find information about regulations and recommended control action. The suggestions related to control and other risk management efforts have been drawn up in cooperation with Evira's experts in charge of control.</p>
Publication date	September 2013
Key words	Contaminant, occurrence in foodstuffs and in water for household consumption, level, intake, regulations, control
Name and number of publication	Evira publications 2/2013
Pages	150
Language	Finnish, Swedish
Confidentiality	Public
Publisher	Finnish Food Safety Authority Evira
Layout	Finnish Food Safety Authority Evira, In-house Services
ISSN / ISBN	1797-299X / 978-952-225-121-3 (pdf)

Sisällys

1 Johdanto.....	9
2 Kadmium ja lyijy.....	11
2.1 Kadmium (Cd).....	12
2.2 Lyijy (Pb).....	16
3 Elohopea (Hg).....	20
4 Arseeni (As).....	24
5 Alumiini (Al).....	27
6 Epäorgaaninen tina (Sn).....	31
7 Dioksiinit, furaanit ja polyklooratut bifenyylit.....	34
7.1 Dioksiinit ja furaanit (PCDD/F).....	34
7.2 Polyklooratut bifenyylit (PCB).....	38
8 Polybromatut palontorjunta-aineet.....	42
9 Orgaaniset tinayhdisteet.....	45
10 Perfluoratut alkyyliaineet (PFAS).....	50
11 Homemyrkyt.....	52
11.1 Aflatoksiinit B1, B2, G1, G2 ja M1.....	54
11.2 Okratoksiini A (OTA).....	57
11.3 Deoksinivalenoli (DON).....	61
11.4 T-2- ja HT-2-toksiini.....	64
11.5 Zearalenoni (ZEA).....	66
11.6 Fumonisiinit.....	69
11.7 Patuliini.....	72
11.8 Muut mykotoksiinit.....	74
12 Ergot alkaloidit.....	76
13 Nitraatti.....	78
14 Glykoalkaloidit.....	82
15 Gyromitriini.....	85
16 Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH).....	87
17 Akryyliamidi.....	93
18 Furaani.....	96
19 Biogeeniset amiinit.....	99
20 Heterosykliset aromaattiset amiinit (HAA).....	103
21 3-Monoklooripropaani-1,2-dioli (3-MCPD).....	105
22 Radioaktiiviset aineet elintarvikkeissa.....	108
23 Radioaktiiviset aineet talousvesissä.....	113
24 Kasviplanktonin tuottamat myrkyt eli fykotoksiinit.....	118
25 Talousveden vieraat aineet.....	123
25.1 Vesilaitosten vedenpuhdistuksen ja desinfioinnin sivutuotteet.....	124
25.2 Vesijohtoverkoston materiaaleista veteen liukenevat aineet.....	127
25.3 Ympäristökontaminantit juomavedessä.....	129

26 Kaivoveden vieraat aineet.....	133
27 Pakkausmateriaalien ainesosat.....	139
27.1 Ftalaatit.....	142
27.2 Bisfenoli A.....	144
27.3 BADGE (Bisfenoli A:n diglysidyylietteri).....	145
28 Kasvinsuojeluaineet.....	146

Lyhenteitä ja käytettyjä termejä

- ADI = Hyväksyttävä päivittäinen saanti (Acceptable Daily Intake) elinikäisen altistumisen yhteydessä
- ARfD = Akuuttia toksisuutta kuvaava referenssiarvo (Acute Reference Dose)
- Bq = Radioaktiivisuuden yksikkö becquerel, joka kuvaa radioaktiivisen aineen ydinmuutosten lukumäärää sekunnissa.
- EFSA = Euroopan Elintarviketurvallisuusviranomainen (European Food Safety Authority)
- FAO = Maailman elintarvikejärjestö (Food and Agriculture Organization)
- FDA = Yhdysvaltain elintarvike- ja lääkevirasto (Food and Drug Administration)
- FDE = FoodDrinkEurope = Euroopan elintarvike- ja juomateollisuuden edustusorganisaatio
- IARC = WHO:n alainen kansainvälinen syöväntutkimuskeskus (International Agency for Research on Cancer)
- JECFA = WHO:n alainen lisä- ja vierasaineasiantuntijaelin (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives)
- MOE = Margin of Exposure = Koe-eläimille aiheuttavan haittavaikutuksen altistumistason ja ihmisen keskimääräisen altistumistason välinen suhde
- MRL = Suurin sallittu enimmäismäärä (Maximum Residue Level)
- PMTDI = Väliaikainen korkein siedettävä päivittäinen saanti (Provisional Maximum Tolerable Daily Intake)
- PTWI = Väliaikainen korkein siedettävä viikoittainen saanti (Provisional Tolerable Weekly Intake)
- PTMI = Väliaikainen korkein siedettävä kuukausisaanti
- rp = Ruumiinpaino (esim. $\mu\text{g}/\text{kg}$ rp/vrk = mikrogrammaa/kilogramma ruumiinpainoa/vuorokausi)
- SCF = EU:n elintarvealan tiedekomitea (Scientific Committee on Food)
- Sv = Sievert eli efektiivinen annos, jolla kuvataan säteilyn haitallisia vaikutuksia ihmiselle. Altistuminen yhden sievertin suuruiseksi annokseksi nostaa yksilön riskiä sairastua syöpään arviolta 5,5 prosenttiyksikköä.
- TDI = Siedettävä päivittäinen saanti (Tolerable Daily Intake) elinikäisen altistumisen yhteydessä
- TEQ = Toksisuudeltaan vastaava määrä myrkyllisintä dioksiinijohdosta (TCDD) (Toxic Equivalent)
- TWI = Siedettävä viikoittainen saanti (Tolerable Weekly Intake) elinikäisen altistumisen yhteydessä
- *Quantum satis* = ainetta saa käyttää hyvän valmistustavan mukaisesti
- WHO = Maailman terveysjärjestö (World Health Organization)

Mittayksiköitä	
1 mg (milligramma)	0,001 g (10^{-3} g)
1 μg (mikrogramma)	0,000001 g (10^{-6} g)
1 ng (nanogramma)	0,000000001 g (10^{-9} g)
1 pg (pikogramma)	0,000000000001 g (10^{-12} g)

1 Johdanto

Kenelle

Raportti elintarvikkeiden ja talousveden kemiallisista vaaroista on tarkoitettu käsi-kirjaksi vierasaineiden riskinhallinnassa työskenteleville henkilöille. Sille on käyttöä valvonnassa, riskinarvioinnissa, tutkimuksessa ja opetuksessa. Yhtä hyvin se sopii informaatioksi kuluttajalle, joka haluaa tarkempaa tietoa elintarvikkeiden sisältämistä vierasaineista kemiallisen kuormituksen vähentämiseksi ja tehdessään ostopäätöksiä.

Kenen toimesta

Riskiraportti (15/2010) on uusittu yhteistyössä yliopistojen ja tutkimuslaitosten vierasaineasiantuntijoiden kanssa. Monien raportissa jo olleiden vierasaineiden riskinarviointi ja sen mukana lainsäädäntö ovat uudistuneet. Valvontaan liittyviä johtopäätöksiä on myös katsottu uudistuneen lainsäädännön ja nykykäytännön näkökulmasta.

Raportin talousveden vierasaineita ja radioaktiivisia aineita koskevat osiot ovat kirjoittaneet Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) ja Säteilyturvakeskuksen (STUK) sekä Eviran asiantuntijat.

Formaatti

Raportti noudattaa tiettyä formaattia, jota kaikkien vierasaineiden kohdalla ei ole kuitenkaan voitu kirjaimellisesti noudattaa. Raportissa kerrotaan, minkälaisesta yhdisteestä on kysymys ja miten se on mahdollisesti päätenyt elintarvikeketjuumme. Kotimaisten tutkimusten perusteella voidaan myös kertoa, kuinka paljon vierasaineita esiintyy elintarvikkeissa, ja mitkä elintarvikkeet ovat saannin kannalta merkittäviä.

Saantilaskelmat

Saantilaskelmia eli miten paljon kuluttaja saa keskimäärin päivittäin vierasainetta elimistönsä on kerätty eri julkaisuista tai niitä on tehty tai uusittu raportin kirjoittamisen yhteydessä. Vain osa laskelmista on ehditty julkaista tieteellisissä lehdissä. Silti ne on päätetty ottaa mukaan raporttiin valaisemaan tämänhetkistä tilannetta Suomessa. Eräät saantilaskelmat ovat syntyneet suhteellisen helposti samassa yhteydessä, kun EFSA on pyytänyt jäsenvaltioilta koostettua tietoa elintarvikkeiden vierasainepitoisuuksista riskinarviointia varten.

Riskinarvioinnit

Useimpien vierasaineiden terveydellisistä haittavaikutuksista on tietoa tai riskinarvio joko EFSAsta ja/tai Maailman terveysjärjestö WHO:sta. Uusin turvallisuustieto on kirjattu tähän raporttiin. Riskinarvio kertoo yleensä vierasaineen aiheuttaman tärkeimmän haittavaikutuksen tai sairauden ja kuinka paljon päivittäin voi kyseistä vierasainetta saada ruumiin painokiloa kohti pitkäaikaisessa altistuksessa ilman terveydellistä haittavaikutusta. Myös niistä erityisryhmistä, jotka altistuvat keskimääräistä enemmän tai jotka ovat keskimääräistä herkempiä aineen vaikutuksille, kerrotaan tässä raportissa.

Lainsäädäntö

2000-luvulla uusiutunut vierasaineeseen liittyvä, erityisesti elintarvikelainsäädäntö on kirjattu raporttiin. Lainsäädäntöön liittyvät olennaisena osana suositukset ja ohjeet, joissa kiinnitetään huomiota siihen, miten pystytään vähentämään vierasaineen määriä elintarvikkeissa. Eräissä ongelmatilanteissa tutkimuksia ja tuontivalvontaa koordinoidaan EU:ssa.

Lainsäädäntöön liittyvässä numeroinnissa EY-lyhenne on vaihdettu EU:hun 1.12.2009 lähtien.

Valvonta

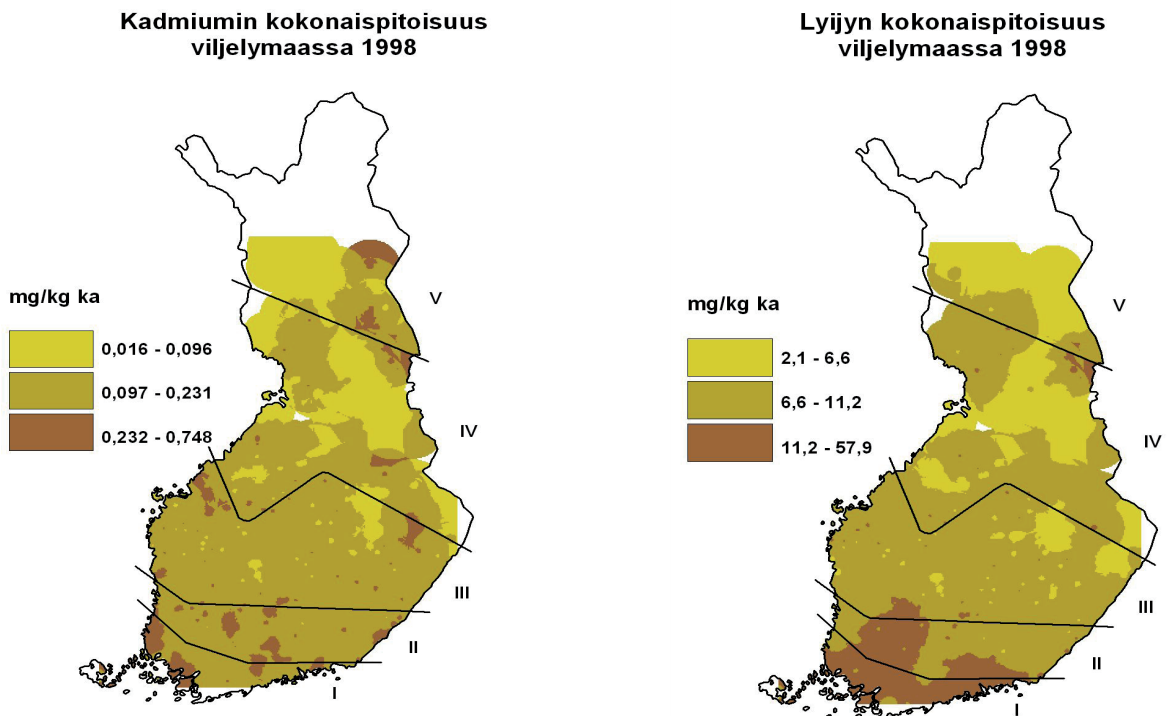
Valvonnan haasteita on pyritty käsittelemään vanhan raportin mukaisesti tietyin poikkeuksin pelloilta pöytäan periaatteella. Valvontaosuudessa on kiinnitetty huomiota, miten vierasaine pystytään ottamaan huomioon omavalvonnassa elintarvikkeiden valmistus-, kuljetus- ja myyntipaikoissa. Kun vaarat ilmenevät, niihin on mahdollista vaikuttaa ketjun eri kohdissa. Niissä vastuut omavalvonnassa painottuvat vierasaineiden vähentämistoimenpiteiksi tai ongelman kokonaan korjaamiseksi. Kuluttajalle ei anneta kovin paljon vastuuta. Kuitenkin kuluttajaa on syytä informoida tietyissä asioissa, varsinkin, jos lainsäädäntö tai valvonta puuttuu kyseisen aineen kohdalla. Valvonta-asetuksen (178/2002/EY) mukaan elintarvikkeet, jotka eivät täytä elintarvikkeen turvallisuutta koskevia vaatimuksia, on vedettävä välittömästi pois markkinoilta. Takaisinvetovelvoite on asetettu elintarvikealan toimijalle. Takaisinvetosuunnitelma tulee sisällyttää yrityksen omavalvontasuunnitelmaan. Evira on antanut yksityiskohtaiset toimintaohjeet takaisinvedoista ja ne löytyvät viraston internet-sivuilta.

2 Kadmium ja lyijy

Kadmium ja lyijy luokitellaan ympäristömyrkyiksi. Ne esiintyvät elintarvikkeissa epäorgaanisina suoloina. Niistä puhutaan usein samanaikaisesti, koska ne voidaan kemiallisesti mitata samasta näytteestä. Molemmat esiintyvät yleensä mikrogramma-pitoisuuksina elintarvikkeissa. Kummallekin on olemassa melko kattava lainsäädäntö, ts. niille on säädetty useissa elintarvikkeissa enimmäispitoisuusraja.

Kadmiumia ja lyijyä on myös tutkittu runsaasti, koska ne ovat terveydelle haitallisia aineita. Lyijy vaikuttaa keskushermostoon ja kadmium munuaisten toimintaan.

Lyijylle altistuminen on jatkuvasti vähentynyt, koska sen lisääminen bensiiniin on lähes kaikissa Euroopan maissa lopetettu. Viime vuosina myös kadmiumin käyttöä sen tärkeimmässä lähteessä, lannoitteissa ja paristoissa, on rajoitettu lainsäädännöllä.



Lähde:

Mäkelä-Kurtto, R., Eurola, M. & Laitonen, A. 2007. Monitoring programme of Finnish arable land Aqua regia extractable trace elements in cultivated soils in 1998 (Yhteenvedo: Viljelymaan seurantaohjelma Suomessa - Hivenalkuaineiden kokonaispitoisuudet pelto- maissa vuonna 1998). Agrifood Research Reports 104. 61 s.

2.1 Kadmium (Cd)

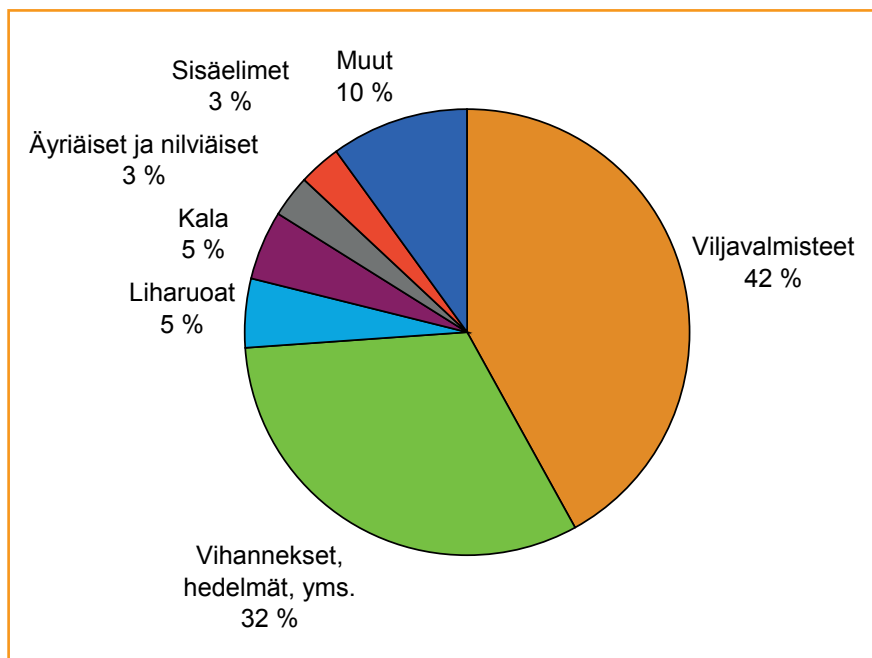
Kadmiumia on epäpuhtautena lannoitteissa ja lietteissä. Elintarvikkeiden pitoisuuksia nostavat teollisuus, liikenne ja kaukokulkeumat. Viljelykasvit ottavat kadmiumia maaperästä. Tämä ominaisuus vaihtelee lajista toiseen. Saman lajinkin sisällä voi olla eroja (esimerkiksi peruna).

Korkeimmat kadmiumpitoisuudet maaperässä löytyvät maan lounaisosista. Savi- maista löytyy eniten kadmiumia. Multamaiden pitoisuudet ovat korkeammat kuin hietamaiden. (1)

Tärkeimmät saantilähteet (2, 3)

Elintarvikeryhmä	µg/henkilö/vrk
Viljavalmisteet	3,5
Vihannekset, hedelmät, yms.	2,7
Liharuoat	0,5
Kala	0,5
Äyriäiset ja nilviäiset	0,3
Sisäelimet	0,3

Kadmiumin saannin jakautuminen (2, 3)



Korkeimmat pitoisuudet

- Äyriäiset ja nilviäiset
- Sisäelimet
- Kalasäilykkeet
- Sienet
- Pellavansiemenet
- Viljatuotteet
- Marjat ja pähkinät
- Kaakao ja suklaa

Terveydelliset haittavaikutukset (4-13)

Kriittinen vaikutus

- Munuaistoiminnan heikentyminen
- Pienetkin pitoisuudet kerääntyvät munuaisiin
- Noin 5 % kadmiumista kulkeutuu ruoansulatuskanavasta verenkiertoon
- Kadmiumin biologinen puoliintumisaika munuaisissa on 10–30 vuotta
- Kriittinen munuaisten kadmiumpitoisuus 50 mg/kg voi syntyä jo 45 vuoden iässä

Korkein siedettävä aikuisen saanti

- TWI = 2,5 µg/kg rp/viikko (9,12)
- PTMI = 25 µg/kg rp/kuukausi (11)

Alempi siedettävä saanti on asetettu WHO:ssa. EFSA:n erilainen kannanotto on aiheuttanut keskustelua ja riskinarviointimenetelmien vertailua.

Suomalaisen aikuisen arvioitu saanti elintarvikkeista (2)

- 0,8 µg/kg rp/viikko (2)
- Eurooppalaisten keskimääräiseksi saanniksi on arvioitu 2,3 µg/kg rp/viikko (8), ja lapset voivat ylittää turvallisen saantimäärän (13)

Eniten altistuvat ryhmät

- Sisäelinten, katkarapujen, pellavansiementen ja sienten suurkuluttajat
- Tupakoitsijat, joilla munuaisten keskimääräiset Cd-pitoisuudet ovat noin kaksinkertaiset muuhun väestöön verrattuna
- Henkilöt, joilla on raudan, kalsiumin tai D-vitamiinin puute

Lainsäädäntö

Kadmiumin enimmäismääristä säädetään komission asetuksessa (EY) N:o 1881/2006 ja sen muutoksessa (EY) N:o 629/2008 ja (EU) N:o 420/2011.

Elintarvikeryhmä	Enimmäismäärä mg/kg
Nautaeläinten, lampaiden, sikojen ja siipikarjan liha	0,050
Hevoseliha	0,20
Nautaeläinten, lampaiden, sikojen, siipikarjan ja hevosen maksa	0,50
Nautaeläinten, lampaiden, sikojen, siipikarjan ja hevosen munuainen	1,0
Kalanliha lukuun ottamatta alla lueteltuja lajeja	0,050
Seuraavien kalojen liha: sarda, kaulussargi, ankerias, keltti, piikimakrillit, luvari, makrillit, sardiini, sardinops, tonnikalat ja kielikampela	0,10
Seuraavien kalojen liha: kuulamakrillit	0,20
Seuraavien kalojen liha: sardellit, miekkakala	0,30
Äyriäiset: raajojen ja vatsapuolen liha sekä rapujen raajojen liha	0,50
Simpukat	1,0
Pääjalkaiset (ilman sisälmyksiä)	1,0
Viljat leseitä, alkioita, vehnää ja riisiä lukuun ottamatta	0,10
Leseet, alkiot, vehnä ja riisi	0,20
Soijapavut	0,20
Vihannekset ja hedelmät, lukuun ottamatta lehtivihanneksia, tuoreita yrtejä, lehtikaalia, sieniä, varsivihanneksia, juuri- ja mukulavihanneksia sekä merilevää	0,050
Varsivihannekset, juuri- ja mukulavihanneksia sekä merilevää, lukuun ottamatta sellereitä. Perunoita koskevaa enimmäismäärää sovelletaan kuorittuihin perunoihin	0,10
Lehtivihannekset, tuoreet yrtit, lehtikaali, sellerit ja seuraavat sienet: herkkusieni, osterivinokas ja siitake	0,20
Sienet, lukuun ottamatta yllä lueteltuja lajeja	1,0
Ravintolisät, lukuun ottamatta alla lueteltuja ravintolisiä	1,0
Ravintolisät, jotka koostuvat kokonaan tai pääasiassa kuivatus- tai merilevästä tai merilevästä saaduista tuotteista tai kuivatuista simpukoista	3,0

Gelatiinin ja kollageenin kadmiumin enimmäismäärästä 0,5 mg/kg säädetään Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa (EY) N:o 853/2004.

Näytteenottomenetelmästä ja analyysimenetelmän kriteereistä säädetään komission asetuksessa (EU) N:o 836/2011.

Valvonta

Valtakunnallisen vierasainevalvontaohjelman puitteissa eläinperäisiä elintarvikkeita (mm. nauta, sika, broileri, hirvi) valvotaan säännöllisesti (10). Kaikista vuonna 2010 tutkituista näytteistä (278 kpl) vain hirsellä ja porolla maksan ja munuaisten kadmiumarvot ylittivät kotieläinten maksan ja munuaisten kadmiumpitoisuudelle sallitut rajat.

Hirvellä yli puolet tutkituista näytteistä oli yli sallittujen rajojen sekä maksan että munuaisten kohdalla, kun porolla yli puolet munuaishälyteistä mutta hiukan alle puolet maksanälyteistä ylitti sallitut rajat. Suurimmat mitatut Cd-pitoisuudet olivat jopa 20,5 mg/kg (hirven munuaiset).

Asetuksen maksimiarvo on nautaeläimille, lampaille, sioille, siipikarjalle ja hevoselle. Riistan sisäelimille ei ole annettu raja-arvoa.

Maa- ja metsätalousministeriön asetuksen 38/EE0/2006 mukaan yli yksivuotiaiden hirvien maksaa ja munuaista ei hyväksytä elintarvikkeeksi.

Johtopäätöksiä valvonnasta

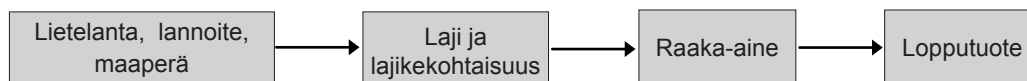
Kadmiumin määrää elintarvikkeissa tulee valvoa ja saantia seurata, koska kadmium on elimistöön kertyvä haitallinen aine.

Tärkeimpiä valvottavia ovat ne elintarvikkeet, joita kulutetaan eniten ja joista saanti on suurinta: vilja, peruna, pellavansiemenet ja merenelävät, myös kala, koska sitä on tutkittu vähän. Kuluttajia informoitaessa on syytä muistuttaa, että vähemminkin käytetylle elintarvikkeelle (hirven maksa) voi löytyä suurkuluttajia.

Kadmiumin valvonnassa tulee ottaa huomioon seuraavat kriittiset kohdat:

- Maaperän ja kasvu ympäristön tunteminen ja oikea viljelylajikkeen valinta.
- Lietelantaa tulisi käyttää vain harkiten.
- Vähän kadmiumia sisältävän lannoitteen valinta ja eläinlannan käytön kriittinen harkinta.
- Elintarviketuotannon raaka-aineiden puhtauden tarkistaminen ainakin niistä elintarvikkeista, joiden tiedetään keräävän helposti kadmiumia.
- Lopputuotteen kadmiumpitoisuuden valvonta.
- Kuluttajan informointi ongelmaelintarvikkeista kuten siemenistä, jotka saattavat sisältää korkeita kadmiumpitoisuuksia, mutta joilta sääntely puuttuu.
- Pellavansiemeniä suositellaan käytettäväksi alle 10 % leivän painosta.
- Kuntien valvontaviranomaisten pitää tuntea paikkakunnan marjojen ja sienien kadmiumpitoisuustaso. Jos se on normaalia korkeampi (esim. yli 0,3 mg/kg), pitäisi saastumista pyrkiä vähentämään ja informoida asiasta kuntalaisia.

Pelloilta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. Publications of the Ministry of Agriculture and Forestry 9/1997. Cadmium in Fertilizers, MMM 1997
2. Evira, julkaisematon tieto, 2008
3. Elintarviketurvallisuusviraston Tutkimuksia 13/1994. Kadmiumin saanti ravinnosta, Elintarviketurvallisuusvirasto 1994
4. Miljörelaterade hälsorisker, SOU 1996:24, Stockholm
5. IPCS Environmental Health Criteria 134. Cadmium, WHO 1992
6. WHO Technical report Series No. 922, WHO 2004
7. WHO Technical Report Series No. 930, 2006
8. WHO Food Additives Series No. 55, 2006
9. The EFSA Journal (2009) 980, 1-139
10. Eläimistä saatavien elintarvikkeiden vierasainetutkimukset 2005, Elintarviketurvallisuusvirasto Evira
11. FAO/WHO 73. kokous, Geneve 8.-17.6.2010
12. The EFSA Journal 2011; 9 (2): 1975
13. The EFSA Journal 2012; 10 (1): 2551

2.2 Lyijy (Pb)

Elintarvikkeiden lyijy on pääosin peräisin ilmasta, lyijypitoisesta pölystä, joka aiheuttaa maanpäällisten kasvinosien saastumisen. Lyijy kulkeutuu maahan ja saastuttaa maan lähellä olevia kasvien osia sekä juurikasveja. Lyijy kulkeutuu juuriston kautta heikommin kuin kadmium. Savimaissa lyijyä on enemmän kuin karkeissa kivennäis- ja hietamaissa.

Lyijyä voi joutua elintarvikkeisiin myös metallisulatoista ja akkuteollisuudesta sekä saastuneilta alueilta, ampumaradoilta ja kaatopaikoilta jätteiden käsittelyn seurauksena. Lyijyä sisältävät vanhat maalit ja painovärit, vanhojen valurautaisten vesijohtoputkien liitokset, kristalliastiat ja lyijyllä lasitetut astiat sekä lyijyä sisältävät akut ja paristot.

Lyijyhauleilla ja luodeilla ammuttu riista sisältää myös lyijyä. Esim. hirven ampuma- haavan ympäristön lihasta on mitattu kohonneita lyijypitoisuuksia. Ammutun riistan runsas syönti lisää lyijyn saantia, mutta ei todennäköisesti nosta elimistön lyijykuor- maan haitalliselle tasolle.

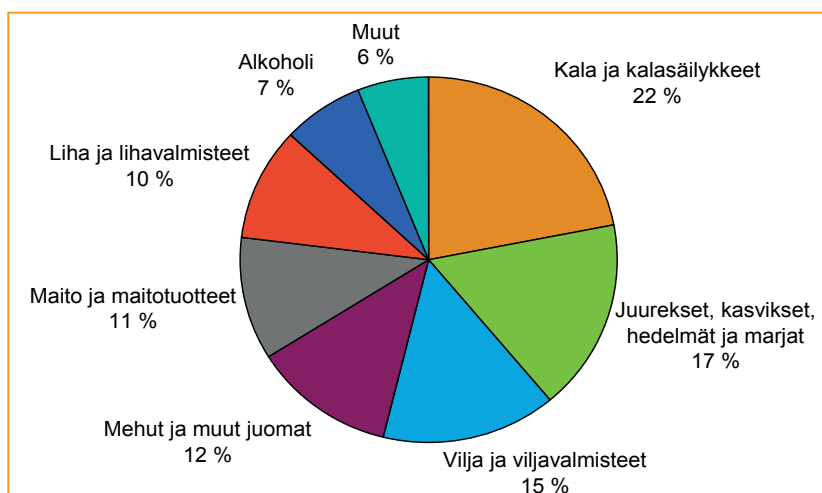
Eräissä Euroopan maissa käytetään vielä lyijypitoista bensiniä. Suomessa sen myynti lopetettiin 1990-luvulla.

Tupakka ja sen sivuvirtaussavu ovat lyijy- ja kadmiumlähteitä. Tupakassa on myös jonkin verran arseenia ja elohopeaa.

Tärkeimmät saantilähteet (1)

Elintarvikeryhmä	µg/henkilö/vrk
Kala ja kalasäilykkeet	3,8
Juurekset, kasvikset, hedelmät ja marjat	2,9
Vilja ja viljavalmistet	2,6
Mehut ja muut juomat	2,1
Maito ja maitotuotteet	1,8
Liha ja lihavalmistet	1,6
Alkoholi	1,2
Muut	1,0

Lyijyn saannin jakautuminen (1)



Korkeimmat pitoisuudet

- Lyijyllä saumattujen säilyketölkkien säilykkeet ja mehut
- Saastuneella alueella (ampumarata) kasvaneet sienet
- Vanhat viinit
- Sisäelimet
- Pesemättömät lehtivihannekset

Terveydelliset haittavaikutukset (2-7)

Kriittinen vaikutus

- Keskushermostovaikutukset lapsilla, mm. käyttäytymishäiriöt, ikääntymismerkkien aikaistuminen sekä älykkyydosamäärän heikentyminen (JECFA 2010), (3).
- Aikuisilla lyijyä imeytyy 10 % nautitun lyijyn määrästä, mutta lapsilla imeytyminen on moninkertaista.
- Lyijy kertyy luuhun (90 %), jonkin verran maksaan ja munuaisiin.
- Lyijyn puoliintumisaika pehmytkudoksissa on 3-4 viikkoa ja luussa n. 20 vuotta.

Altistumiselle herkimmät ryhmät

- Sikiöt, lapset

Korkein siedettävä saanti

- PTWI 25 µg/kg rp/viikko (3) poistettu (EFSA 2010) (9)

Lasten lyijyn saannille ei tunneta turvallista pitoisuutta. Kaikkea lasten tarpeetonta altistumista lyijylle tulisi välttää.

Suomalaisen aikuisen arvioitu saanti elintarvikkeista (1)

- 17 µg/vrk

Eniten altistuvat ryhmät

- Tupakoitsijat

Lainsäädäntö

Komission asetus (EY) N:o 1881/2006 ja sen muutos (EY) N:o 629/2008 ja (EU) N:o 420/2011.

Elintarvikeryhmä	Enimmäismäärä mg/kg
Raakamaito, lämpökäsitelty maito ja maitopohjaisten tuotteiden valmistukseen tarkoitettu maito	0,020
Äidinmaidonkorvikkeet ja vieroitusvalmisteet	0,020
Nautaeläinten, lampaiden, sian ja siipikarjan liha (lukuun ottamatta sivutuotteita)	0,10
Nautaeläinten, lampaiden, sian ja siipikarjan sivutuotteet	0,50
Kalanliha	0,30
Äyriäiset: raajojen ja vatsapuolen liha sekä rapujen raajojen liha	0,50
Simpukat	1,50
Pääjalkaiset (ilman sisälmyksiä)	1,0
Viljat, palkovihannekset ja palkohedelmät	0,20
Vihannekset, lukuun ottamatta kaaleja, lehtivihanneksia, tuoreita yrttejä, sieniä ja merilevää. Perunoita koskevaa enimmäismäärää sovelletaan kuorittuihin perunoihin.	0,10
Kaalit, lehtivihannekset ja seuraavat sienet: herkkusieni, osterivinokas ja siitake	0,30
Hedelmät, lukuun ottamatta marjoja ja pienhedelmiä	0,10
Marjat ja pienhedelmät	0,20
Rasvat ja öljyt, maitorasva mukaan luettuna	0,10
Hedelmätäysmehut, hedelmätäysmehutiivisteet ennalleen saatettuna ja hedelmänektarit	0,050
Viinit (myös kuohuviinit, mutta ei väkevät viinit), siiderit, päärynä- ja hedelmäviinit	0,20
Maustetut viinit, maustetut viinipohjaiset juomat ja maustetut viinistä valmistetut juomasekoitukset	0,20
Ravintolisät	3,0

Näytteenottomenetelmästä ja analyysimenetelmän kriteereistä säädetään komission asetuksessa (EU) N:o 836/2011.

Lisäksi gelatiinille ja kollageenille on säädetty lyijyn jäämäraajat (5 mg/kg molemmille) Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa (EY) N:o 853/2004.

Valvonta

Valtakunnallisessa vierasainevalvontaohjelmassa seurataan eläinperäisten elintarvikkeiden (mm. nauta, sika, broileri, hirvi) lyijypitoisuuksia (8). Vuonna 2010 tutkituista 278 näytteestä yksikään ei ylittänyt enimmäispitoisuusrajoja.

Suurimmat lyijypitoisuudet vuonna 2010 Eviran valvontatutkimuksissa mitattiin poron maksasta 0,21 mg/kg ja poron munuaisista 0,14 mg/kg. Hirven maksassa ja munuaisissa lyijyn suurimmat pitoisuudet olivat 0,043 mg/kg ja 0,024 mg/kg.

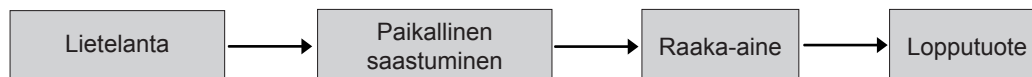
Johtopäätöksiä valvonnasta

Lyijyn saanti elintarvikkeista on vähentynyt Suomessa yhteen kolmasosaan sen jälkeen, kun lyijytöntä bensiiniä alettiin käyttää. Samalla elintarvikkeiden lyijypitoisuuksien valvontatarve on olennaisesti vähentynyt.

Suuripinta-alaiset kasvukset (esim. persilja ja salaattit) voivat kuitenkin kerätä saastuneesta ilmasta korkeita lyijypitoisuuksia (laskeuma). Lajike-erot eivät vaikuta yhtä merkittävästi lyijyn kertymiseen kuin kadmiumin kertymiseen.

- Valvontatarve syntyy paikallisissa olosuhteissa, joissa lyijyn kulkeutumista ilmaan on syytä epäillä.
- Valvonnan huomio tulee kiinnittää mm. teollisuuden päästöihin, jätteenpolttoon, lietalannoitteiden käyttöön sekä vanhojen rakennusten (lyijypitoiset maalit) ja siltojen hävittämiseen.

Pelloilta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. Elintarvikeviraston tutkimuksia 1/1994
2. Miljörelaterade hälsorisker, SOU 1996:124, Stockholm 1996
3. WHO Food Additives Series No. 64, 2011
4. WHO Technical Report Series No. 837, 1993
5. WHO Technical Report Series No. 896, 2000
6. WHO Food Additives Series No. 44, 2000
7. WHO Environmental Health Criteria, No. 165, 1995
8. Eläimistä saatavien elintarvikkeiden vierasainetutkimukset 2005, Elintarviketurvallisuusvirasto Evira
9. The EFSA Journal 2010; 8 (4): 1570

3 Elohopea (Hg)

Elohopea on ympäristössä luonnostaan esiintyvä myrkyllinen raskasmetalli, jonka määrä on yleisesti noussut elohopeayhdisteiden käytöstä aiheutuneiden päästöjen ja fossiilisten polttoaineiden, erityisesti kivihiilen polton seurauksena. Metallinen elohopea on huoneenlämmössä nestemäinen ja haihtuva. Elohopea leviää osin kaasumaisena ilmavirtojen vaikutuksesta pitkälle päästölähteestään niin, että koko pohjoisen pallonpuoliskon alueella ympäristön pitoisuudet ja ihmisen altistuminen ovat kohonneet aina arktisille alueille asti. Vaikka elohopeayhdisteiden käyttöä ja päästöjä on pystytty rajoittamaan huomattavasti, ihmisen toiminnasta johtuva ympäristön elohopeakuormitus arvioidaan nykyään olevan noin kaksi kertaa suurempi kuin luonnollinen elohopean kierto.

Luonnossa esiintyy elohopeaa eri muodoissa: metallinen elohopea, epäorgaaniset elohopeasuolat ja orgaaniset elohopeayhdisteet (erityisesti metyylielohopea). Ihmisen altistuminen elohopealle tapahtuu ensisijaisesti ravinnon kautta. Ympäristössä epäorgaanisesta elohopeasta syntyy mikro-organismien vaikutuksesta metyylielohopeaa, joka aiheuttaa suurimman riskin niin ihmisille kuin erityisesti kalaa syöville nisäkkäille ja linnuille.

Esiintyminen ravinnossa

Pääosa päivittäisestä ravinnosta saatavasta elohopeasta on lähtöisin kalasta. Maidon ja maitovalmisteiden elohopeapitoisuudet ovat hyvin alhaisia. Lihan pitoisuudet ovat myös pieniä, mutta sisäelimissä, varsinkin munuaisissa, voi olla korkeahkoja pitoisuuksia. Ravinnon mukana tulleesta epäorgaanisesta elohopeasta imeytyy noin 7 %, mutta metyylielohopeasta yli 90 %. Kalan sisältämästä elohopeasta on (jopa) yli 90 % metyylielohopean muodossa.

Elohopean saanti eräistä elintarvikkeista (2)

Elintarvikeryhmä	Kulutus g/vrk/henkilö	Hg-pitoisuus µg/kg	Hg-saanti µg/vrk/henkilö
Kala	39	<0,01->1 mg/kg	4,8
Vilja	184	<4	0,4
Liha	134	<4	0,3
Hedelmät ja marjat, vihannekset, juurekset, peruna	480	<2	0,06 - 0,2
Maito ja maitotuotteet	483	<2	0,05 - 0,2
Muut elintarvikkeet	854	0,3 - 7	0,07 - 0,2
Yhteensä			6,8

Kalat

Kalojen elohopeapitoisuudet vaihtelevat kalalajista toiseen. Suurin osa kalan elohopeasta on metyylielohopeaa. Planktonia ravinnokseen käyttävillä kalalajeilla kuten silakalla, muikulla ja siialla sekä lahnalla, särkikalalla ja useimmilla merikalalla elohopeapitoisuudet kohoavat harvoin niin korkeiksi, että ne rajoittaisivat kalan käyttöä ravinnoksi. Kuitenkin jotkut tonnikalat, miekkakala, hai ja muut pitkäikäiset merikalat voivat sisältää varsin korkeita pitoisuuksia (vrt. kuvateksti sekä lainsäädäntötaulukko).

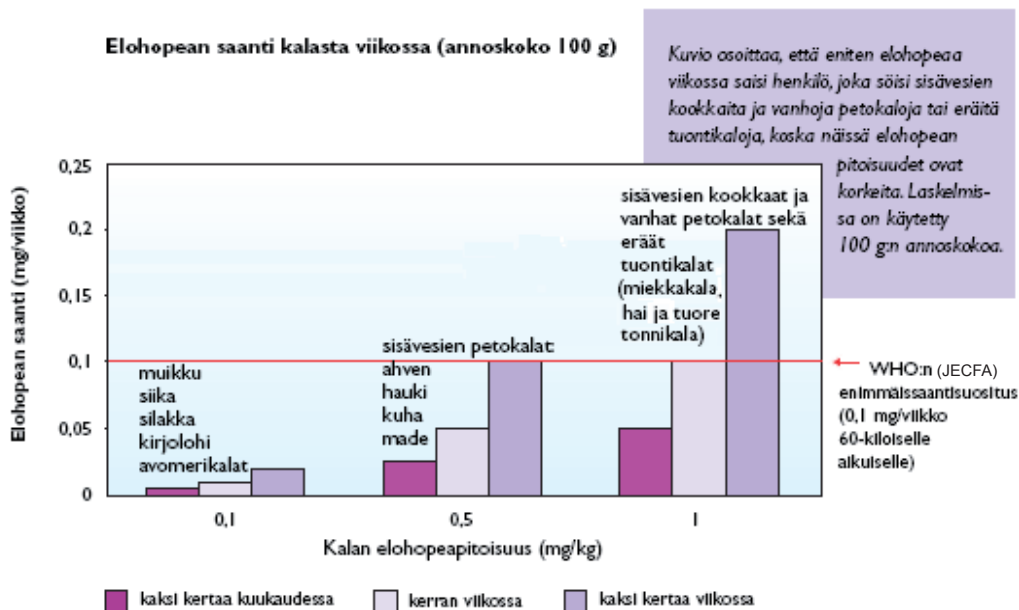
Suomessa yleisesti käytetyistä kalalajeista suurimmat elohopeapitoisuudet tavataan Etelä-, Keski-, ja Itä-Suomen pienten metsäjärvien hauissa, joissa petokaloille sallittu enimmäispitoisuus voi ylittyä etenkin suurilla yksilöillä. Kirkkaiden ei-happamien ja savikkoalueiden järvien kaloissa elohopeapitoisuudet ovat pienempiä. Avomerikalojen keskimääräinen elohopeapitoisuus on tavallisimmin alhaisempi kuin sisävesikaloiden. Elohopeapitoisuus nousee kalan iän ja koon myötä.

Suurin osa väestöstä ei käytä ravinnoksi merkittäviä määriä niitä kalalajeja, joiden elohopeapitoisuudet ovat korkeat.

Kaloja, joiden elohopeapitoisuudet voivat olla korkeita (0,5 - 3 mg/kg)

- Hauki
- Ahven (sisävedet)
- Made (sisävedet, kookkaat)
- Kuha (sisävedet, kookkaat)
- Miekkakala
- Hai
- Tuore tonnikala

Eviran vierasainevalvonnassa on tutkittu myös viljellyn kirjolohen elohopeapitoisuuksia, joiden keskiarvo vuosina 2003 - 2004 oli 0,046 mg/kg ja vaihteluväli 0,03 - 0,07 mg/kg.



Ravintolisät

Tullilaboratorio on tutkinut viime vuosina useita aasialaisia ravintolisiä, jotka ovat sisältäneet suuria elohopeamääriä, lähinnä epäorgaanisessa muodossa. Pitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 20–10 000 mg/kg. Suuret pitoisuudet eivät johdu kontaminaatiosta, vaan elohopeayhdisteitä on lisätty tarkoituksella ravintolisiin vanhan aasialaisen lääkintäperinteen mukaisesti. Myös useiden muiden maiden elintarvikevalvontaviranomaiset ovat löytäneet tällaisia valmisteita markkinoiltaan. Kyseisille valmisteille sallittu enimmäispitoisuus on 0,1 mg/kg.

Terveydelliset haittavaikutukset (1, 5, 6, 7)

Kriittinen vaikutus

- Metyylielohopea vaurioittaa keskushermostoa, läpäisee istukan ja kulkeutuu sikiön aivoihin.
- Vakavan elohopeamyrkytyksen oireet ovat keskushermostoperäisiä: käsien vapina, keskittymiskyvyn häiriöt, tunto-, näkö- ja kuulohäiriöt, raajojen puutuminen.
- Sikiöaikainen keskushermoston kehittyminen on herkkä jo alhaiselle metyylielohopealle altistumiselle ja voi aiheuttaa lapsen kehityksen viivästymistä myöhemmin.
- Metyylielohopea saattaa nostaa sydän- ja verisuonitautien riskiä.

Korkein siedettävä aikuisen saanti (8, 9)

- Metyylielohopean väliaikainen siedettävä viikoittainen saanti (PTWI) = 1,6 µg/kg rp (JECFA 2006)
- Elohopean altistumisaste voidaan mitata hiuksista, 0,2 mg/viikko pitkäaikaisaanti aiheuttaa hiusten elohopeapitoisuuden n. 6 mg/kg
- Epäorgaanisen elohopean PTWI 4 µg/kg rp/viikko (JECFA 2010/EFSA 2012)
- EFSA on asettanut uuden viikottaisen siedettävän saannin metyylielohopealle 1,3 µg/kg rp, joka poikkeaa yllä olevasta JECFA:n arviosta (EFSA 2012)

Suomalaisen aikuisen arvioitu saanti elintarvikkeista (2)

- Saanti riippuu kalan, erityisesti sisävesikalojen kulutuksesta
- Vuonna 1994 julkaistun tutkimuksen mukaan suomalaiset saavat ravinnostaan elohopeaa keskimäärin 6,8 µg/henkilö/vrk
- Kalasta saatavan metyylielohopean määrä on keskimäärin 4,3 µg/henkilö/vrk
- Lasten epäorgaanisen elohopean saanti on 4 ja aikuisten saanti 1 µg/kg rp/viikko (JECFA 2010)

Altistumiselle herkimmät ryhmät

- Raskaana olevat naiset, sikiöt

Eniten altistuvat ryhmät

- Runsaasti sisävesien kalaa syövät henkilöt

Lainsäädäntö

EU:n komission asetus (EY) N:o 1881/2006 ja sen muutos (EY) N:o 629/2008.

Elintarvikeryhmä	Enimmäismäärä mg/kg
Kalastustuotteet ja kalanliha, lukuun ottamatta alla lueteltuja lajeja. Enimmäismäärää sovelletaan äyriäisten raajojen ja vatsapuolen lihaan sekä rapujen raajojen lihaan.	0,50
Seuraavien kalojen liha: merikrotit, merikissa, sarda, ankeriaat, keltaroussi, lestikala, ruijanpallas, kapinrihmanilkka, marliinit, lasikampelat, mullo, punarihmanilkka, hauki, juovaton sarda, pikkuturska, syvännepiikkihai, rauskut, punasimput, purjekala, hopeahuotrakala, mustahuotrakala, pagellit, hait, käärmemakrillit, sammet, miekkakala ja tonnikalat	1,0
Ravintolisät	0,10

Näytteenottomenetelmä asetuksessa (EU) N:o 836/2011.

Lisäksi gelatiinille ja kollageenille on säädetty Hg:n jäämäraja (0,15 mg/kg molemmissa) Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa (EY) N:o 853/2004.

Johdopäätöksiä valvonnasta

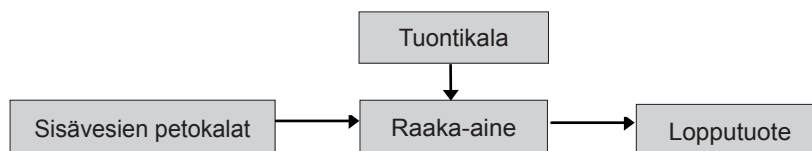
Ensiarvoisen tärkeää on varmistaa, että odottavan äidin ruokavalio sisältää mahdollisimman vähän metyylielohopeaa. Eviran antamassa poikkeuksessa kalansyöntisuositukseen kehoitetaan raskaana olevaa välttämään hauen syöntiä.

Jotta voidaan varmistua kaikkien väestöryhmien turvallisuudesta, on tutkittava riittävä määrä sisävesien kalanäytteitä. Näin saadun tiedon perusteella voidaan informoida ammatti- ja vapaa-ajan kalastajia ja kuntalaisia elohopean pitoisuuksista kaloissa samoin kuin orgaanisen elohopean aiheuttamista vaaroista.

Vilja- ja kasvisnäytteistä löytyy joskus perustason ylittäviä pitoisuuksia, mikä voi johtua paikallisista saastelähteistä. Tällaiset tulee tutkia ja selvittää.

Luontaistuotteina myytävien valmisteiden laatua (esim. aasialaiset ravintolisät) tulee seurata nykyistä tarkemmin.

Vedestä vadille – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. WHO 1990. Environmental Health Criteria 101. Methylmercury, WHO Geneva 1990
2. Elintarvikkeviraston tutkimuksia 13/1994
3. Niemi E. ja Enkovaara A-L, Tabu 6, 1998
4. A.L. Choi, P. Grandjean, Methylmercury exposure and health effects in humans, Environ. Chem. 2008, 5, 112-120
5. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to mercury and methylmercury in food, The EFSA Journal (2004) 34, 1-14
6. UNEP, Global mercury assessment, 2002.
7. Mergler et al., Methylmercury exposure and health effects in humans: A worldwide concern, (2007), 36, 3-11
8. WHO Food Additives Series No 63, 2011
9. EFSA Journal 2012; 10 (12): 2985

4 Arseeni (As)

Arseeni on kaikkialla elinympäristössä esiintyvä puolimetalli. Luonnossa sitä on sekä epäorgaanisina että orgaanisina yhdisteinä.

Kaivovesi sisältää eräillä alueilla mineraaleista liuennutta arseenia epäorgaanisessa muodossa. Joillakin geokemiallisilla alueilla (etenkin Tampereen ja Sodankylän seuduilla) kaivovesissä voi olla korkeita arseenipitoisuuksia.

Arseenin epäorgaanisia yhdisteitä on käytetty muun muassa puun suolakyllästyksessä ja elektroniikkakomponenttien valmistuksessa. Epäpuhtautena arseenia on useissa raaka-aineissa, kuten kupari- ja nikkelimalmessa, kivihiilessä, öljyssä ja turpeessa, joista arseenia voi vapautua.

Kalaravinnossa, varsinkin merikaloissa, on arseenia pääasiassa orgaanisina arseeniyhdisteinä (esim. arsenobetainina). On kuitenkin todettu, että ruoanlaitossa kuumennettaessa kalan orgaaninen arseeni voi osittain hajota ja muuttua mahdollisesti myös epäorgaaniseksi arseeniksi.

Arseenin imeytyminen elimistöön ja aineenvaihdunta sekä vaikutukset ihmiseen riippuvat suuresti arseenin kemiallisesta muodosta. Ravinnosta arseenipitoisuudet on mitattu yleensä kokonaisarseeninä, eikä siten arseeniyhdisteiden kemiallisesta muodosta ole aina tarkkaa tietoa.

Saanti ravinnosta

Lähes kaikissa elintarvikkeissa on pieniä määriä arseenia. Pitoisuudet ovat yleensä hyvin pieniä, mutta kohonneita As-pitoisuuksia voi olla esimerkiksi lihassa, siipikarjassa ja viljatuotteissa sekä riisissä, joka on merkittävä epäorgaanisen arseenin lähde. Arseeni voi olla peräisin rehusta. Myös vihanneksissa voi olla pilaantuneesta maaperästä tai teollisuuslaitosten päästöistä peräisin olevia kohonneita arseenimääriä. Elintarvikkeissa, jotka ovat merestä peräisin, saattaa olla runsaasti arseenia orgaanisina yhdisteinä.

Tärkeimmät saantilähteet

Suomessa tärkein epäorgaanisen arseenin lähde on porakaivovesi. Suomessa varsinaisista elintarvikkeista arseenin saantia on arvioitu ainoastaan maidosta ja kaloista.

Vuonna 2004 julkaistu saantilaskelma osoittaa, että kirjolohesta saadaan enemmän arseenia kuin muista kaloista. Todennäköisesti kirjolohen arseeni on peräisin rehusta. Muualla Euroopassa tehtyjen tutkimusten perusteella on arvioitu, että kalasta saadaan noin 50 % arseenin kokonaissaannista.

Kokonaisarseenin saanti maidosta ja kalasta (1)

Elintarvike	Kulutus g/vrk	Arseenipitoisuus mg/kg	Saanti µg/vrk	Osuus %
Maito	420,0	0,002	0,84	5,8
Kirjolohi	7,7	1,010	7,78	53,6
Hauki	5,0	0,092	0,46	3,2
Silakka	5,8	0,160	0,93	6,4
Kuha	6,0	0,090	0,54	3,7
Muikku	2,7	0,062	0,17	1,2
Siika	2,2	0,017	0,04	0,3
Lohi	3,6	0,740	2,66	18,4
Muut kalat	6,0	0,190	1,10	7,6
Yhteensä			14,50	100

Terveydelliset haittavaikutukset

Kriittinen vaikutus

- Kansainvälinen syöväntutkimusjärjestö IARC luokittelee epäorgaanisen arseenin ryhmään 1 eli ihmisille syöpävaarallisiin yhdisteisiin. Arseenialtistuminen on yhteydessä mm. lisääntyneeseen iho-, virtsarakko-, munuais-, keuhko- ja maksa-syöpäriskiin. Arseenin epäillään toimivan syövän synnyn loppuvaiheessa yhdessä muiden syöpävaarallisten aineiden kanssa. Korkea arseenialtistuminen on nähty selvästi korkeina virtsan ja hiusten arseenipitoisuuksina myös suomalaisilla porakaivoveden käyttäjillä. Epäorgaaniset arseeniyhdisteet ovat terveydelle enemmän haitallisia kuin orgaaniset yhdisteet.

Korkein siedettävä saanti

- Juomavedessä olevalle epäorgaaniselle arseenille on määritetty korkeimmaksi siedettäväksi viikoittaiseksi saanniksi (PTWI) 15 µg/kg rp/viikko (2), joka poistettiin JECFAn asiantuntijakokouksessa 2010, eikä uutta asetettu tilalle.

Arvioitu saanti ravinnosta

- Epäorgaanisen arseenin keskimääräiseksi päivittäiseksi saanniksi ruoasta ja juomavedestä on arvioitu 0,13-0,56 µg/kg rp EFSA:n uusimmassa riskinarvioinnissa vuodelta 2009 (3).

Eniten altistuvat ryhmät

- Noin 1 % suomalaisista käyttää talousvettä, jossa on arseenia yli 0,5 µg/l ja noin 0,05 % käyttää vettä, joka ylittää 10 µg/l. Suurimmat pitoisuudet ovat porakaivoissa. Porakaivovesien arseeni on alueellinen ongelma Suomessa, esim. Pirkanmaalla.

Lainsäädäntö

Juomaveden arseenin sallittu enimmäispitoisuus 10 µg/l on annettu STM:n asetuksissa (461/2000) ja (401/2001)

Gelatiinin ja kollageenin arseenin enimmäismäärä 1 mg/kg on annettu Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa (EY) N:o 853/2004.

Johtopäätöksiä valvonnasta

Analyysimenetelmiä tulisi kehittää niin, että sekä epäorgaanisen että orgaanisen arseenin määrittäminen elintarvikkeista on mahdollista. Erityisesti epäorgaanisen arseenin määrittäminen on oleellista, koska mahdolliset haittavaikutukset aiheutuvat ilmeisesti ravinnon sisältämästä epäorgaanisesta arseenista.

Hyvin korkea altistuminen luonnollisille epäpuhtauksille kaivoveden välityksellä on harvinaista Suomessa, mutta joillakin rajatuilla alueilla arseeni saattaa olla erittäin tärkeä kaivovesiä pilaava tekijä. Arseeni olisi hyvä määrittää kaikkien porakaivojen vesistä. Ongelma-alueilla järjestetyn vesihuollon ulottaminen mahdollisimman monelle on suositeltavaa, koska vesilaitoksissa vedestä on helpompi poistaa ongelmalliset aineet. Jos vesihuoltoon liittyminen ei ole mahdollista, vesi tulee puhdistaa sopivilla suodattimilla tai muilla puhdistusjärjestelmillä.

Lähteet:

1. E. Hakala, A. Hallikainen, Suomalaisten arseenialtistuminen, arseenin vaikutukset ja terveysriskit, GTK 2004, Arseni Suomen luonnossa, ympäristövaikutukset ja riskit.
2. WHO Food Additives Series No. 24, 1989
3. EFSA Journal 2009; 7 (10): 1351 (<http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/scdoc/1351.htm>)
4. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, vol 84, 2004

5 Alumiini (Al)

Alumiini on kolmanneksi yleisin alkuaine maaperässä. Noin 8 % maankuoresta on alumiinia. Alumiinimineraalien liukoisuus kasvaa pH:n laskiessa. Happamoituminen lisää liukoisen alumiinin määrää maaperässä, järvissä ja joissa. Alumiinia ja alumiiniyhdisteitä käytetään hyvin erilaisiin tarkoituksiin, muun muassa keittiötarvikkeiden valmistukseen, elintarvikkeiden pakkaukseen ja lisäaineiden valmistukseen. Alumiiniyhdisteitä käytetään myös juomaveden puhdistuksessa.

Esiintyminen elintarvikkeissa

Suurin osa alumiinin saannista on peräisin elintarvikkeista; sekä elintarvikkeiden luonnostaan sisältämästä alumiinista että alumiinisten välineiden käytöstä elintarvikkeiden säilytyksessä ja valmistuksessa. Juomaveden sisältämän alumiini on paljon vähäisempi saantilähde. Merkittävän lähteen muodostavat monet lääkkeet, joissa alumiinihydroksidia käytetään puskurointiaineena.

Alumiinia sisältävien lisäaineiden käyttöä rajoitetaan huomattavasti 1.1.2014 lähtien. Sääntelyn piiriin on otettu myös elintarvikkeissä käytetyt alumiinilakat.

Liukoiset alumiiniyhdisteet, kuten kloridit ja laktaattisuolat imeytyvät parhaiten elimistöön. Orgaaniset anionit, erityisesti sitraatti lisäävät alumiinin kulkeutumista elimistöön.

Alumiiniset keittiötarvikkeet

Alumiinin kulkeutuminen elintarvikkeisiin niiden kanssa kontaktissa olevista materiaaleista on riippuvainen useasta tekijästä, kuten kuumennuksen kestosta ja lämpötilasta, elintarvikkeiden happamuudesta ja muista läsnä olevista yhdisteistä.

Tärkeimmät saantilähteet

- Lääkkeet
- Lisäaineet
- Vilja ja viljatuotteet
- Kasvikset
- Juomat
- Alumiiniset elintarvikkeet/tarvikkeet
- Teen lehdet

Terveydelliset haittavaikutukset (1, 2)

Kriittinen vaikutus

- Neurotoksisuus
- Mahdollisesti saattaa aiheuttaa Alzheimerin taudin kaltaista dementiaa

Korkein siedettävä saanti

- Siedettävä viikoittainen saanti TWI = 1 mg/kg rp/viikko (JECFA 2007, EFSA 2008)

Aikuisen arvioitu saanti

- Elintarvikkeista 1,6–13 mg/vrk, 0,2–1,5 mg/kg rp/viikko
- Juomaveden osuus 0,3 %

Eniten altistuvat ryhmät

- Henkilöt, joilla on häiriötä munuaisten toiminnassa
- Pikkulapset, joille annetaan soijapohjaista äidinmaidonkorviketta
- Lapset, jotka altistuvat alumiinia sisältäville lisäaineille

Lainsäädäntö

Alumiinille ei ole säädetty enimmäismäärää elintarvikkeissa. Komission asetuksessa 13/33 2008 säädetään alumiinia sisältävien lisäaineiden käytöstä erityisesti muutos 380/2012. Taulukossa on alumiiniyhdisteiden sallitut käyttökohteet.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa 1935/2004 määrätään myös, ettei elintarvikkeiden kanssa kosketukseen joutuvia materiaaleja saa päästä siirtymään elintarvikkeisiin ihmisen terveydelle haitallisia määriä.

Juomavedelle on annettu STM:n asetuksessa (461/2000) laatusuositus 0,20 mg/l (direktiivi 98/83/EY).

Alumiinia sisältävien lisäaineiden käyttökohteet 1.2.2014 alkaen

Lisäaine	Elintarvike	Enimmäismäärä
E 520 Alumiinisulfaatti E 521 Alumiininatriumsulfaatti E 522 Alumiinikaliumsulfaatti E 523 Alumiiniammoniumsulfaatti	Ainoastaan nestemäinen munanvalkuainen munavaahtoja varten	25 mg/kg
	Vain kandeeratut kirsikat	200 mg/kg yksinään tai yhteensä, laskettuna alumiiniksi
E 541 Natriumalumiinifosfaatti, hapan	Ainostaan kuohkeat sokerikakut, jotka on tehty erivärisistä osista, joita hillo tai levityvä hyytelö pitää yhdessä ja jotka on päällystetty maustetulla sokerimassalla (enimmäismäärä koskee ainoastaan kakun taikinaosaa)	400 mg/kg
E 1452 Alumiinioktenyyli-sukkinaattitärkkelys	Kapseloidut vitamiinivalmisteet ravintolisissä	35 g/kg

- Teollisuuden omavalvonnan valvonta on keskeistä
- Elintarviketeollisuudessa Al-pakkausmateriaalin soveltuvuus varmistettu
- Alumiiniset kattilat ja mehumaijat kuuluvat valmistajan tai maahantuojaan omavalvontaan
- Kuluttajille myytäviin alumiinituotteisiin on liitettävä käyttöohje
- E173 alumiinin käyttö kakkujen ja leivosten koristeluun käytettävien sokerimaisten kuorrutukseen sallitaan (QS) 1.2.2014 saakka

Värit, joissa voidaan käyttää alumiinilakkoja

Värien alumiinilakkojen sallittavuus on mainittu spesifikaateissa. Alumiinin enimmäismäärä elintarvikkeessa on mainittu lisäaineasetuksen 1333/2008 alaviitteissä. Enimmäismäärät tulevat voimaan 1.8.2014 alkaen.

E-koodi	Nimi
E 100	Kurkumiini
E 102	Tartratsiini
E 104	Kinoliinikeltainen
E 110	Paraoranssi
E 120	Uusokkiniili, karmiinihappo, karmiinit
E 122	Atsorubiini, karmosiini
E 123	Amarantti
E 124	Uusokkiini
E 127	Erytrosiini
E 129	Alluranpunainen AC
E 131	Patenttisininen V
E 132	Indigotiini, indigokarmiini
E 133	Briljanttisininen FCF
E 141	Klorofylli- ja klorofylliinikuparikompleksit
E 142	Vihreä S
E 151	Briljanttimusta BN, musta PN
E 155	Ruskea HT
E 163	Antosyaanit
E 180	Litolirubiini BK

Elintarvike	Väreistä tulevan alumiinin enimmäismäärä mg/kg
01.4 (Maustetut fermentoidut maitotuotteet, myös lämpökäsitellyt tuotteet)	15 mg/kg
01.7.3 (Syötävä juuston kuori)	10 mg/kg: E 120 Kokkiniili, karmiinihap-po, karmiinit ja E 180 Litolirubiini BK.
01.7.5 (Sulatejuusto) Ainoastaan maustettu sulatejuusto	1,5 mg/kg: E 120 Kokkiniili, karmiinihap-po, karmiinit.
03 (Jäätelö, mehujää ja niiden kaltaiset valmisteet)	30 mg/kg
04.2.5.2 (Hillot, hyytelöt ja marmeladit sekä makeutettu kastanjasose sellaisina kuin ne määritellään direktiivissä 2001/113/EY)	1,5 mg/kg: E 120 Kokkiniili, karmiinihap-po, karmiinit.
05.2 (Muut makeistuotteet, myös hengityksen raikastamiseen käytettävät erityisen pienikokoiset makeiset)	300 mg/kg
05.4 (Koristeet, päällysteet ja täytteet, paitsi ryhmään 4.2.4 kuuluvat hedelmäpohjaiset täytteet) Ainoastaan koristeet, päällysteet ja kastikkeet, paitsi täytteet	300 mg/kg
07.2 (Konditoriatuotteet)	5 mg/kg: E 120 Kokkiniili, karmiinihap-po, karmiinit. Muita alumiinilakkoja ei saa käyttää
08.2.1 (Lämpökäsittelemättömät lihajalosteet) 08.2.2 (Lämpökäsitellyt lihajalosteet)	1,5 mg/kg: E 120 Kokkiniili, karmiinihap-po, karmiinit
08.2.3 (Kuoret, päällysteet ja kuorutukset lihaa varten)	10 mg/kg: E 120 Kokkiniili, karmiinihap-po, karmiinit.
09.3 (Kalanmäti)	Alumiinilakoista E 123 Amarantti peräisin olevan alumiinin enimmäismäärä on 10 mg/kg
10.1 (Jalostamattomat munat): munankuorien koristeväriäykseen tai munankuorien leimaukseen asetuksen (EY) N:o 589/2008 10.2 (Jalostetut munat ja munatuotteet): munankuorien koristeväriäykseen	"quantum satis".
Ryhmässä 12.1.1 (Suola) Natriumalumiinisiilikaatti Ainoastaan kypsytetyn juuston pintakäsittelyyn tarkoitettuun ruokasuolaan, elintarvikeryhmä 01.7.2	
12.2.2 (Maustamisseokset ja maustekastikkeet)	120 mg/kg
12.6 (Kastikkeet):	10 mg/kg: E 120 Kokkiniili, karmiinihap-po, karmiinit. Muita alumiinilakkoja ei saa käyttää.
14.1.4 (Maustetut juomat) Paitsi kaakaomaitojuoma ja mallastuotteet	15 mg/kg
15.1 (Peruna-, vilja-, jauho- tai tärkkelyspohjaiset välipalat) Ainoastaan muotoonpuristetut tai paisutetut suolapalat	30 mg/kg
16 (Jälkiruoat lukuun ottamatta ryhmiin 1, 3 ja 4 kuuluvia tuotteita)	15 mg/kg
17.1 (Ravintolisät kiinteässä muodossa, myös kapselit, tabletit ja vastaavat, paitsi pureskeltavassa muodossa olevat):	150 mg/kg
17.3 (Ravintolisät siirappimaisessa tai pureskeltavassa muodossa)	150 mg/kg

Valvonta on keskeistä teollisuuden omavalvonnan kannalta

- Elintarviketeollisuudessa Al-pakkausmateriaalien soveltuvuus varmistettu
- Alumiiniset mehumajjat ja kattilat kuuluvat valmistajan tai maahantuojan omavalvontaan
- Kuluttajille myytäviin alumiinisiin materiaaleihin/tarvikkeisiin on oltava liitetty käyttöohje

Lähteet:

1. WHO Technical Report Series No. 940, 2007
2. The EFSA Journal (2008) 754, 1-34, Safety of aluminium from dietary intake
3. IPCS, Environmental Health Criteria 194, 1997

6 Epäorgaaninen tina (Sn)

Elintarvikkeiden tinapitoisuudet ovat normaalisti hyvin pienet, yleensä alle 1 mg/kg. Ainoan elintarvikevalvonnassa merkittävän tinan lähteen muodostavat tinatusta pellistä valmistetut säilyketölkit. Arvioiden mukaan yli 90 % tinan saannista tulee säilyketöлкеistä. Tässä artikkelissa on käsitelty epäorgaanista tinaa. Orgaaniset tinayhdisteet ovat paljon myrkyllisempiä ja niistä on oma artikkeli tässä raportissa.

Tärkeimmät saantilähteet

- Ananassäilykkeet
- Tomaattisäilykkeet
- Persikkasäilykkeet
- Mangosäilykkeet

Peltitölkit tinan lähteenä

Tinattu pelti on säilyttänyt asemansa tärkeänä tölkkimateriaalina. Tölkeissä käytettävä pelti päällystetään ohuella tinakerroksella korroosion estämiseksi. Tinakerroksen päälle voidaan vielä levittää lakkakerros, joka suojaa tinakerrosta. Tällöin tinan liukeneminen on lähes olematonta, ellei lakkakerros esimerkiksi tölkin kolhiintumisen seurauksena vioitu.

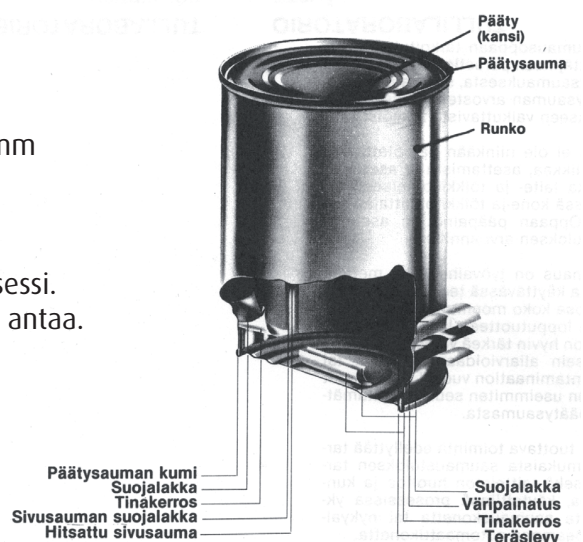
Eräissä tapauksissa tinan päälle ei haluta lakkakerrosta, koska hedelmät, esimerkiksi ananas, säilyttävät liuennon tinan vaikutuksesta vaalean värinsä. Tinan liukeneminen jatkuu kuitenkin säilytyksen aikana, kunnes lopulta saavutetaan terveydelle haitallinen tinapitoisuus.

Peltisen säilyketölkkin rakenne

Tinakerroksen paksuus 0,001–0,002 mm

Erityispiirteitä

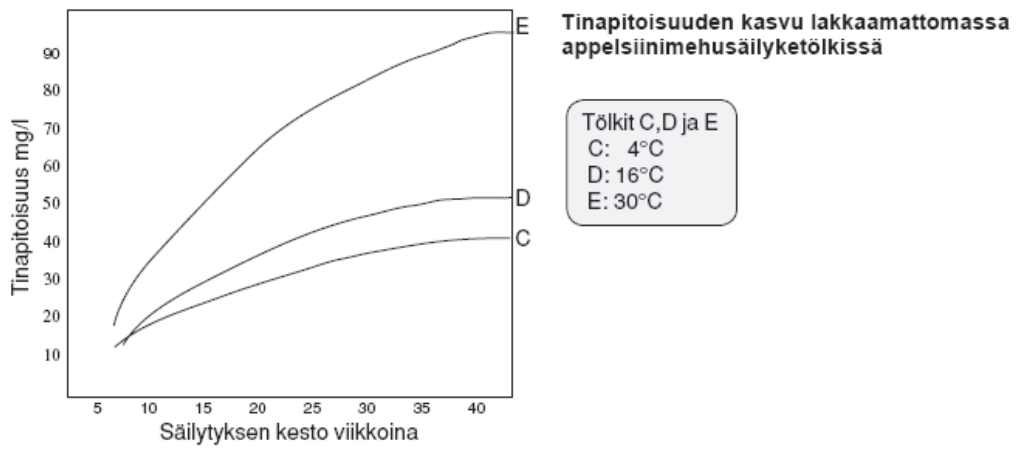
Tinan liukeneminen on mutkikas prosessi. Tarkkoja arvioita siitä on mahdotonta antaa.



Tinan liukenemistä edistäviä tekijöitä:

- Elintarvikkeen happamuus
- Säilytyslämpötila
- Säilyketölkkin sisään jäänyt happi, esim. suuri tyhjätila
- Tinatun pellin huono laatu
- Eräät elintarvikkeissa esiintyvät aineet, kuten nitraatti ja sulfiitti

Tinapitoisuuden kasvu riippuu säilytyslämpötilasta. Eräissä tapauksissa tinan liukeneminen saattaa olla hyvin nopeaa. Tullilaboratorio on havainnut ananassäilykkeiden tinapitoisuuden saattavan olla yli 150 mg/kg jo puolen vuoden säilytyksen jälkeen. Ananaksen lisäksi tulli on hylännyt tomaatti-, persikka- ja mangosäilykkeitä.



Terveystieteelliset haittavaikutukset (5 - 7)

Kriittinen vaikutus

- Akuutti myrkytys: ripuli, oksentelu, vatsakrampit
- Akuutti vaikutus on todettu säilyketölkkeissä olevissa juomissa, joiden tinapitoisuus >150 mg/kg ja vastaavasti elintarvikkeilla yli 250 mg/kg pitoisuuksissa.
- Myös Elintarvikealan tiedekomitea totesi 12 päivänä joulukuuta 2001 antamassaan lausunnossa (1), että 150 mg/kg epäorgaanista tinaa tölkkijuomissa ja 250 mg/kg muissa säilykkeissä saattaa aiheuttaa mahalaukun ärsytystä joillakin ihmisillä.
- Pitkäaikaisvaikutuksia ei tunneta

Korkein siedettävä saanti

- TWI = 14 mg/kg rp/viikko (JECFA 1989)

Aikuisen arvioitu saanti

- Suomessa ei tunneta
- Englannissa ja Australiassa on arvioitu, että tinan saanti vaihtelee päivittäin <1:stä mg:sta noin 14 mg:aan. Suurin osa saannista tulee säilykkeistä.

Eniten altistuvat ryhmät

- Säilykkeiden suurkuluttajat

Lainsäädäntö

EU:n komission asetus (EY) N:o 1881/2006.

Elintarvikeryhmä	Enimmäismäärä mg/kg
Muut säilykkeet kuin tölkkijuomat	200
Tölkkijuomat, hedelmä- ja vihannesmehut mukaan luettuina	100
Imeväisten ja pikkulasten lastenruokasäilykkeet ja viljapohjaiset valmisruoat, kuivattuja ja jauheena olevia tuotteita lukuun ottamatta	50
Äidinmaidonkorvike- ja vieroitusvalmistesäilykkeet, kokonaan lehmänmaidon proteiinista valmistetut tuotteet mukaan luettuina, lukuun ottamatta kuivattuja ja jauhettuja tuotteita	50
Imeväisten erityisruokavaliovalmisteet säilykkeinä lääkinnällisiin tarkoituksiin, kuivattuja ja jauhettuja tuotteita lukuun ottamatta.	50

Näytteenotto- ja vertailumenetelmistä on annettu ohje asetuksessa (EU) N:o 836/2011.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen 811/99 mukaan tinakloridi (E512) on sallittu lisäaine valkoiseen säilöttyyn parsaan, 25 mg/kg tinaksi laskettuna.

Johtopäätöksiä valvonnasta

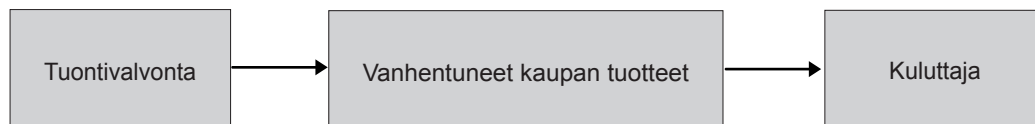
Tulli valvoo ns. kolmansista maista maahantuotavien säilykkeiden tinapitoisuuksia.

Kunnan viranomaisten tulee ottaa näytteitä kaupan hyllyiltä, kun on epäily tuotteen pitkäaikaisesta säilyttämisestä.

Erityisesti säilyketölkkien teräviin lommoihin pitää kiinnittää huomiota.

Kuluttaja voi itsekin seurata tuotteen laatua. Jos avatun tölkin sisäpinta on tummunut, se voi olla merkki tinapitoisuuden kasvusta.

Purkista pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. Säilytysajan vaikutus tinan liukenemiseen säilyketölkkeistä. Elinkeinohallitus/ Kuluttaja-asiain osasto, julkaisu 12/1990
2. Guidelines for can manufactures and food canners, FAO Food and Nutrition Paper 36 (1986)
3. WHO Technical Report Series No. 901, 2001
4. WHO Technical Report Series No. 930, 2006
5. WHO Food Additives Series No. 55, 2006
6. WHO Food Additives Series No. 24, 1989
7. http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out110_en.pdf

7 Dioksiinit, furaanit ja polyklooratut bifenyylit

Tärkeimpiin elintarvikkeissa esiintyviin orgaanisiin ympäristömyrkkyyhin kuuluvat polyklooratut dibentso-*p*-dioksiinit ja dibentsofuraanit (PCDD/F) sekä polyklooratut bifenyylit (PCB).

Toksikologisesti merkittävimmiksi PCB-yhdisteistä arvioidaan ns. dioksiinien kaltaiset PCB-yhdisteet. Ne lasketaan mukaan dioksiinien kokonaissaantiin toksisuusekvivalentteina. Ei dioksiinin kaltaisista ns. indikaattori-PCB:istä ympäristössä ja elintarvikkeissa sekä esiintymisestä suhteessa dioksiinien kaltaisiin PCB-yhdisteisiin on runsaasti tietoa. Ne on säädelty myös lainsäädännössä yhdessä dioksiinien ja dioksiinin kaltaisten PCB:iden kanssa.

Teoreettisesti dioksiineja voi syntyä 210 eri johdosta, joista 17:llä on todettu toksisia, joillakin johdoksilla erittäin voimakkaita toksisia vaikutuksia. Näitä kutsutaan ns. supermyrkyllisiksi johdoksiksi. PCB-yhdisteitä voi syntyä 209, joista ainakin 12 on enemmän tai vähemmän dioksiinin kaltaisia toksisilta ominaisuuksiltaan.

7.1 Dioksiinit ja furaanit (PCDD/F)

Dioksiineja ja furaaneja syntyy esimerkiksi kloorauksen ja epätäydellisen palamisen seurauksena. Suomessa tärkeä dioksiinien lähde on ollut sahoilla käytetyt kloorifenolit, joissa dioksiineja ja furaaneja esiintyi epäpuhtauksina. Toisin kuin dioksiineja, PCB-yhdisteitä on käytetty eri tarkoituksiin teollisuudessa, esimerkiksi palonestoaineena, muuntajien öljyissä ja muoviteollisuudessa.

Dioksiineja ja furaaneja tuottavia prosesseja (1)

Dioksiineja ja furaaneja syntyy erilaisissa polttoprosesseissa. Niistä tunnetuin on jätteenpoltto, joka oli aiemmin määrällisesti merkittävin päästölähde, mutta nykyaikaiset polttotekniikat ovat ratkaisevasti vähentäneet dioksiinien ja furaanien muodostumista. Nykyisin merkittävimmät dioksiinien ja furaanien lähteet ovat:

- Energiantuotanto
- Metalliteollisuus
- Hajalähteet (esim. kotitalouksien pienpoltto ja kaatopaikkapalot)

Dioksiinien vuotuisiksi päästöiksi Suomessa on arvioitu noin 16 g TEQ (toksisuusekvivalentteja). Niiden laskeumia ei tunneta hyvin, koska seuranta on hankalaa ja kallista. Dioksiinien laskeumaan vaikuttaa olennaisesti muualta peräisin oleva kaukokulkeuma.

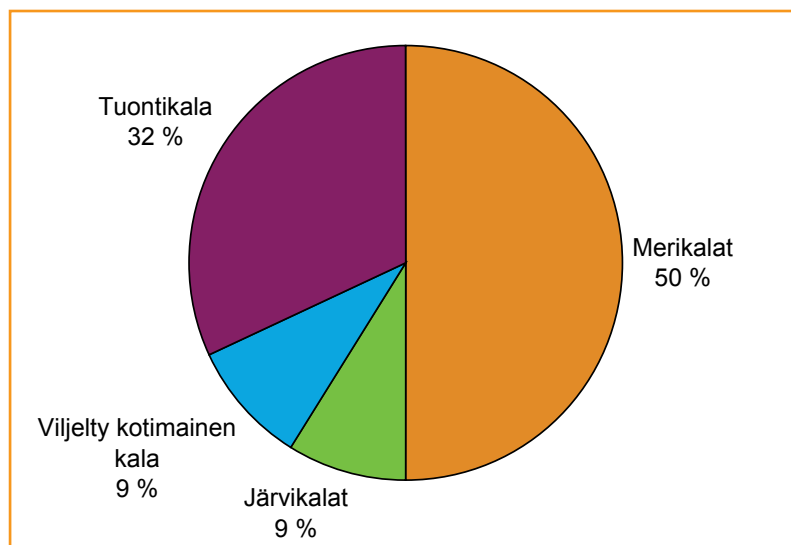
Esiintyminen elintarvikkeissa (1a, 1b, 1c)

Elintarvikkeita, joihin dioksiineja kertyy, ovat kalat, maito ja maitotuotteet, liha ja lihatuotteet sekä munat. Itämeren rasvaiset kalat, kuten silakka ja villi lohi ovat tärkeimmät saantilähteet. Jauhoissa, vihanneksissa ja hedelmissä pitoisuudet ovat hyvin pieniä.

Dioksiinit ja dioksiinien kaltaiset PCB:t elintarvikkeissa (Elintarvikevirasto, 2005) (2, 9)

Elintarvikeryhmä	Kulutus g/päivä	Päivittäinen dioksiinin saanti, pg WHO-TEQ	Päivittäinen dioksiinien kaltaisten PCB:iden saanti, pg WHO-TEQ	Päivittäinen saanti yhteensä pg WHO-TEQ	Osuus kokonais- saannista %
Maito- ja maitotuotteet	385	3,0	1,7	4,7	4
Kananmunat	27	1,3	1,2	2,5	2
Merikalat	6,3	28,9	18,8	47,7	42
Järvikalat	6,3	4,4	4,8	9,2	8
Viljelty kotimainen kala	4,5	2,1	7,2	9,3	8
Tuontikala	17,7	8,8	23,0	31,8	28
Kala yhteensä	34,7	44,2	53,8	98,0	86
Liha ja lihatuotteet	126,1	3,9	2,5	6,4	6
Kasviöljyt	5,7	0,9	0,2	1,1	1
Muut (jauhot, perunat, kasvikset, mustikka, kantarelli)	292	0,4	0,7	1,1	1
Yhteensä		53,6	60,1	113,7	

Dioksiinin ja dioksiinin kaltaisten PCB-yhdisteiden saannin jakautuminen kaloista



EU:ssa on ilmestynyt raportti, johon on maittain lisätty dioksiini- ja PCB-pitoisuuksia elintarvikkeissa. Kala-, liha- ja maitotuotteista tuli eniten ko. yhdisteitä. 2000-luvulla pitoisuudet ovat vähentyneet 16-80 % eri väestöissä (11).

Erityispiirteitä

Dioksiinien pitoisuudet ympäristössä ja siten elintarvikkeissa ovat alentuneet 1970-luvun huippuarvoista merkittävästi, kiitos parantuneiden teollisuuden puhdistustekniikoiden, jätteenpolttolaitosten polttotekniikoiden kehittymisen ja kloorattujen pestisidien tuotannon vähentymisen. Itämeren kalojenkin pitoisuudet alenivat aina 1990-luvun alkuun asti, jonka jälkeen pitoisuuden lasku on tasoittunut.

Eviran tuorein tutkimus Itämeren kalan ja kotimaisen kalan vierasainepitoisuuksista osoittaa dioksiinien pitoisuuksien olevan laskusuunnassa (12).

Dioksiinien ja furaanien ominaisuuksiin kuuluu, että rasvaliukoisina ne kertyvät elimistön rasvoihin. Välttämällä eläinperäistä rasvaa sisältäviä elintarvikkeita välttää myös näitä myrkyjä. Runsaasti kalaa nauttivien tulee syödä vaihtelevasti erilaisia kalalajeja, sekä meri- että järvikaloja. Lisäksi kannattaa ottaa huomioon seuraavat seikat:

- Dioksiineja on silakassa sitä enemmän mitä vanhempi se on, esimerkiksi yli viisivuotisessa silakassa on 3-5 kertaa enemmän dioksiineja kuin 2-vuotiaassa.
- Järvikalassa on vähemmän dioksiineja kuin Itämeren kalassa.
- Kotimaisessa kasvatetussa kirjolohessa ja Norjan lohessa on vähän dioksiineja.
- Jos kirjolohta ruokitaan silakalla, saavuttaa se muutamassa kuukaudessa silakan myrkkypitoisuudet.

Riista

Poroista, erityisesti poron vasoista, ja hylkeistä on mitattu kohonneita dioksiini- ja PCB-pitoisuuksia. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira suosittaa, että hylkeen rasvaa ei käytetä lainkaan ravinnoksi ja hylkeen lihaa syödään korkeintaan 1-2 kertaa kuukaudessa n. 100g.

Terveydelliset hättäväikutukset (2-7, 11)

Kriittinen vaikutus

- Sikiönkehitys: hampaat, luusto, sukupuolielimet ja sukupuolijakauma
- Syöpävaarallinen suurilla altistuksilla
- Mahdollisesti vastustuskyvyn heikkeneminen ja endokriiniset häiriöt (esim. diabetes)
- Pitkäaikaisaltistuksessa pienetkin pitoisuudet ovat merkittäviä, koska dioksiinit ja furaanit kertyvät ihmisen rasvakudokseen ja puoliintumisaika on pitkä (n. 10 vuotta)

Kriittiset altistusryhmät

- Hedelmällisessä iässä olevat ja sitä nuoremmat naiset sekä miehet
- Sikiöt, imeväiset

Terveys- ja hyvinvoinninlaitos THL seuraa orgaanisten ympäristömyrkkujen kertymistä äidinmaitoon (13).

Korkein siedettävä saanti

- 2 pg TEQ/kg rp/vrk, sisältäen dioksiinien kaltaiset PCB-yhdisteet (EU:n Elintarvikkealan tiedekomitea 2000 ja 2001)



Aikuisen arvioitu saanti Suomessa (Evira, 2005)

- 54 pg TEQ/henkilö/vrk
- 114 pg TEQ/henkilö/vrk, kun dioksiinin kaltaisten PCB-yhdisteiden saanti lasketaan mukaan
- EU:ssa aikuisten dioksiinien ja dioksiinien kaltaisten PCBiden saanti vaihteli keskimäärin 0,57-2,54 pg TEQ/kg rp/vrk
- Lasten dioksiinien saannista ei tehty arviota, koska EU-maista kerätyt tutkimustulokset olivat kaikki alle enimmäispitoisuusrajojen (11)

Eniten altistuvat ryhmät

- Kalastajat
- Kalan suurkuluttajat
- Itämeren silakkaa ja lohta tai taimenta yksipuolisesti nauttivat

Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran antama syöntisuositus kalan vierasainepitoisuuksien perusteella

Kalan hyvistä ravitsemuksellisista ominaisuuksista huolimatta Itämerestä, etenkin Pohjanlahdesta ja Suomenlahdesta, peräisin olevaa pyydettyä lohta ja silakkaa syömällä voi altistua tavanomaista suuremmille määrille terveydelle haitallisia dioksiineja ja PCB-yhdisteitä. Näistä syistä lapsille, nuorille ja hedelmällisessä iässä oleville annetaan seuraavat erityissuositukset.

Iso silakka ja pyydetty lohi

- Isoa silakkaa, perkaamattomana yli 17 sentin mittaista silakkaa, voi syödä 1-2 kertaa kuussa tai isolle silakalle vaihtoehtona Itämerestä pyydettyä lohta voi syödä 1-2 kertaa kuussa (annos 100 g). Meri- ja jokitaimen rinnastetaan syöntisuosituksissa Itämerestä pyydettyyn loheen.

7.2 Polyklooratut bifenyylit (PCB)

PCB-yhdisteiden valmistus, käyttö ja maahantuonti on kielletty Suomessa vuodesta 1989 lähtien valtioneuvoston päätöksellä. Sitä ennen PCB:tä valmistettiin teollisesti toisin kuin dioksiineja ja furaaneja. PCB-yhdisteiden keskeisiä käyttötarkoituksia ovat olleet muuntajaöljyt, sähkölaitteet sekä muovien pehmittimet.

Tärkein dioksiinien kaltaisten ja ei dioksiininkaltaisten ns. indikaattori-PCB-yhdisteiden saantilähde on kala.

Erityispiirteitä

PCB-pitoisuuksien odotetaan jatkavan laskuaan vähitellen, koska PCB-yhdisteiden käyttö on kielletty. Kaikkia lähteitä ei kuitenkaan ole vielä hävitetty. Lisäksi on otettava huomioon seuraavat seikat:

- PCB-yhdisteistä voi syntyä tietyissä olosuhteissa dioksiineja ja furaaneja sekä dioksiinien kaltaisia PCB-johdoksia.
- Dioksiineja ja PCB-yhdisteitä löytyy usein samoista elintarvikkeista.
- Dioksiinien ja PCB-yhdisteiden pitoisuuksien vaihtelujen syitä eri elintarvikkeissa ei tunneta.

Terveydelliset haittavaikutukset (2-9)

Kriittinen vaikutus

Dioksiinin kaltaisten PCB-yhdisteiden biologiset vaikutukset ovat pääosin hyvin samanlaisia kuin dioksiinien ja furaanien. Muiden PCB-yhdisteiden terveysvaikutukset ihmisellä ovat kiistanalaisia; epidemiologisten ja kokeellisten tutkimusten perusteella suurten altistusten yhteydessä mahdollisia vaikutuksia ovat:

- Henkisen suorituskyvyn ja kuulon heikkeneminen sikiökauden altistumisen seurauksena
- Syöpävaara
- Vastustuskyvyn aleneminen

Kriittiset altistusryhmät

- Hedelmällisessä iässä olevat ja sitä nuoremmat naiset sekä miehet
- Sikiöt, imeväiset

Korkein siedettävä saanti

- TWI = 14 pg TEQ/kg rp/viikko, jossa mukana myös dioksiinit ja furaanit (3).

Aikuisen arvioitu saanti Suomessa (Evira, 2005)

- 60 pg TEQ/henkilö/vrk

Eniten altistuvat ryhmät

- Kalastajat
- Kalan suurkuluttajat
- Itämeren silakkaa ja lohta tai taimenta yksipuolisesti nauttivat

Lainsäädäntö

Dioksiineja, furaaneja ja PCB-yhdisteitä koskevista sallituista enimmäismääristä säädetään komission asetuksessa (EY) N:o 1881/2006, muutos (EU) N:o 1259/2011.

Elintarvikkeet	Enimmäismäärät		
	Dioksiinien summa (WHO-PCDD/F-TEQ)	Dioksiinien ja dioksiinin kaltaisten PCB-yhdisteiden summa (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ)	Yhdisteiden PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 ja PCB180 (ICES – 6) summa
Liha ja lihatuotteet (lukuun ottamatta syötäviä sivutuotteita), jotka ovat peräisin seuraavista eläimistä: - nautaeläimet ja lampaat - siipikarja - siat	2,5 pg/g rasvaa 1,75 pg/g rasvaa 1,0 pg/g rasvaa	4,0 pg/g rasvaa 3,0 pg/g rasvaa 1,25 pg/g rasvaa	40 ng/g rasvaa 40 ng/g rasvaa 40 ng/g rasvaa
Yllä lueteltujen maaeläinten maksa ja siitä johdetut tuotteet	4,5 pg/g rasvaa	10,0 pg/g rasvaa	40 ng/g rasvaa
Kalanliha ja kalastustuotteet ja niistä saatavat tuotteet, lukuun ottamatta - luonnosta pyydettyä ankeriasta - luonnosta pyydettyä makean veden kalaa, lukuun ottamatta makean veden diadromisia kalalajeja - kalanmaksaa ja siitä johdettuja tuotteita - meren eliöistä saatavaa öljyä Äyriäisiä koskevaa enimmäismäärää sovelletaan raajojen ja vatsapuolen lihaan. Rapujen ja ravun kaltaisten äyriäisten (Brachyura ja Anomura) tapauksessa sitä sovelletaan raajojen lihaan.	3,5 pg/g tuorepainoa	6,5 pg/g tuorepainoa	75 ng/g tuorepainoa
Luonnosta pyydetyn makean veden kalan liha, lukuun ottamatta makean veden diadromisia kalalajeja ja niistä saatavia tuotteita	3,5 pg/g tuorepainoa	6,5 pg/g tuorepainoa	6,5 pg/g tuorepainoa
Luonnosta pyydetyn ankeriaan (Anguilla anguilla) liha ja siitä saatavat tuotteet	3,5 pg/g tuorepainoa	10,0 pg/g tuorepainoa	300 ng/g tuorepainoa
Kalanmaksaa ja siitä johdetut tuotteet, lukuun ottamatta meren eliöistä saatavaa öljyä	-	20,0 pg/g tuorepainoa	200 ng/g tuorepainoa
Meren eliöistä saatava öljy (kalaöljy, kalanmaksäöljy ja muista meren eliöistä saatavat öljyt, jotka on tarkoitettu ihmisravinnoksi)	1,75 pg/g rasvaa	6,0 pg/g rasvaa	200 ng/g rasvaa
Raakamaito ja maitovalmisteet, voirasva mukaan luettuna	2,5 pg/g rasvaa	5,5 pg/g rasvaa	40 ng/g rasvaa
Kananmunat ja munatuotteet	2,5 pg/g rasvaa	5,0 pg/g rasvaa	40 ng/g rasvaa
Seuraavien eläinten rasva: - nautaeläimet ja lampaat - siipikarja - siat	2,5 pg/g rasvaa 1,75 pg/g rasvaa 1,0 pg/g rasvaa	4,0 pg/g rasvaa 3,0 pg/g rasvaa 1,25 pg/g rasvaa	40 ng/g rasvaa 40 ng/g rasvaa 40 ng/g rasvaa
Eläinperäiset sekarasvat	1,5 pg/g rasvaa	2,50 pg/g rasvaa	40 ng/g rasvaa
Kasvirasvat ja -öljyt	0,75 pg/g rasvaa	1,25 pg/g rasvaa	40 ng/g rasvaa
Imeväisten ja pikkulasten ruoat	0,1 pg/g tuorepainoa	0,2 pg/g tuorepainoa	1,0 ng/g tuorepainoa

Suomella ja Ruotsilla on pysyvä poikkeus myydä alueellaan Itämeren alueelta pyydettyä kalaa, vaikka säädöksessä annetut enimmäismäärät ylittyvät.

Näytteenottomenetelmästä ja analyysimenetelmän kriteereistä säädetään komission asetuksessa (EY) N:o 252/2012.

Eviran ohjeessa 16031/1 on annettu kalastustuotteiden tunnistamismerkinnät ja lueteltu kalastustuotteiden mukana lähetettävät asiakirjat. Niissä tulee olla tarvittavat merkinnät toimittamisen rajoituksista, MMM:n asetukset 1368/2011 ja 1369/2011.

Lisäksi komissio on antanut suosituksen tausta-arvojen monitoroinnista 2006/794/EY sekä elintarvikkeiden dioksiinipitoisuuksien alentamisesta 2006/88/EY.

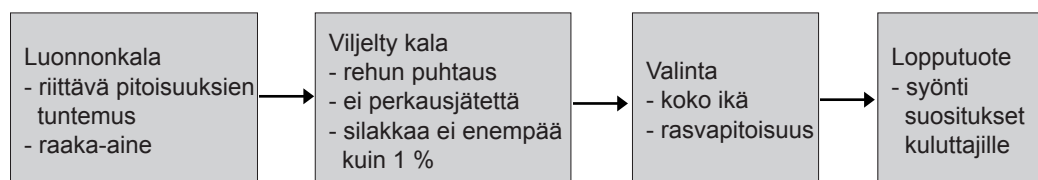
Johtopäätöksiä valvonnasta

Valvontatutkimukset liittyvät lähinnä lainsäädännön kehittämiseen ja EU:n komissiolta ja EFSA:lta tuleviin suosituksiin. Lisäksi on kerrottava mihin toimenpiteisiin on ryhdytty Itämeren alueen kaloista aiheutuvan dioksiinialtistuksen rajoittamiseksi.

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira on antanut vuonna 2004 poikkeuksen kalan yleisille syöntisuosituksille. Kalaa pitää syödä vaihtelevasti, vuoroin järvi- ja merikalaa, mutta Itämerestä pyydettyä isoa silakkaa ja vaihtoehtoisesti lohta tai meritaimenta tulee syödä vain 1-2 kertaa kuukaudessa n. 100 g annos. Silakkaa syövien kannattaa suosia pientä 2-3-vuotista kalaa, pituudeltaan alle 17 cm (10). Valvonnan ja tarkkailun tulee perustua olemassa olevaan tietoon. Tutkimuksia on syytä tehdä silloin, kun on selvä epäily elintarvikkeen, esimerkiksi silakan, tavanomaista suuremmasta dioksiini- ja PCB-pitoisuudesta.

- Dioksiinien ja dioksiinien kaltaisten PCB-yhdisteiden lähteistä, esiintymisestä ja pitoisuuksista eri elintarvikkeissa kerätään lisää tietoa.
- Kallit ja vaativat tutkimukset tulee suunnitella niin, että ne hyödyttävät eri osapuolia: elintarvike- ja ympäristöviranomaisia sekä päästöjä aiheuttavaa teollisuutta.
- Kasvatettujen eläintuotteiden (kalat mukaan lukien) dioksiinien pitoisuuksia tulee ensimmäisessä vaiheessa alentaa tarkastamalla rehujen dioksiinipitoisuudet
- Luonnonkalalle tarvittaessa syöntisuosituksia, kun saastuminen tunnetaan.
- Hylkeen lihan korkeista dioksiini- ja PCB-pitoisuuksista informoiminen

Vedestä vadille – Valvonnan kriittiset pisteet



Kemialliseen turvallisuuteen liittyvässä valvonnassa paikallisen elintarvikeviranomaisen tulisi aktiivisesti eri tavoin selvittää ympäristön tilaa ja sitä mahdollisesti kuormittavia tekijöitä ja tarvittaessa neuvoa toimijoita tutkituttamaan käytettyjä raaka-aineita omavalvonnassaan.

Suomi jatkossakin valvoo, että silliä, lohta, taimenta, isoa silakkaa tai nahkiaista ei markkinoida muissa jäsenmaissa, jos niiden dioksiini- ja PCB pitoisuudet ylittävät enimmäispitoisuusrajat. Suomen tulee antaa kuluttajille tietoa kalan syöntirajoituksesta ja vuosittain tiedottaa sen onnistumisesta komissiolle.

Lähteet:

- 1a. EFSA Journal 2010; 8 (7) 1701
- 1b. EFSA Journal 2012; 10 (7) 2832
- 1c. Ympäristö ja terveys -lehti 3/2000
2. Eviran internetsivut, dioksiinin saanti.
[http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/elintarviketietoa/vierasaineet/dioksiinin_saanti]
3. Opinion of the SCF on the Risk Assessment of Dioxins and Dioxin-like PCBs in Food 23.11.2000 and 30.5.2001
4. Consultation on assessment of the health risks of dioxins; re-evaluation of the tolerable daily intake (TDI): Executive Summary. Food Additives and Contaminants 17 (4), 223-240, 2000.
5. Alaluusua S., Lukinmaa P.-L. Developmental dental toxicity of dioxins and related compounds – a review. International Dental Journal 56, 323-331, 2006
6. Giesy JP, Kannan K.; Dioxin-like and non-dioxin-like toxic effects of PCBs: Implications for risk assessment. Crit. Rev. Toxicol. 28, 511-569, 1998
7. WHO, Technical Report Series, No. 909, 2002
8. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to the presence of non dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCB) in feed and food. The EFSA Journal 284, 1-137, 2005
[http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/Scientific_Opinion/contam_op_ej284_ndl-pcb_en1.pdf?ssbinary=true]
9. A. Hallikainen, R. Parmanne, H. Kiviranta, T. Vartiainen. Voiko silakkaa edelleen syödä? Dioksiinin saanti elintarvikkeista arvioitu uudelleen. Duodecim 122; 2006: 801-804.
10. Kalaa vaihdellen kaksi kertaa viikossa, Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, 2007
[<http://www.evira.fi/uploads/WebShopFiles/1198144332430.pdf>]
11. EFSA Journal 2012; 10 (12): 2983
12. A. Hallikainen, R. Airaksinen, P. Rantakokko, J. Koponen, J. Mannio, P. J. Vuorinen, T. Jääskeläinen and H. Kiviranta: Environmental pollutants in Baltic sea fish and other domestic fish: PCDD/F, PCB, PBDE. PFC and OT compounds, Evira Research reports 2/2011, 1-101
13. http://www.thl.fi/fi_FI/web/fi/aiheet/tietopakettit/ymparistomyrkyt/tarkemmin/dioksiinit_pcbt

8 Polybromatut palontorjunta-aineet

Palonestoaineina esimerkiksi muoveissa, sisustustekstiileissä, rakennusten eristämateriaaleissa sekä sähkö- ja elektroniikkatuotteissa käytetään nykyisin pääasiassa bromia sisältäviä orgaanisia yhdisteitä. Näihin luetaan mm. polybromatut difenyylieetterit (PBDE), tetrabromobisfenoli-A (TBBPA), heksabromosyklododekaani (HBCD), heksabromobentseeni (HBB), tris(2,3-dibromopropyli)fosfaatti (TDBPP) ja dibromoneopentyylyglykoli (DBNPG). Ne eivät useinkaan sitoudu kemiallisesti polymeereihin tekstiileissä tai muoveissa, vaan voivat haihtua tai tihkua niistä irti tuotteiden valmistuksen, varastoinnin, käytön ja hävittämisen aikana saastuttaen täten ympäristöä. Niitä onkin löydetty niin luonnonvaraisten eläinten kuin ihmistenkin veri- ja rasvakudosnäytteistä. Palonestoaineille on ehdotettu nimeämisjärjestelmää, jolla voidaan tunnistaa kaikki käytössä olevat yhdisteet, joiden määrä on jatkuvasti lisääntynyt (17).

Erityispiirteitä (1, 2)

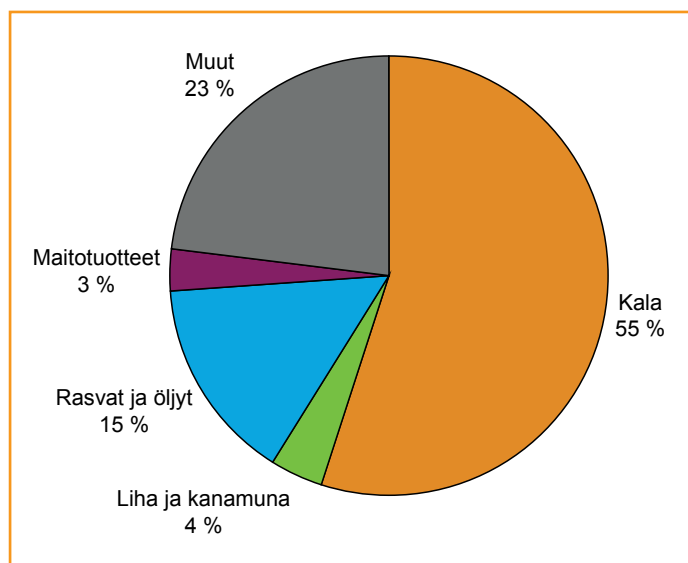
- Osa bromatuista palontorjunta-aineista on luonnossa pysyviä ja bioakkumuloituvia (esim. PBDE, HBB, TBBPA, HBCD).
- PBDE:t voivat muuntua esim. tulipaloissa bromatuiksi dioksiineiksi ja furaaneiksi.
- Brominoidut palontorjunta-aineet toimivat yleisesti hormonihäirikköinä elimistössä.
- TDBPP ja DBNPG ovat genotoksisia karsinogeneeneja.
- Toisin kuin dioksiineilla, bromattujen palontorjunta-aineiden pitoisuudet eivät ole laskusuunnassa.

Saanti (3)

Keskeiset altistumlähteet bromatuille palontorjunta-aineille ovat ravinto, huonepöly sekä työssä altistuminen.

Elintarvikkeista tärkein saantilähde on ilmeisesti kala, mutta useiden yhdisteiden osalta pitoisuusmittauksia on niukalti tai ei lainkaan. Suomessa on mitattu toistaiseksi vain PBDE-pitoisuuksia elintarvikkeista, mutta niistäkin kaivataan lisää tutkimustuloksia.

PBDE-saannin jakautuminen elintarvikkeista Suomessa (3)



Tämä saantiarvio perustuu viiteen runsaimmin esiintyvän PBDE-johdoksen yhteispitoisuuteen. "Muut" sisältää: jauhot, juurekset, vihannekset, hedelmät ja marjat sekä virvoitusjuomat.

PBDE-saannin jakautuminen kotimaisista kaloista (4)

	Laji	N	Pitoisuus keski-arvo ng/g	Kulutus keski-arvo g/vrk	Saanti ng/vrk
Merikalat	Kilohaili	5	0,86	0,00	0,00
	Siika	2	2,00	0,36	0,72
	Silakka	65	1,46	1,10	1,61
	Kampela	1	1,20	0,00	0,00
	Made	1	0,13	0,03	0,00
	Hauki	2	0,26	0,55	0,14
	Kuha	2	0,60	0,22	0,13
	Ahven	2	0,52	0,58	0,30
	Lohi	2	6,81	0,11	0,75
	Yhteensä				2,95
Järvikalat	Siika	2	1,78	0,47	0,84
	Muikku	3	2,02	1,59	3,21
	Ahven	2	0,93	1,34	1,25
	Made	1	0,13	0,14	0,02
	Lahna	2	0,43	0,30	0,13
	Hauki	2	0,48	1,48	0,71
	Kuha	2	0,63	0,58	0,37
	Yhteensä				5,90
Kasvatetut kalat	Kirjolohi	4	1,78	2,41	4,29
	Siika	1	0,93	0,36	0,34
	Yhteensä			2,77	4,63
Kaikki	Yhteensä			11,62	14,80

Terveydelliset häirtävaikutukset (1-3, 5-14)

Kriittinen vaikutus

- Koe-eläimillä näiden yhdisteiden akuutti toksisuus on alhainen. Ne ovat sitä vastoin usein potentteja hormonihäiriöitä häiriten erityisesti estrogeeni-, androgeeni- ja kilpirauhashormonitasapainoa.
- Koe-eläimillä on lisäksi todettu vaikutuksia oppimiseen, muistiin ja käyttäytymiseen.
- PBDE-yhdisteet voivat vahvistaa PCB-yhdisteiden ja metyylielohopean kehityshäiriöihin liittyviä vaikutuksia, ja niiden on todettu heikentävän lintujen pesimätulosta luonnossa

Suomalaisen aikuisen arvioitu saanti elintarvikkeista

- Tällä hetkellä vain PBDE:stä arvio: 43 ng/henkilö/vrk (3)

Eniten ravinnon kautta altistuvat ryhmät (PBDE)

- Kalastajat
- Kalan suurkuluttajat
- Imeväiset äidin maidosta (15)

EFSA on hiljattain lausunut näkemyksensä (opinion) 17 palontorjunta-aineesta. Tärkein johtopäätös oli, että tietovaje on näiden aineiden osalta suuri ja tutkimustarve siten kiireinen.

Lainsäädäntö

Kotimaista lainsäädäntöä ei näiden aineiden osalta ole. Asia on kuitenkin ollut esillä EU:n vierasainelainsäädäntöryhmässä, ja HBCD on tarkoitus kieltää EU:ssa v. 2015 REACH-ohjelman puitteissa. Suurin osa PBDE-yhdisteistä on nykyään EU:ssa kiellettyjä.

Johtopäätöksiä valvonnasta

Bromattujen palontorjunta-aineiden pitoisuuksista suomalaisissa elintarvikkeissa tulee lähitulevaisuudessa tehdä lisäkartoituksia lainsäädäntötyötä varten.

Eviran EU-kalat II-hanke antoikattavan kuvan kotimaisen kalan PBDE-pitoisuuksista (16).

Lähteet:

1. IPCS, 1994, Brominated diphenyl ethers. Env. Health Criteria 162. WHO, Geneva
2. Darnerud P.O., Eriksen G.S., Jóhannesson T., Larsen P.B., Viluksela M. Polybrominated diphenyl ethers: occurrence, dietary exposure and toxicology. Environmental Health Perspectives. Suppl. 1, 49-68. 2001.
3. H. Kiviranta, M.-L. Ovaskainen and T. Vartiainen. Market basket study on dietary intake of PCDD/Fs, PCBs, and PBDEs in Finland. Environment International 30 (7); 2004: 923-932.
4. Eviran arviointi, julkaisematon lähde
5. Vonderheide A.P., Mueller K.E., Meija J., Welsh G.L.: Polybrominated diphenyl ethers: Causes for concern and knowledge gaps regarding environmental distribution, fate and toxicity. Sci. Tot. Environ. 2008 (in press).
6. WHO, Technical Report Series, No. 930, 2006
7. WHO, Food Additives Series, No. 55, 2006
8. VKM, Risikovurdering av PBDE, 2005
9. The EFSA Journal 2011; 9 (5): 2156 (PBDE)
10. EFSA Journal 2012; 10 (10): 2908 (Emerging and Novel)
11. EFSA Journal 2012; 10 (4): 2634 (Brominated Phenols)
12. EFSA Journal 2011; 9 (12): 2477 (TBBPA)
13. EFSA Journal 2011; 9 (7): 2296 (HBCDD)
14. EFSA Journal 2010; 8 (10): 1789 (PBB)
15. http://www.thl.fi/fi_FI/web/fi/aiheet/tietopaketti/ymparistomyrkyt/tarkemmin/bromatut
16. A. Hallikainen, R. Airaksinen, P. Rantakokko, J. Koponen, J. Mannio, P. J. Vuorinen, T. Jääskeläinen and H. Kiviranta: Environmental pollutants in Baltic sea fish and other domestic fish: PCDD/F, PCB, PBDE, PFC and OT compounds, Evira Research reports 2/2011, 1-101
17. Åke Bergman et al. A novel abbreviation standard for organobromine, organochlorine and organophosphorus flame retardants and some characteristics of the chemicals. Environment International 49 (2012) 57-82

9 Orgaaniset tinayhdisteet

Orgaanisia tinayhdisteitä (OT-yhdisteitä) tunnetaan nykyisin yli 800, jotka ovat lähes kokonaan syntyneet ihmisen toiminnan seurauksena. Suurimmat päästöt ovat aiheutuneet laivojen ja veneiden pohjamaaleissa (ns. antifouling-maaleissa) käytetyistä tributyylitinasta (TBT) ja trifenyylitinasta (TPhT). Maalien lisäksi OT-yhdisteitä on käytetty mm. massa- ja paperiteollisuuden liman- ja homeentorjuntaan, puutavaran suojaukseen sekä maataloudessa kasvinsuojeluaineena. Dibutyylitinaa (DBT) ja monobutyylitinaa (MBT) käytetään edelleen mm. PVC-muovin valmistuksessa stabilisaattorina sekä erilaisissa liimoissa, maaleissa ja saumausmassoissa.

OT-yhdisteitä esiintyy laajoilla alueilla rannikkomme merenpohjan sedimenteissä. Liikantuneiden alueiden laajuudesta ja OT-yhdisteiden pitoisuuksien jakautumisesta tarvitaan lisätietoa. Myös tiedot päästölähteistä ovat puutteellisia erityisesti TPhT:n ja sisävesien osalta. Vireillä on useita aiheita koskevia selvityksiä, joten tiedot täydentyvät koko ajan. Merisedimentit erityisesti satamien, pienvenesatamien, telakoiden ja laivaväylien läheisyydessä ovat yleisesti kuormittuneet OT-yhdisteillä antifouling-maalien takia. Myös sisävesien sedimenttien saastumistilanne tunnetaan huonosti, mutta suuremmat saastumiset johtuvat ilmeisesti aineiden muista käyttötarkoituksista.

Erityispiirteitä

OT-yhdisteet hajoavat sedimenteissä hitaasti ja sitoutuvat tiukasti orgaaniseen ainekseen. TBT ja TPhT ovat monille vesielioille erittäin myrkyllisiä. Niillä on taipumus kertyä eliöihin, mutta niiden rikastumistaipumuksessa on selkeitä eroja. TBT poistuu elimistöstä melko nopeasti altistuksen päättyessä, eli eliön siirtyessä puhtaaseen ympäristöön ja puhtaaseen ravintoon. Lisäksi monilla eliölajeilla on kyky aktiivisesti poistaa TBT:aa aineenvaihdunnan kautta. TPhT näyttää olevan selvästi kertyvämpi kaloihin ja sen metabolia kaloissa on heikompaa kuin TBT:n.

OT-yhdisteillä on eliöille mm. hormonitoiminnan häiriöitä aiheuttavia ominaisuuksia. Erityisesti TPhT:n on viimeaikaisissa tutkimuksissa todettu kertyvän kaloihin. Toisaalta OT-yhdisteiden tiedetään muuntuvan ja hajoavan ajan myötä ympäristön kannalta haitattomampaan muotoon. Tiedot hajoamisnopeudesta erityisesti Suomen olosuhteissa ovat toistaiseksi puutteellisia.

Esiintyminen ravinnossa (1, 2, 3, 8)

Ihminen voi altistua OT-yhdisteille Suomessa pääasiassa ravinnon kautta, käytännössä syömällä kalaa. OT-yhdisteitä on kuitenkin löydetty myös monista muovituotteista ja niiden on havaittu siirtyvän jossain määrin elintarvikkeisiin. Tätä kautta ihmiset voivat altistua myös muovien stabilointiaineina ja valmistuksessa katalyytteinä käytetyille OT-yhdisteille.

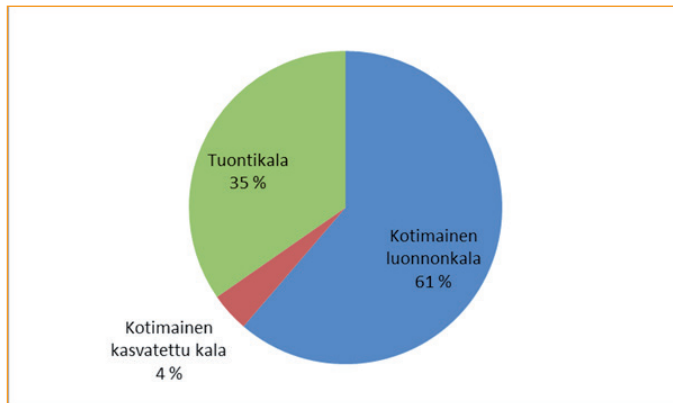
Kalastajilla ja heidän perheenjäsenillään on suoritettu tutkimus, jonka mukaan OT-yhdisteiden pitoisuudet ihmisen veressä ovat hyvin matalia (vain TPhT havaittiin 12 % koehenkilöillä), mutta niillä on kuitenkin yhteys kalankulutukseen. Käytettävissä olevan tiedon perusteella keskimääräinen saanti on väestötasolla vain joitakin prosentteja EFSA:n suosittelemasta turvallisesta päiväannoksesta.

Orgaanisten tinayhdisteiden arvioitu saanti kotimaisista kaloista ja tuontikaloista (2)

	Laji	N	Pitoisuus, µg/g*	Kulutus, g/vrk	Saanti, µg/ruumiin painokiloa kohti päivässä
Kotimainen luonnontkala	Silakka	20	0,013	1,1	0,00024
	Hauki	10	0,012	2,0	0,00042
	Ahven	13	0,016	1,9	0,00052
	Muikku	4	0,0019	1,6	0,000053
	Siika	7	0,0045	0,82	0,000062
	Kuha	8	0,031	0,79	0,00041
	Lohi, taimen, kirjolohi, harjus, turska	6	0,011	0,96	0,00018
	Made	5	0,0059	0,16	0,000016
	Kilohaili	3	0,0089	-	-
	Kampela	2	0,0081	-	-
	Lahna, särki, säyne	6	0,0080	0,60	0,000081
	Muut	-	-	0,055	-
	Kotimainen luonnontkala yhteensä	84		10	0,0020
Kotimainen kasvatettu kala	Kirjolohi	4	0,0023	2,9	0,00011
	Muut	3	0,0024	0,47	0,000018
	Kotimainen kasvatettu kala yhteensä	7		3,3	0,00013
Tuontikala	Lohi ja kirjolohi	7	0,0032	10	0,00054
	Tonnikala	10	0,0022	4,7	0,00017
	Sei	3	0,0013	1,1	0,000024
	Katkarapu	5	0,00085	1,6	0,000023
	Silakka- ja sardiini-säilykkeet	6	0,0030	1,4	0,000068
	Muut	21	0,0014	13	0,00029
	Tuontikala yhteensä	52		32	0,0011
Kaikki	Yhteensä	143	0,0068	45	0,0032

* TBT:n, DBT:n, TPhT:n ja DOT:n summa tuorepainoa kohti laskettuna.

Orgaanisten tinayhdisteiden saannin jakautuminen (1, 2)



Syksyllä 2008 julkaistiin Eviran koordinoima tutkimus OT-yhdisteiden pitoisuuksista suomalaisissa meri- ja järvikaloissa (1a). Keskimääräisesti järvikalojen OT-pitoisuudet ovat vain kymmenesosa merikaloiden pitoisuuksista. Pahoin saastuneilta merialueilta, kuten erityisesti Helsingin Vanhankaupunginlahdelta, pyydetyistä kaloista voidaan mitata jopa kymmenen kertaa suurempia pitoisuuksia kuin merialueilta keskimäärin (1b).

Tärkeimmät saannin lähteet ovat (1, 2, 9)

- Ahven
- Tuontilohi
- Kirjolohi

Terveydelliset häirtävaikutukset (4-8)

Kriittinen vaikutus

- Vastustuskyvyn heikkeneminen.
- Hormonitoimintaa häiritsevä vaikutus. Meressä elävillä kotiloilla on havaittu naaraisten maskuliinisoitumista eli urospuolisten sukuelinten kehittymistä naaraisiin (imposex-ilmio).

Muita toksisia vaikutuksia:

- Lisää rasvakudoksen määrää elimistössä.
- TBT:n akuutteihin myrkytysoireisiin kuuluvat ihon ja hengitysteiden ärsytys.
- TPhT on hermostoon vaikuttava myrky.

Korkein siedettävä saanti

- Euroopan elintarvikkeiden turvallisuudesta vastaavan viranomaisen, EFSA:n, riskinarviossa immunotoksisuus oli OT-yhdisteiden merkittävin häirtävaikutus. Koska tributyylitinan, dibutyylitinan, trifenyylitinan ja dioktyylitinan (DOT) immunotoksiset mekanismit ovat samankaltaisia, EFSA päätyi suosittelemaan korkeimmaksi siedettäväksi päivittäiseksi saanniksi 0,25 µg/kg rp/vrk TBT:n, DBT:n, TPhT:n ja DOT:n summalle. Tämä katsottiin perustelluksi, koska yhteisvaikutuksista ei ole spesifisiä tutkimuksia.

Arvioitu saanti (2)

- Kotimaisesta kalasta ja tuontikalasta saatavien TBT:n, DBT:n, TPhT:n ja DOT:n summauksi suomalaisella aikuisella on keskimäärin arvioitu 3,2 ng/kg rp/vrk, mikä on 1,3 % EFSA:n suosituksesta (TDI = 250 ng/kg rp/vrk).

Eniten altistuvat ryhmät

- Kalan suurkuluttajat ja harrastekalastajat, jotka pyytävät kalaa saastuneilta vesiltä.

Lainsäädäntö

Elintarvikkeiden OT-yhdisteiden määrille ei ole EU:ssa asetettu enimmäispitoisuusrajoja. OT-yhdisteiden sääntely ympäristössä ja elintarvikkeiden tutkimukset sääntelyn pohjaksi ovat kuitenkin lähteneet liikkeelle EU:ssa vuonna 2001.

TBT-pitoisten maalien käyttö antifouling-aineena on kielletty Suomessa jo vuodesta 1991 alle 25 m pitkissä aluksissa. Vuoden 2003 alusta lähtien kaikkien alusten käsittely OT-yhdisteillä kiellettiin Suomessa valtioneuvoston asetuksella (871/2002), joka pani täytäntöön EU:n direktiivin muutoksen 2002/62/EY.

EU on myös toimeenpannut Kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n yleissopimuksen kemikaalien käytön kieltäjä ja rajoituksia koskevan direktiivin muutoksella 2002/6/EY sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksella orgaanisten tinayhdisteiden kieltämisestä aluksissa (EY) N:o 782/2003. Vuoden 2008 alusta lähtien OT-yhdisteitä sisältävät maalit on pitänyt poistaa tai peittomaalata EU:n lipun alla purjehtivissa ja muualta EU:n satamiin saapuvista aluksista.

OT-yhdisteiden käyttöä rajoitetaan myös EU:n vesipuitedirektiivillä 2000/60/EY. Direktiivin liitteessä on lueteltu yhteisötason prioriteettiaineet, jotka on määritetty Euroopan parlamentin ja neuvoston päätöksellä 2455/2001/EY. Direktiivi velvoittaa jäsenmaita ottamaan käyttöön toimenpiteet, joiden tavoitteena on vähentää asteittain prioriteettiaineiden päästöistä tai häviöistä aiheutuvaa pilaantumista sekä lopettaa kerralla tai vaiheittain vaarallisten prioriteettiaineiden päästöt ja häviöt. TBT-yhdisteet kuuluvat direktiivin liitteessä mainittuihin 11 vaaralliseen prioriteettiaineeseen.

Trifenyylitinan torjunta-ainekäyttö lakkasi EU-alueella vuonna 2002, kun valmisteiden hakemuksia ei hyväksytty (PPP-direktiivi 91/414/ETY). Kaikkien organotinayhdisteiden biosidikäyttö päättyi EU:n jäsenmaissa syksyllä 2006, koska niitä ei haettu EU:n biosididirektiivin (98/8/EY) mukaiseen arviointiohjelmaan.

Johtopäätöksiä valvonnasta

- On tärkeää, että Itämeren OT-yhdisteiden tilanteesta saataisiin selkeä kuva ja mahdollisimman pitkälle myös yhtenäiset menettelytavat ruoppausmassojen läjityksissä. Itämeren maista ainoastaan Suomella, Tanskalla ja Saksalla on laatukriteerit mereen läjitettävien ruoppausmassojen TBT-pitoisuuksille.
- OT-yhdisteiden hajoamisnopeuden tunteminen on oleellista mm. kunnostus- ja riskienhallintatoimien tarpeen arvioinnin ja toimien suunnittelun kannalta.
- Elintarviketurvallisuusvirasto Evira julkaisi tutkimuksen orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuuksista Suomen meri- ja järvikaloissa syksyllä 2008 yhteistyössä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL), Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) ja Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) kanssa.
- TBT:n ja TPhT:n sekä niiden hajoamistuotteiden pitoisuudet eri kalalajien lihaksessa ja maksassa osoittavat, että ahvenen lihan kokoomänäytteet sopivat hyvin vesistöjen alueellisen OT-kontaminaation ja alueellisen kalasta saatavan OT-altistuksen arviointiin sekä Itämeressä että järviolueilla.
- Jatkossa on kiinnitettävä valvonnassa huomiota myös tuontikalan puhtauteen, erityisesti tonnikala- ja sardiinisäilykkeisiin. Altistumista koskevien tietojen täydentämistä pidetään tarpeellisena, jotta tunnetaan paremmin kalan syöntisuositusten antamisen tarve paikallisesti pahoin saastuneilla alueilla.

Lähteet:

- 1a. Hallikainen A., Airaksinen R., Rantakokko P., Vuorinen P.J., Mannio J., Lappalainen A., Vihervuori A., Vartiainen T. Orgaanisten tinayhdisteiden pitoisuudet Itämeren kalassa ja kotimaisessa järvikalassa, Eviran tutkimuksia 6/2008
- 1b. A. Hallikainen, R. Airaksinen, P. Rantakokko, J. Koponen, J. Mannio, P. J. Vuorinen, T. Jääskeläinen and H. Kiviranta: Environmental pollutants in Baltic sea fish and other domestic fish: PCDD/F, PCB, PBDE, PFC and OT compounds, Evira Research reports 2/2011, 1-101
2. R. Airaksinen, P. Rantakokko, A.W. Turunen, T. Vartiainen, P. J. Vuorinen, A. Lappalainen, A. Vihervuori, J. Mannio and A. Hallikainen: Organotin intake through fish consumption in Finland. Environmental Research (2010) 110 (6): 544-547
3. Orgaaniset tinayhdisteet Suomen vesialueilla. Ympäristöministeriön työryhmän mietintö. 17.2.2006
4. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission to assess the health risks to consumers associated with exposure to organotins in foodstuffs. The EFSA Journal (2004) 102, 1-119.
5. Rantakokko P., Kuningas T., Saastamoinen K. & Vartiainen T. Dietary intake of organotin compounds in Finland: A market-basket study. Food Additives and Contaminants (2006) 23, 749 – 756.
6. Grote, K., Andrade, A.J.M., Grande, S.W., Kuriyama, S.N., Talsness, C.E., Appel, K., Chahoud, I., Effects of peripubertal exposure to triphenyltin on female sexual development of the rat. Toxicology (2006) 222, 17-24.
7. Grün, F., Watanabe, H., Zamanian, Z., Maeda, L., Arima, K., Chubacha, R., Gardiner, D.M., Kanno, J., Iguchi, T., Blumberg, B. Endocrine disrupting organotin compounds are potent inducers of adipogenesis in vertebrates. Molecular Endocrinology. (2006) 20, 2141-2155
8. Rantakokko P, Turunen A, Verkasalo PK, Kiviranta H, Männistö S, Vartiainen T. Blood levels of organotin compounds and their relation to fish consumption in Finland. Science of the Total Environment (2008) 399, 90-95.
9. P. Rantakokko, A. Hallikainen, R. Airaksinen, P. Vuorinen, A. Lappalainen, J. Mannio, T. Vartiainen: Perch (*perca fluviatilis*) as an indicator of organotin contamination in the Finnish inland waters and Finnish coast of the Baltic sea, Science of the Total Environment 408 (2010) 2474-2481

10 Perfluoratut alkyylaineet (PFAS)

Perfluoratut alkyylaineet käsittävät useita satoja yhdisteitä, jotka voidaan jakaa 23 ryhmään. Merkittävimmät näistä ovat perfluorosulfonaatit (PFOS-yhdisteet) ja karboksylaattit (PFOA). Perfluorattuja alkyylaineita on käytetty esimerkiksi likaa ja kosteutta hylkivinä tekstiilien, paperituotteiden ja elintarvikkeiden pakkausmateriaalien pintakäsittelyaineina, sammutusvaahdoissa, metallien pinnoituksessa, elektroniikkateollisuuden apuaineena, maaleissa ja vahoissa. Moniin käyttöihin on vaikea löytää korvaavia aineita. Siitä syystä PFOS-yhdisteitä tuotetaan paljon Euroopassa.

PFAS-yhdisteiden luokittelemiseksi ja nimeämiseksi on toivottu yhtenäistä käytäntöä, mutta se ei ole vielä vakiintunut. Tämä hankaloittaa aineiden aiheuttaman riskin arvioimista. OECD on julkaissut vuonna 2007 ajankohtaisen luettelon perfluoratuista yhdisteistä ja niiden kemiallisista nimistä (5).

Esiintyminen elintarvikkeissa (1, 2, 4)

PFAS-yhdisteiden pitoisuuksia elintarvikkeissa ei ole toistaiseksi mitattu kattavasti, mutta kala vaikuttaa olevan tärkein saantilähde. Kuitenkin suuri osa yhdisteistä kertyy kalan maksaan (4). Myös perunoista, säilykehedelmistä, kananmunista, maidosta ja sokerista on havaittu PFAS-yhdisteitä. Juomavedessä esiintyy hyvin pieniä määriä PFAS-yhdisteitä (alle 0,5 % kokonaissaannista). PFOS-pitoisuudet ovat yleensä suurempia kuin PFOA-pitoisuudet elintarvikkeissa.

Erityispiirteitä

PFAS-yhdisteet ovat erittäin pysyviä, käytännössä lähes hajoamattomia, esiintyvät laajalti ympäristössä ja ovat biokertyviä.

Muista pysyvistä organohalogeniyhdisteistä poiketen PFAS-yhdisteet eivät ole rasvaliukoisia, joten ne eivät kerry rasvakudokseen. Sen sijaan ne sitoutuvat veriplasman proteiineihin, ovat sekä hydrofobisia että lipofobisia ja voimakkaasti pinta-aktiivisia.

Pysyviä orgaanisia yhdisteitä rajoittavan maailmanlaajuisen Tukholman yleissopimuksen uusia aineita arvioiva komitea on todennut PFOS-yhdisteiden täyttävän kaukokulkeutuvan POP-yhdisteen kriteerit ja ehdottanut maailmanlaajuisia käytön rajoituksia. PFOS-tuotanto onkin kielletty EU:ssa.

Terveydelliset häiritsevät vaikutukset (2, 3)

PFOS

Kriittinen vaikutus

- Kilpirauhashormonipitoisuuksien muutokset
- Maksasolujen hypertrofia, maksatoksisuus
- Lipidiaineenvaihdunnan muutokset
- Kehityshäiriöt (keuhkot)

Korkein siedettävä saanti

- TDI = 150 ng/kg rp/vrk (EFSA 2008)

Arvioitu saanti elintarvikkeista

- 60 ng/kg rp/vrk

PFOA

Kriittinen vaikutus

- Maksasolujen hypertrofia, maksatoksisuus
- Lipidiaineenvaihdunnan muutokset
- Kehityshäiriöt

Korkein siedettävä saanti

- TDI = 1,5 µg/kg rp/vrk (EFSA 2008)

Arvioitu saanti elintarvikkeista

- 2 ng/kg rp/vrk

Lainsäädäntö

PFAS-yhdisteiden enimmäismääriä elintarvikkeisiin ei ole asetettu.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä 2006/122/EY kielletään, eräin poikkeuksin, PFOS-yhdisteiden ja niitä sisältävien tuotteiden markkinoille saattaminen ja käyttö. Direktiivi on Suomessa pantu toimeen valtioneuvoston asetuksella n:o 19/2008.

Johtopäätöksiä valvonnasta

PFAS-yhdisteiden nimeämis- ja luokittelukäytännöt tulisi yhtenäistää. Tiedot PFAS-yhdisteiden terveysvaikutuksista ja esiintymisestä elintarvikkeissa eivät ole vielä tarpeeksi kattavia. Kotimaisen kalan lihaksen ja maksan PFAS-pitoisuuksia tutkittiin ensimmäistä kertaa kattavasti Eviran koordinoimassa ja MMM:n rahoittamassa EU-kalat II yhteistyöprojektissa (2009–2010) (4).

Lähteet:

1. K. Korkki, Perfluorattujen alkyliaineiden (PFAS) aiheuttamat ympäristöriskit Suomessa, Suomen Ympäristö 14/2006
2. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain, Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts, The EFSA Journal (2008) 653, 1-131
3. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its second meeting. Risk profile on perfluorooctane sulfonate 2006. UNEP/POPS/POPRC.2/17/Add.5
4. A. Hallikainen, R. Airaksinen, P. Rantakokko, J. Koponen, J. Mannio, P. J. Vuorinen, T. Jääskeläinen and H. Kiviranta: Environmental pollutants in Baltic sea fish and other domestic fish: PCDD/F, PCB, PBDE. PFC and OT compounds, Evira Research reports 2/2011, 1-101
5. Lists of PFOS, PFAS, PFOA, PFCA, Related compounds and chemicals that may degrade to BFCA (as revised in 2007), ENV/JM/MONO (2006) 15, OECD/Paris 2007

11 Homemyrkyt

Homemyrkyt, mykotoksiinit, ovat homesienten tuottamia terveydelle haitallisia aineita. Kaikki homeet eivät kuitenkaan tuota myrkkyyä, vaan tietyt lajit silloin, kun olosuhteet, esimerkiksi kosteus ja lämpötila ovat sopivat. Suomalaista alkuperää olevissa elintarvikkeissa saattaa esiintyä sellaisia homemyrkkyyä, joita muodostuu kosteassa ja kylmässä ilmastossa. Elintarvikkeet, jotka ovat kokonaan tai osittain muualla tuotettuja, voivat sisältää erilaisia homemyrkkyyä alkuperämaasta ja kuljetusolosuhteista riippuen. Ilmaston lämpeneminen voi muuttaa homemyrkkyyjen esiintyvyyttä tulevaisuudessa.

Jos viljapellolla kasvavassa viljassa on homemyrkkyyä muodostavaa homesientä, saattaa homemyrkkyyä muodostua jo kasvupaikalla ja edelleen viljavarastossa. Jos taas kuiva vilja pääsee kastumaan varastossa, voi homemyrkkyyä muodostua varastoinnin aikana.

Koska vilja on myös tärkeä eläinten rehu ja rehujen raaka-aine, saattavat eläimet saada rehussa esiintyviä homemyrkkyyä. Eläimessä homemyrkyt voivat aikaa myöten kerääntyä kudoksiin ja joutua tätä kautta maitoon ja moniin elintarvikkeisiin. Samassa elintarvikkeessa ja viljassa voi esiintyä yhtä aikaa useita homemyrkkyyä. Elintarvikkeiden kuumentaminen tai prosessointi ei välttämättä tuhoa niitä.

Elintarvikkeissa ja niiden raaka-aineissa esiintyviä homemyrkkyyä

Homemyrkyt	Raaka-aine	Elintarvike
Aflatoksiinit	Pähkinät, Mantelit, Basmatiriisi	Pähkinävalmisteet, mysli, suklaa, leivonnaiset, konditoria- tuotteet ym.
Aflatoksiinit, Okratoksiini, Deoksinivalenoli, Zearalenoni T-2 ja HT-2 toksiinit, Fumonisiini	Vilja	Leipä, leipomotuotteet, mysli, puurojauhot, olut, maissihiutaleet ym.
Okratoksiini	Viinirypäle	Rypälemehu, viini, rusi- na
Okratoksiini	Raakakahvi	Paahdettu kahvi, pi- kakahvi
Patuliini	Omena	Omenamehu- ja sose
Aflatoksiinit, Okratoksiini, Deoksinivalenoli, Zearalenoni, T-2 ja HT-2 toksiinit, Fumonisiini	Rehu	Munuaiset Maito ja maitovalmis- teet, ym.

Tärkeitä toimenpiteitä homemyrkkujen hallintaan

(Vilja-alan yhteistyöryhmän suositus)

1. Käytä hyvälaatuisia ja peitattua kylvösiementä.
2. Valitse laonkestävä ja riittävän aikainen lajike viljelyvyöhykkeeseen nähden. Myöhäinen lajike lisää toksiiniriskiä, koska kasvukauden pitkittyminen lisää lakoriskiä ja epävarmuutta sadonkorjuuajan säästä.
3. Pidä huolta hyvästä viljelykierrosta ja vältä saman viljalajikkeen käyttöä useana vuonna peräkkäin. Harkitse syyskynnön käyttöä aika ajoin kevennetyssä muokkauksessa ja suorakylvössä.
4. Tunnista punahomeen leviämistä ja tartuntaa suosivat olosuhteet. Kuiva alkukasvukausi, kukinnan aikaiset sateet ja suuret lämpötilavaihtelut sadonkorjuuaikana lisäävät hometoksiiniriskiä.
5. Kuivaa vilja huolellisesti alle 14 kosteus-%:iin välittömästi sadonkorjuun jälkeen ja myös kuivina vuosina.
6. Lajittele sato ennen käyttöä. Surkastuneet ja pienet jyvät sisältävät enemmän
7. Panosta elinvoimaisen ja satoisan kasvuston aikaansaamiseen

Rehut elintarvikeketjuissa

Vaikka tässä raportissa ei käsitellä rehuja erikseen, on syytä mainita rehulainsäädäntö, joka liittyy hometoksiinien pitoisuuksiin rehuissa:

- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2002/32/EY haitallisista aineista eläinten rehuissa muutoksineen
- Komission asetus (EY) N:o 152/2009 näytteenotto- ja määrittämenetelmistä rehujen virallista valvontaa varten muutoksineen

11.1 Aflatoksiinit B1, B2, G1, G2 ja M1

Aspergillus flavus ja *Aspergillus parasiticus* -homeet tuottavat aflatoksiineja B1, B2, G1 ja G2 silloin, kun kosteus ja lämpötila ovat sopivat. Suomen viileässä ilmastossa näitä homeyrkkyjä ei yleensä löydy. Maahan tuoduista elintarvikkeista ja rehujen raaka-aineista aflatoksiineja sen sijaan löytyy varsin usein. Tuontielintarvikkeista keskimäärin joka viidennessä erässä todetaan pieniä määriä aflatoksiineja (1).

Yleisesti elintarviketuotantoeläinten rehuseosten (muiden kun kivennäistäydennysrehujen) tuonti Suomeen on vähäistä, alle 1 % ja nekin ovat pääosin hevostenrehuja, verrattuna kotimaassa tuotettuihin teollisiin rehuihin n. 99 %. Maissin tai muun tuontiviljan käyttö elintarviketuotantoeläinten rehuissa rehuaineina on marginaalista.

Tuotteita, joissa usein esiintyy B1, B2, G1 ja G2 aflatoksiineja

- Maapähkinä
- Kookos- ja maapähkinärouhe
- Pistaasimanteli
- Hasselpähkinä
- Maissi, riisi, maissi- ja soijajauho
- Eräät tuontirehut ja rehujen raaka-aineet
- Mausteet: paprika, cayenne- ja chilipippuri, inkivääri, kurkuma, muskotti
- Manteli ja muut pähkinät
- Pähkinätahnat
- Tumma basmatiriisi
- Viikuna
- Vilja ja viljatuotteet

Aflatoksiini M1 (2)

Aflatoksiini M1 on aflatoksiini B1:n metaboliatuote. Jos lehmää on ruokittu aflatoksiini B1:n saastuttamalla rehulla, 1-3 % aflatoksiini B1:stä erittyy maitoon aflatoksiini M1-muodossa, jotka voivat ylittää MRL-arvon, 0,05 µg/kg. Säilöttyyn viljaan ja sen varastointiin voi liittyä riskitekijöinä aflatoksiinien ja zearalenonin kasvua.

Terveydelliset haittavaikutukset (3, 4, 5, 7, 8)

Kriittinen vaikutus

- Aflatoksiini B1 on tämän yhdisteryhmän myrkyllisin aine. Se aiheuttaa suurina annoksina maksavaurioita.
- Yhteys ihmisen maksasyövän ja aflatoksiinille altistumisen välillä on osoitettu epidemiologisissa tutkimuksissa aflatoksiini B1:lle.
- Aflatoksiini B1 on eläinkokeissa todettu syöpävaaralliseksi ja genotoksiseksi.
- Aflatoksiinit G1 ja M1 on eläinkokeissa vahvistettu syöpävaarallisiksi. Aflatoksiini B2:n syöpävaarallisuudesta on saatu myös näyttöä.

Korkein siedettävä aikuisen saanti

- Siedettävää saantilukua ei voida antaa, koska yhdisteet ovat genotoksisia, joilla ei ole kynnyksarvoa haittavaikutusten toteamiseksi.

Arvioitu saanti

- Euroopassa yhteensä 0,93–2,4 ng/kg rp/vrk (5)
- Suomen osalta saantitietoja ei ole

Eniten altistuvat ryhmät

- Henkilöt, joiden ruokavalioon kuuluu runsaasti maapähkinöitä, pistaasimanteleita ja viikunoita tai näistä valmistettuja tuotteita

Lainsäädäntö

Aflatoksiinien B1, B2, G1, G2 ja M1 enimmäismääristä säädetään komission asetuksessa (EY) N:o 1881/2006, muutos 165/2010, muutos 1058/2012.

Elintarvikeryhmä	Enimmäismäärät µg/kg		
	B1	B1, B2, G1 ja G2 summa	M1
Maapähkinät ja muut öljysiemenet, joihin on ennen ihmisravinnoksi tai elintarvikkeiden ainesosiksi käyttämistä sovellettava lajittelumenettelyä tai muita fyysisiä menetelmiä, lukuun ottamatta - maapähkinöitä ja muita öljysiemeniä, jotka on tarkoitettu puristettaviksi puhdistetun kasviöljyn tuotantoa varten	8,0	15,0	-
Mantelit, pistaasipähkinät ja aprikoosin siemenet, joihin on ennen ihmisravinnoksi tai elintarvikkeiden ainesosiksi käyttämistä sovellettava lajittelumenettelyä tai muita fyysisiä menetelmiä	12,0	15,0	-
Hasselpähkinät ja parapähkinät, joihin on ennen ihmisravinnoksi tai elintarvikkeiden ainesosiksi käyttämistä sovellettava lajittelumenettelyä tai muita fyysisiä menetelmiä	8,0	15,0	-
Muut, kuin kahdessa yllä mainituissa kohdassa luetellut pähkinät, joihin on ennen ihmisravinnoksi tai elintarvikkeiden ainesosiksi käyttämistä sovellettava lajittelumenettelyä tai muita fyysisiä menetelmiä	5,0	10,0	-
Maapähkinät ja muut öljysiemenet ja niistä tehdyt valmisteet, jotka on tarkoitettu suoraan ihmisravinnoksi tai käytettäväksi elintarvikkeiden ainesosina, lukuun ottamatta - puhdistettaviksi tarkoitettuja raakakasviöljyjä ja puhdistettuja kasviöljyjä	2,0	4,0	-
Mantelit, pistaasipähkinät ja aprikoosin siemenet, jotka on tarkoitettu suoraan ihmisravinnoksi tai käytettäväksi elintarvikkeiden ainesosina	8,0	10,0	-
Hasselpähkinät ja parapähkinät, jotka on tarkoitettu suoraan ihmisravinnoksi tai käytettäväksi elintarvikkeiden ainesosina	5,0	10,0	-
Muut kuin kahdessa yllä mainituissa kohdassa luetellut pähkinät ja niistä valmistetut tuotteet, jotka on tarkoitettu suoraan ihmisravinnoksi tai käytettäväksi elintarvikkeiden ainesosina	2,00	4,0	-
Kuivatut hedelmät, lukuunottamatta kuivattuja viikunoita, joihin on ennen ihmisravinnoksi tai elintarvikkeiden ainesosiksi käyttämistä sovellettava lajittelumenettelyä tai muita fyysisiä menetelmiä	5,0	10,0	-
Kuivatut hedelmät, lukuunottamatta kuivattuja viikunoita ja niistä tehdyt valmisteet, jotka on tarkoitettu suoraan ihmisravinnoksi tai käytettäväksi elintarvikkeiden ainesosina	2,0	4,0	-
Kuivatut viikunat	6,0	10,0	-
Kaikki viljat ja viljavalmisteet, mukaan luettuina jalostetut viljavalmisteet, lukuun ottamatta - maissi ja riisi, imeväisten ja pikkulasten viljapohjaiset valmisruoat ja muut lastenruoat sekä imeväisten erityisruokavaliovalmisteet lääkinnällisiin tarkoituksiin	2,0	4,0	-
Maissi ja riisi, joihin on ennen ihmisravinnoksi tai elintarvikkeiden ainesosiksi käyttämistä sovellettava lajittelumenettelyä tai muita fyysisiä menettelyjä	5,0	10,0	-
Raakamaito, lämpökäsitelty maito ja maitopohjaisten tuotteiden valmistukseen tarkoitettu maito	-	-	0,050
Seuraavat maustelajit: Capsicum spp. (niiden kuivatut hedelmät, kokonaisina tai jauhettuina, maustepaprikat, chilijauhe, cayenne ja paprika mukaan luettuina), Piper spp. (niiden hedelmät, valko- ja mustapippuri, mukaan luettuna), Myristica fragrans (muskottipähkinä), Zingiber officinale (inkivääri), Curcuma longa (kurkuma). Yhtä tai useampaa edellä mainittua maustetta sisältävät mausteseokset	5,0	10,0	-
Imeväisten ja pikkulasten viljapohjaiset valmisruoat ja muut lastenruoat	0,10	-	-
Äidinmaidonkorvikkeet ja vieroitusvalmisteet, kokonaan lehmänmaidon proteiinista valmistetut tuotteet mukaan luettuina	-	-	0,025
Imeväisten erityisruokavaliovalmisteet lääkinnällisiin tarkoituksiin	0,10	-	0,025

Näytteenottomenetelmästä ja analyysimenetelmän kriteereistä säädetään komission asetuksessa (EY) N:o 401/2006 (muutoksineen). Erityiset valvontaohjeet tietyistä EU:n ulkopuolisista maista peräisin oleville tuotteille annetaan Komission asetuksissa (EY) N:o 1152/2009 (muutoksineen) ja (EY) N:o 669/2009 (muutoksineen).

Valvonta

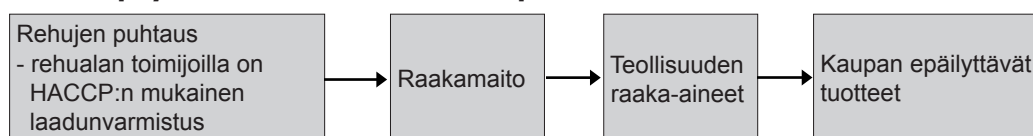
Elintarvikkeiden B1, B2, G1 ja G2 aflatoksiineja valvotaan maahantuontivaiheessa. Erityisen tarkkaan seurataan riskielintarvikkeiden, kuten maapähkinöiden, pistaasimanteleiden, manteleiden, hasselpähkinöiden ja kuivattujen viikunoiden tuontierä. Eri tavalla prosessoituja ja koostettuja elintarvikkeita tulee yhä enemmän markkinoille, ja näissä on usein valmistusaineena pähkinöitä ja manteleita. Aflatoksiinien valvontaa ovat helpottaneet EU:n Rapid Alert System for Food (RASFF) – tiedotteet, joista saadaan viimeisimmät tiedot eri maiden elintarvikeongelmista. Näin pystytään kohdentamaan tuontivalvonta oikeisiin tuotteisiin.

Maidon aflatoksiini M1:n valvonta kuuluu Suomessa kansalliseen vieraiden aineiden valvontaohjelmaan, joten maidonäytteistä tutkitaan aflatoksiinia jatkuvasti (6). Näytteitä otetaan tuotantotiloilta sekä kuljetus- ja keräilyeristä. Aflatoksiini M1:tä on löydetty pieniä määriä reittimaidoista, joissa usean maitotilan maidot on koottu keräysauton maitotankkiin. Reittimaidoissa pitoisuudet ovat olleet selvästi pienempiä kuin sallittu enimmäispitoisuus. Aflatoksiinia ei yleensä esiinny kotimaisessa rehussa, mutta tuontirehumaississa voi esiintyä aflatoksiineja tuottava home.

Johtopäätöksiä valvonnasta

- Rehuille tehdään vuosittainen haitallisten ja kiellettyjen aineiden valvontaohjelma, jossa näytteenotto on kohdennettua systemaattisesti ja riskiperusteisesti (esim. kotimainen kaura ja ohra, myllyjen sivujakeet, porsaiden ja hevosten rehut). Ulkomaisen rehun, esim. maissin ja säilötyn viljarehun aflatoksiinipitoisuuksia tulee valvoa.
- Homeista rehua ei pidä syöttää karjalle.
- Epäilyttävät tapaukset, esim. kuluttajavalituksiin liittyvät, tulee tarkistaa.
- Teollisuuden ja kaupan tulee tehdä omavalvontaa kriittisistä elintarvikkeista.
- Koska aflatoksiini M1 ei häviä kuumentamalla tai maitotuotteiden, esimerkiksi juuston valmistusprosessissa, on huolehdittava siitä, että aflatoksiinia sisältävää maitoa ei käytetä elintarvikkeena eikä varsinkaan pikkulapsille tarkoitettujen maitovalmisteiden raaka-aineena.
- Näytteenotto komission asetuksen mukaisesti.

Pellolta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. <http://www.tulli.fi/fi/yrityksille/tuonti/valvonta/index.jsp>
2. WHO Technical Report Series No 906, 2002
3. WHO Technical Report Series No 884, 1997
4. The EFSA Journal (2007) 446, Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to the potential increase of consumer health risk by a possible increase of the existing maximum levels for aflatoxins in almonds, hazelnuts and pistachios and derived products, Question N° EFSA-Q-2006-174
5. WHO Technical Report Series No 947, 2007
6. Eläimistä saatavien elintarvikkeiden vierasainetutkimukset 2005, Evira.
7. The EFSA Journal (2009) 1168, 1-11, Effects on public health of an increase of the levels for aflatoxin total from 4 µg/kg to 10 µg/kg for tree nuts other than almonds, hazelnuts and pistachios - Statement of the Panel on Contaminants in the Food Chain
8. EFSA Supporting Publications 2013:EN-406, Aflatoxins (Sum of B1, B2, G1, G2) in cereals and cereal-derived food

11.2 Okratoksiini A (OTA)

Okratoksiini A:ta tuottavat useat *Penicillium* ja *Aspergillus* – homesienet, tunnetuimmat *P. Verrucosum*, *A. ochraceus* ja *A. niger*. Trooppisilla ja subtrooppisilla alueilla okratoksiini A:ta tuottavat pääasiassa *Aspergillus*-homeet, kun taas viileämmillä alueilla kuten Pohjoismaissa *Penicillium*-homeet.

Kontaminoituminen voi tapahtua sekä kasvukauden aikana että varastoitaessa. Okratoksiini A:ta tuottavia homeita kutsutaan usein varastohomeiksi, koska ne pystyvät elämään melko kuivissa varasto-olosuhteissa.

Esiintyminen elintarvikkeissa

Okratoksiini A:ta tuottavien homeiden kasvuun vaikuttavat pääasiassa kosteus, lämpötila ja varaston ilman kierto. Myös kasvilajikkeella, kasvin mekaanisilla vaurioilla ja hyönteisten tekemillä tuhoilla on tärkeä vaikutus homeiden muodostumisessa. Homeisessa viljassa tai elintarvikkeessa ei kuitenkaan välttämättä ole okratoksiini A:ta. Toisaalta vilja tai elintarvike voi sisältää okratoksiini A:ta, vaikka hometta ei näykään. Okratoksiini A kestää monia tavallisia elintarvikkeprosesseja ja näin ollen sitä todetaan useissa erilaisissa valmisteissa ja koostetuissa elintarvikkeissa.

Eläinten syödessä OTA:a sisältävää rehua kulkeutuu sitä eläinkudokseen, sialla munuaisiin ja vereen. Okratoksiini A:ta löytyykin sian sisäelimistä. Märehtijöillä taas okratoksiini tuhoutuu lähes täydellisesti jo pötsissä ennen kulkeutumista sisäelimiin tai maitoon.

Tuotteita, joista tavallisimmin löydetään okratoksiini A:ta

- Vilja ja viljatuotteet
- Rusinat, rypälemehu, viini
- Mausteet
- Kahvi, kaakao
- Sian munuaiset, veri

Pitoisuudet

Suomalaisesta viljasta okratoksiini A:ta on löytynyt harvoin. Pitoisuudet ovat yleensä pienempiä, mitä kemiallisilla määritysmenetelmillä pystytään tutkimaan (< 0,001 mg/kg).

Tuontivalvonnan yhteydessä keskimäärin joka viidennessä tuote-erässä todettiin okratoksiini A:ta pieniä määriä vuonna 2012, selvästi alle sallittujen enimmäismäärien (1). Viljoissa, pääosin rukiissa pitoisuudet vaihtelivat voimakkaasti eri kasvukausina ja myös alkuperämaan mukaan. Viljavalmisteissa, kuten leivissä, aamiaismuroissa, myseleissä ja makaronivalmisteissa pitoisuudet olivat yleensä alle 0,5 µg/kg. Rypälevalmisteista rusinoissa okratoksiini A:ta todettiin joka toisessa erässä 0,5 - 9 µg/kg.

Vuosina 1992–1994 tutkittiin kotimaisia leipä- ja rehuviljanäytteitä ja vuonna 1998 kotimaisia viljanäytteitä (2, 3).

Myöhemmin tutkitut kotimaan näytteet löytyvät Eviran vierasainetutkimusten vuosittaisista katsauksista.

Rehuista tehdään eläinlajiin, kasvuvaiheeseen tai rehutyyppiin kohdistuvaa näytteenottoa. Vuosittain valvontateemat voivat vaihdella. Rehuvalvonta on systemaattista ja riskiperusteista.

Vuosien 2003-08 välillä okratoksiini A:ta on löydetty pieniä määriä alle puolesta rehuvalvontanäytteistä, viljanäytteistä harvoin. Mitatut ainemäärät ovat välillä 0,0002-0,003 mg/kg. Vuosittain on löydetty myös noin yksi rehunäyte jossa pitoisuus 0,01 ja 0,02 µg/kg välillä. Teurastamoilta eläinlääkärin lähettämistä sian munuaisnäytteistä on joissakin ollut okratoksiini A:ta. Yhden positiivisen munuaisnäytteen yhteys okratoksiinia sisältävään rehuerään havaittiin.

Terveydelliset hättävauikutukset (4-10)

Kriittinen vaikutus

- Munuaisvauriot, syöpävaarallinen (IARC)
- Eläinkokeissa todettu olevan myös maksamyrkky, sikiölle epämuodostumia aiheuttava ja munuaisvaurioita aiheuttava, vastustuskykyä alentava

Korkein siedettävä viikkosaanti

- 120 ng/kg rp/viikko (6)

Arvioitu saanti elintarvikkeista

- Aikuisten viikkosaanti 15 - 60 ng/kg rp/viikko (6)
- Saanti Suomessa keskimäärin 12 ng/kg rp/viikko (7)

Altistukselle herkimät ryhmät

- Munuaissairauksia sairastavat henkilöt.

Ehkäiseviä toimenpiteitä

Homeiden kasvu ehkäisevät toimenpiteet tulee lisäksi ottaa huomioon:

- Oikeiden viljalajikkeiden valinta ja laatusertifikaattien mukaisten kylvösie-menten käyttö.
- Maan muokkaus, hyönteis- ja tautitorjunta.
- Oikea viljelykierto pellolla.
- Kuivaukseen ja varastointiin liittyvät olosuhteet ja toimenpiteet.

Lainsäädäntö

Okratoksiini A:ta koskee EU:n komission asetus (EY) N:o 1881/2006, muutos 105/2010, muutos 594/2012

Elintarvikeryhmä	Enimmäismäärä µg/kg
Käsitlemättömät viljat	5
Kaikki käsitlemättömistä viljoista saadut valmisteet, mukaan luettuna jalostetut viljavalmisteet ja suoraan ihmisravinnoksi tarkoitetut valmisteet, lukuun ottamatta alla lueteltuja elintarvikkeita	3
Imeväisten ja pikkulasten viljapohjaiset valmisruoat ja muut lastenruoat	0,5
Imeväisten erityisruokavaliovalmisteet lääkinnällisiin tarkoituksiin	0,5
Rusinat (korintit, rusinat ja sultana-lajikkeet)	10
Paahdetut kahvipavut, jauhettu paahdettu kahvi, lukuun ottamatta liukoista kahvia	5
Liukoinen kahvi (pikakahvi)	10
Viinit (myös kuohuviini, mutta ei väkevä viini, eikä viini, jonka alkoholipitoisuus on vähintään 15 tilavuusprosenttia) ja hedelmäviini	2
Maustetut viinit, maustetut viinipohjaiset juomat ja maustetut viinistä valmistetut juomasekoitukset	2
Suoraan ihmisravinnoksi tarkoitettu rypälemehu, rypälemehutiiviste ennalleen saatettuna, rypälenektari, rypäleen puristemehu ja tiivistetty rypäleen puristemehu ennalleen saatettuna	2
Mausteet: Capsicum spp. (niiden kuivatut hedelmät, kokonaisina tai jauhettuina, maustepaprikat, chilijauhe, cayenne ja paprika mukaan luettuina). Piper spp. (niiden hedelmät, valko- ja mustapippuri mukaan luettuina). Myristica fragrans (muskotipähkinä). Zingiber officinale (inkivääri). Curcuma longa (kurkuma). Yhtä tai useampaa edellä mainittua maustetta sisältävät mausteseokset	(Capsicum spp. 31.12.2014 asti) 15
Lakritsi (Glycyrrhiza glabra, Glycyrrhiza inflata ja muut lajit)	
- Lakritsijuuri, yrttiteen ainesosa	20
- Lakritsiuute, tarkoitettu elintarvikekäyttöön, erityisesti juomiin ja konditoriatuotteisiin	80

Näytteenotto- ja vertailumenetelmistä asetuksessa (EY) N:o 401/2006.

Johtopäätöksiä valvonnasta

Suomalaisesta viljasta ja rehusta on tutkittu okratoksiini A:ta, jotta saataisiin selville valvontatarve. Lisäksi okratoksiini A:ta on tutkittu säännöllisesti tuontielintarvikkeista ja kansallisen vierasainevalvontaohjelman puitteissa mm. eläinten munuaisista.

- Myllyjen tulee luoda sellainen valvontajärjestelmä, että saastuneet erät pystytään tunnistamaan ennen erien sekoittumista.
- Teollisuuden ja kaupan tulee suorittaa oma valvontaa kriittisten elintarvikkeiden kohdalla.
- Valvontaa helpottamaan on olemassa toimivia pikamenetelmiä
- Näytteenotto tulee tehdä direktiivin mukaisesti.
- Tuontivalvonta on pääosin pistokoeluonteista mutta ottaa tehokkaasti huomioon sekä aiemman tiedon tuotteista että EU-alueelta tulevan tiedon.

Pelloilta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. <http://www.tulli.fi/fi/yrityksille/tuonti/valvonta/index.jsp>
2. Rintala R., Hirvi, T. and Hallikainen, A., 1995, A study on the ochratoxin A and zearalenone (F2) concentrations in bread corn and animal feed corn samples in 1992-1994, and the ochratoxin A concentrations in samples of animal origin in 1994, National Food Administration/Research Notes 8/1995, Helsinki.
3. Eskola, M., Parikka, P. and Rizzo, A. 2001: Trichotecenes, ochratoxin A and zearalenone contamination and Fusarium infection in Finnish cereal samples in 1998. Food Additives and Contaminants 18: 707-718.
4. The EFSA Journal (2004) 101, 1-36.
5. Opinion of the Scientific Committee on Food and Ochratoxin A. 1998.
6. The EFSA Journal (2006) 365, 1-56
7. Reports on tasks for scientific cooperation, Assessment of dietary intake of Ochratoxin A by the population of EU member states, 2002
8. WHO, Technical Report Series, No. 947, 2007
9. WHO, Food Additive Series, No. 59, 2008
10. The EFSA Journal 2010; 816; 1626

11.3 Deoksinivalenoli (DON)

Deoksinivalenoli on erityisesti *Fusarium graminearum* ja *Fusarium culmorum* home-sientien tuottama mykotoksiini. Deoksinivalenoli luokitellaan trikotekeeneiksi kutsuttuun ryhmään homemyrkkijä, joihin kuuluvat myös esimerkiksi T-2 ja HT-2 toksiinit sekä nivalenoli. Kaikista trikotekeeneistä DON on useimmin esiintyvä ja sitä tavataan kaikkialla maailmassa, erityisesti viljoissa, kuten vehnässä, rukiissa, kaurassa, ohrassa, maississa ja harvemmin myös riisissä.

Pitoisuudet (3, 5, 6, 7, 8)

Deoksinivalenolia esiintyy kotimaisessa kaurassa keskimäärin lähes 500 µg/kg. Kuitenkin vuosittainen vaihtelu on suurta. Suurin mitattu arvo on 10 000 µg/kg. Myös ohrasta ja vehnästä on paikoin mitattu hyvin korkeita DON-pitoisuuksia. Vähiten deoksinivalenolia kotimaisista viljoista on syysviljoissa ja etenkin rukiissa, jossa keskimääräinen pitoisuus on noin 20 µg/kg.

Terveydelliset häirtavaikutukset (2)

Kriittinen vaikutus

- Yleisesti myrkyllinen, vastustuskykyä heikentävä eli immunotoksinen
- Aiheuttaa pahoinvointia, oksentelua, ruoansulatuselimistön häiriöitä, huimausta, ripulia ja päänsärkyä.

Korkein siedettävä päivittäinen saanti

- Ryhmä PMTDI = 1 µg/kg rp/vrk DONille ja sen asetyloiduille johdannaisille (JECFA 2010)
- Ryhmä ARfD = 8 µg/kg rp (JECFA 2010)

Aikuisen arvioitu saanti Suomessa

- 0,07 – 0,18 µg/kg rp/vrk (Evira 2008)

Altistukselle herkimät ryhmät

- Lapset, joiden ruokavalioon kuuluu paljon viljaa

Lainsäädäntö

Komission asetuksessa (EY) N:o 1881/2006 ja sen muutoksessa (EY) N:o 1126/2007 määritetään deoksinivalenolille suurimmat sallitut pitoisuudet elintarvikkeissa.

Elintarvikeryhmä	Enimmäismäärä µg/kg
Käsittämättömät viljat, muut kuin durum-vehnä, kaura ja maissi	1 250
Käsittämätön durum-vehnä ja kaura sekä maissi	1 750
Käsittämätön maissi, lukuun ottamatta märkäjauhatuskseen tarkoitettua käsittämätöntä maissia	350
Viljat, jotka on tarkoitettu suoraan ihmisravinnoksi, jauhettu vilja, leseet ja alkiot lopputuotteina ja suoraan ihmisravinnoksi myytävänä, lukuun ottamatta alla lueteltuja elintarvikkeita	750
Imeväisten ja pikkulasten viljapohjaiset valmisruoat ja muut lastenruoat	200
CN-koodeihin 1103 13 tai 1103 20 40 luokiteltavat maissin fraktiot, joiden karkeus on > 500 mikronia, sekä CN-koodiin 1904 10 10 luokiteltavat muut maissista valmistetut myllytuotteet, joiden karkeus on > 500 mikronia ja joita ei käytetä suoraan ihmisravinnoksi	750
CN-koodiin 1102 20 luokiteltavat maissin fraktiot, joiden karkeus on ≤ 500 mikronia, sekä CN-koodiin 1904 10 10 luokiteltavat muut maissista valmistetut myllytuotteet, joiden karkeus on ≤ 500 mikronia ja joita ei käytetä suoraan ihmisravinnoksi	1 250
Pasta (kuiva)	750
Leipä (mukaan luettuna pienet leipomotuotteet), kakut ja leivokset, kekseit ja pikkuleivät, viljaväliäpalat sekä aamiaishiutaleet	500

Näytteenotto- ja vertailumenetelmistä annetaan ohjeet asetuksessa (EY) N:o 401/2006, muutos 178/2010.

Lisäksi komission suosituksessa 2006/583/EY annetaan ohjeita viljassa ja viljatuotteissa esiintyvien *Fusarium*-toksiinien ehkäisemisestä ja vähentämisestä.

Johtopäätöksiä valvonnasta

Suomessa on tutkittu kansallisesti *Fusarium*-homesientien esiintymistä ja toksiinien määrää johdonmukaisesti vuodesta 1999, minkä tuloksena on saatu ajantasainen kuva suomalaisen viljan *Fusarium*-hometartunnasta, sienilajeista ja sadossa esiintyvistä mykotoksiineista. Samalla on saatu tietoa *Fusarium*-hometartunnasta viljasadon kehityksen eri vaiheissa sekä maaperän muokkauksen vaikutuksesta tartuntaan ja toksiiniriskiin. MTT:n uudet tutkimukset osoittavat, että varsinkin kauran ja ohran toksiinipitoisuuksia voidaan huomattavasti vähentää esipuhdistuksella, lajittelulla ja kuorinnalla (4-6).

Viljojen *Fusarium*-toksiinien pitoisuuksia on syytä valvoa jatkuvasti, myös omavalvonnassa. Valvontaa tulee tehdä sekä lainsäädännön vaatimuksesta että ennalta ehkäisyn takia. Tärkeintä olisi ennakoida *Fusarium*-toksiinien muodostumista jo viljan kasvukaudella.

- Hometilannetta on seurattava kasvukauden aikana.
- Myllyjen tulee luoda sellainen valvontajärjestelmä, että saastuneet erät pystytään tunnistamaan ennen erien sekoittumista.
- Teollisuuden ja kaupan tulee suorittaa omavalvontaa kriittisten elintarvikkeiden kohdalla.
- Valvontaa helpottamaan on olemassa toimivia pikamenetelmiä.
- Näytteenotto tulee tehdä direktiivin mukaisesti.
- Tuontivalvonta on pääosin pistokoeluonteista, mutta ottaa tehokkaasti huomioon sekä aiemman tiedon tuotteista että EU-alueelta tulevan tiedon.

Pelloilta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. Scientific Committee on Food (1999). Opinion on Fusarium Toxins - Part 1: Deoxynivalenol (DON)
2. WHO Technical Report Series, No. 906, 2002.
3. *Fusarium*-toksiinit: saanti viljasta ja viljatuotteista Suomessa, Eviran tutkimuksia 5/2008
4. Rämö S, Hietaniemi V, Parikka P, Hankomäki J, Lajittelu ja kuorinta vähentävät viljojen hometoksiineja, Maaseudun Tiede, 13.10.2008
5. Hietaniemi V, Rämö S, Koivisto T, Pitkänen T, Ketoja E, Kartio M, Varimo K, Peltonen S. Viljojen mykotoksiinit Suomessa. Maataloustieteen päivät 2008
6. Hietaniemi V, Rämö S, Koivisto T, Kartio M, Peltonen S. 2008. Fusarium toxins in oats in Finland since 1999. In: Eighth international oat conference : healthy foods & healthy lives, Radisson Plaza Hotel Minneapolis, MN June 28-July 2, 2008. [1 p]. [url]
7. Hietaniemi V. 2009. Viljantuotannon laaturiskien hallinta on koko ketjun yhteistyötä. Kehittyvä elintarvike 201: 16-19.
8. Hietaniemi V, Rämö S, Koivisto T, Kartio M, Peltonen S. 2010. Monitoring Fusarium and mycotoxins in Finnish cereal grains 1999-2009. In: NBFS 2010: Nordic Baltic Fusarium Seminar (NBFS): Book of abstracts: Ski, Norway 23-25 november 2010/Editors: Ingerd Skow Hofgaard and Erling Floistad. Bioforsk FOKUS 5 7:8.

11.4 T-2- ja HT-2-toksiini

T-2- ja HT-2-toksiinit ovat trikotekeenejä, kuten deoksinivalenoli. HT-2 on T-2-toksiinin metaboliatuote ja siksi ne esiintyvät viljoissa usein yhdessä. T-2- ja HT-2-toksiineja tuottavat *Fusarium langsethiae*, *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium poae* ja *Fusarium acuminatum*. Suomessa tärkein T-2- ja HT-2-toksiinien tuottaja on *Fusarium langsethiae*.

Pitoisuudet

Suomessa T-2- ja HT-2-toksiineja on löydetty eniten kaurasta, jossa niiden yhteenlasketut pitoisuudet eli summapitoisuudet ovat keskimäärin hieman alle 200 µg/kg. Suurin Suomessa mitattu summapitoisuus on ollut 3 500 µg/kg. Muilla viljoilla pitoisuudet ovat keskimäärin noin 20 µg/kg. MTT:n uusien tutkimusten mukaan pitoisuuksia voidaan vähentää esipuhdistuksen, lajittelun ja kuorinnan avulla (1, 2).

Terveydelliset haittavaikutukset (3-6)

T-2- ja HT-2-toksiinien toksikologisia vaikutuksia on hyvin hankala erottaa toisistaan, koska T-2 metaboloituu nopeasti HT-2-toksiiniksi. T-2-toksiinin toksikologisia tutkimuksia on käytetty perustana arvioitaessa HT-2-toksiinin haittavaikutuksia. Muutamat tehdyt vertailevat tutkimukset näiden kahden toksiinien välillä ovat antaneet näyttöä niiden samankaltaisista haittavaikutuksista.

Kriittinen vaikutus

- Pahoinvointi, oksentelu, nielun ärsytys, vatsakivut sekä pullistumat, ripuli, veriset ulosteet, huimaus ja väritykset

Korkein siedettävä saanti

- TDI = 100 ng/kg rp/vrk (ryhmä TDI; T-2 + HT-2, EFSA 2011)

Aikuisen arvioitu saanti Suomessa

- 0,025 – 0,060 µg/kg rp/vrk (Evira 2008)
- EU:ssa saanti jää alle siedettävän saannin ja tästä syystä T-2- ja HT-2-toksiinit eivät aiheuta terveyshaittoja

Altistukselle herkimät ryhmät

- Lapset, joiden ruokavalioon kuuluu paljon viljaa

Lainsäädäntö

T-2- ja HT-2-toksiineille ei ole toistaiseksi määritetty enimmäispitoisuusrajoja. Komission asetuksen (EY) N:o 1881/2006 mukaisesti tarvetta pitoisuusrajojen asettamiseksi selvitetään. Komissio on antanut 27.3.2013 lähtien ohjeelliset arvot, joiden alle tulisi pyrkiä T-2- ja HT-2-toksiinipitoisuuksissa.

Näytteenotto- ja vertailumenetelmistä annetaan ohjeet asetuksessa (EY) N:o 401/2006.

Lisäksi komission suosituksessa 2006/583/EY annetaan ohjeita viljassa ja viljatuotteissa esiintyvien *Fusarium*-toksiinien ehkäisemisestä ja vähentämisestä.

Johtopäätöksiä valvonnasta

Viljojen *Fusarium*-toksiinien pitoisuuksia on syytä valvoa jatkuvasti. Valvontaa tulee tehdä sekä lainsäädännön vaatimuksesta että ennalta ehkäisyn takia. Tärkeintä on valvoa *Fusarium*-toksiinien muodostumista jo viljan kasvukaudella. Suomessa on tutkittu *Fusarium*-homesientien esiintymistä ja toksiinien määrää johdonmukaisesti, minkä tuloksena on saatu ajantasainen kuva suomalaisen viljan *Fusarium*-hometartunnasta, sienilajeista ja sadossa esiintyvistä mykotoksiineista. Samalla on saatu tietoa *Fusarium*-hometartunnasta viljasadon kehityksen eri vaiheissa sekä maaperän muokkauksen vaikutuksesta tartuntaan ja toksiiniriskiä.

MTT:n uusimman tutkimuksen mukaan lajittelulla on eniten vaikutusta T-2- ja HT-2 toksiinien määrään. Myös esipuhdistuksella ja kuorinnalla voidaan vaikuttaa toksiinien määrään.

- Hometilannetta on seurattava kasvukauden aikana.
- Myllyjen tulee luoda sellainen valvontajärjestelmä, että saastuneet erät pystytään tunnistamaan ennen erien sekoittumista.
- Teollisuuden ja kaupan tulee suorittaa omavalvontaa kriittisten elintarvikkeiden kohdalla.
- Valvontaa helpottavat toimivat pikamenetelmät
- Näytteenotto tulee tehdä direktiivin mukaisesti.
- Tuontivalvonta on pääosin pistokoelunonteista mutta ottaa tehokkaasti huomioon sekä aiemman tiedon tuotteista että EU-alueelta tulevan tiedon.

Pelloilta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. Rämö S, Hietaniemi V, Parikka, P, Hankomäki J, Lajittelu ja kuorinta vähentävät viljojen hometoksiineja, Maaseudun Tiede, 13.10.2008
2. S.G. Edwards, B. Barrier-Guillot, P-E. Clasen, V. Hietaniemi and H. Pettersson, 2009. Emerging issues of HT-2 and T-2 toxins in European cereal production. World Mycotoxin Journal 2 (2): 173–179
3. WHO Technical Report Series, No. 906, 2002.
4. Scientific Committee on Food. (2001). Opinion on *Fusarium* toxins, part 5: T-2 toxin and HT-2 toxin
5. *Fusarium*-toksiinit: saanti viljasta ja viljatuotteista Suomessa, Eviran tutkimuksia 5/2008
6. EFSA Journal 2011; 9 (12) 2481

11.5 Zearalenoni (ZEA)

Zearalenoni on *Fusarium*-suvun homeiden, pääasiassa *Fusarium graminearum* ja *Fusarium culmorum*in tuottama homemyrky. *Fusarium*-homeita on kaikkialla. Yleisimmin niitä esiintyy viileillä seuduilla kuten Pohjois-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa.

Esiintyminen

Homeen kasvuun vaikuttavat pääasiassa kosteus ja lämpötila, mutta lisäksi kasvilaji, mekaaniset vauriot kasvissa ja hyönteistuhot. Homeinen vilja tai elintarvike ei kuitenkaan välttämättä tarkoita sitä, että viljassa tai elintarvikkeessa olisi myös zearalenonia; toisaalta vilja tai elintarvike voi sisältää zearalenonia, vaikka siinä ei näkyisikään hometta. (1, 2)

Zearalenonin on todettu usein esiintyvän yhdessä muiden *Fusarium*-homemyrkyjen, kuten deoksinivalenolin sekä T-2- ja HT-2 toksiinien kanssa. Suomalaisesta viljasta zearalenonia on löydetty harvoin.

Tuotteita, joissa esiintyy zearalenonia

- Viljat
- Toisinaan saksanpähkinät, soijapavut ja banaani

Pitoisuudet

Zearalenonin pitoisuudet viljassa ovat yleensä < 20 µg/kg. Pitoisuudet ovat siten hyvin pieniä ja usein ne ovat alle kemiallisen määrittämissä.

Vuonna 1991 tehdyssä tutkimuksessa löydettiin 11 %:ssa suomalaisista viljanäytteistä zearalenonia (3). Todetut pitoisuudet olivat alle 100 µg/kg. Vuosina 1992–93 ja 1998 tutkittiin leipäviljanäytteitä (4, 5). Zearalenonia ei tällöin todettu. Turvallisuustietoseurannassa vuonna 2007 noin 5 %:ssa suomalaisia viljanäytteitä havaittiin zearalenonia. Pitoisuudet olivat enimmäkseen alle määrittämissä suurimman havaitun pitoisuuden ollessa 84 µg/kg. (1, 2)

Eläinperäisissä elintarvikkeissa ei ole tähän mennessä suoritetuissa tutkimuksissa tavattu zearalenonia (3). Sen on havaittu kulkeutuvan eläinten elimiin vain, jos sitä on rehussa hyvin suuria pitoisuuksia. Eläimistä saatavien elintarvikkeiden vierasainehjelmassa on vuosina 1996–2000 todettu muutamissa naudoista otetuista virtsanäytteistä zearanolia, joka on homeisen rehun sisältämän zearalenonin aineenvaihduntatuote (4). Zearanoli on kasvunestäjä, jonka käyttö on EU:ssa kielletty, eikä sitä ole Suomessa käytetty tai löydetty elintarvikkeista.

Terveydelliset hättävvaikutukset (2, 5-9)

Kriittinen vaikutus

- Zearalenonin metaboliatuotteilla on todettu olevan estrogeenistä vaikutusta, ja ne ovat mahdollisesti syöpävaarallisia. Yksi zearalenonin metaboliatuotteista on zearanoli, jonka käyttö kasvuhormonina kiellettiin vuonna 1988 EU-alueella.

- Zearalenonin on todettu aiheuttavan lisääntymishäiriöitä ja muutoksia synnytimelissä ainakin sioilla ja jyrsijöillä. Lisäksi se on todettu genotoksiseksi hiirillä.
- Siat saavat helposti oireita ZEN:ia sisältävästä rehusta. Luultavasti jo hiukan yli 200 µg/kg riittää aiheuttamaan lisääntymishäiriöitä nuorilla emakoilla.

Korkein siedettävä saanti

- 0,25 µg/kg rp/vrk (EFSA 2011)

Arvioitu saanti Suomessa

- 0,02 µg/kg rp/vrk (2)

Altistukselle herkimät ryhmät

- Viljatuotteita nauttivat pikkulapset

Lainsäädäntö

Komission asetuksessa (EY) N:o 1881/2006 ja sen asetuksessa (EY) N:o 1126/2007 määritetään zearalenonin suurimmat sallitut pitoisuudet elintarvikkeissa.

Elintarvikeryhmä	Enimmäismäärä µg/kg
Käsitlemättömät viljat, muut kuin maissi	100
Käsitlemätön maissi, lukuun ottamatta märkäjauhatukseen tarkoitettua käsitlemätöntä maissia	350
Viljat, jotka on tarkoitettu suoraan ihmisravinnoksi, jauhettu vilja, leseet ja alkiot lopputuotteina ja suoraan ihmisravinnoksi myytävänä, lukuun ottamatta alla lueteltuja elintarvikkeita	75
Maissi, joka on tarkoitettu suoraan ihmisravinnoksi. Maissivälipalat ja maissipohjaiset aamiaishiutaleet	100
Imeväisten ja pikkulasten viljapohjaiset valmisruoat (lukuun ottamatta maissipohjaisia valmisruokia) ja muut lastenruoat	20
Imeväisten ja pikkulasten maissipohjaiset valmisruoat	20
CN-koodeihin 1103 13 tai 1103 20 40 luokiteltavat maissin fraktiot, joiden karkeus on > 500 mikronia, sekä CN-koodiin 1904 10 10 luokiteltavat muut maissista valmistetut myllytuotteet, joiden karkeus on > 500 mikronia ja joita ei käytetä suoraan ihmisravinnoksi	200
CN-koodiin 1102 20 luokiteltavat maissin fraktiot, joiden karkeus on ≤ 500 mikronia, sekä CN-koodiin 1904 10 10 luokiteltavat muut maissista valmistetut myllytuotteet, joiden karkeus on ≤ 500 mikronia ja joita ei käytetä suoraan ihmisravinnoksi	300
Jalostettu maissiöljy	400
Leipä (mukaan luettuna pienet leipomotuotteet), kakut ja leivokset, kekset ja pikkuleivät, viljavälipalat sekä aamiaishiutaleet, lukuun ottamatta maissivälipaloja ja maissipohjaisia aamiaishiutaleita	50

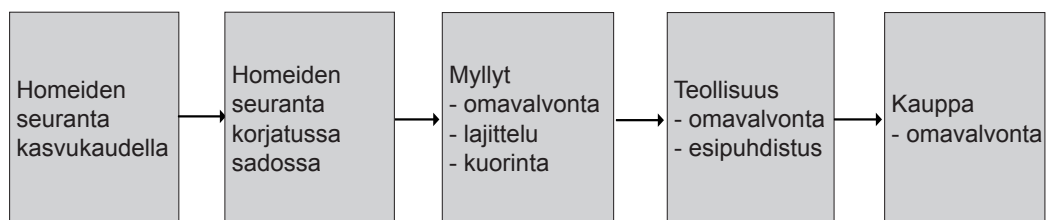
Asetuksessa (EY) N:o 401/2006 annetaan ohjeet näytteenotto- ja vertailumenetelmistä.

Lisäksi komission suosituksessa 2006/583/EY annetaan ohjeita viljassa ja viljatuotteissa esiintyvien *Fusarium*-toksiinien ehkäisemisestä ja vähentämisestä.

Johtopäätöksiä valvonnasta

Viljanäytteistä tutkitaan zearalenonia projektiluonteisesti valvontatarpeen kartoittamiseksi. Valvontaa suoritetaan myös muun homemyrkyvalvonnan yhteydessä silloin, kun zearalenonin epäillään olevan eläinten sairastumisen syy.

Pelloilta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. Turvallisuustietoseuranta 2007
2. *Fusarium*-toksiinit: saanti viljasta ja viljatuotteista Suomessa, Eviran tutkimuksia 5/2008
3. Jonker M.A., van Egmond, H.P., Stephany, R.W. 1999. Mycotoxins in food of animal origin: a review, CRL-Europe Environment, Bilthoven.
4. Rintala R., Hirvi, T. and Hallikainen, A., 1995, A study on the ochratoxin A and zearalenone (F2) concentrations in bread corn and animal feed corn samples in 1992-1994, and the ochratoxin A concentrations in samples of animal origin in 1994, National Food Administration/Research Notes 8/1995, Helsinki.
5. Eskola, M., Parikka, P. and Rizzo, A. 2001: Trichotecenes, ochratoxin A and zearalenone contamination and *Fusarium* infection in Finnish cereal samples in 1998. Food Additives and Contaminants 18: 707-718.
6. Eläimistä saatavien elintarvikkeiden vierasainetutkimukset 2000, EELA, MMMELO, EVI.
7. WHO, Technical Report Series, No. 896, 2000
8. Eriksen, G.S., and Alexander, J., 1998, *Fusarium* toxins in cereals - a risk assessment, Tema Nord 1998:502, Nordic Council of Ministers, Copenhagen.
9. The EFSA Journal 2011; 9 (6): 2197

11.6 Fumonisiinit

Fumonisiinit ovat Fusarium-suvun homeiden, pääasiassa *Fusarium moniliforme* (= *F.verticilloides*), *Fusarium proliferatum* ja useiden muiden *Fusarium*-homeiden tuottamia homemyrkkyjä.

Esiintyminen

F. moniliforme on maissin (*Zea mays*) kasvipatogeeninen home ja hallitsevin home-laji maississa kaikkialla maailmassa. Fumonisiinien määrään maississa vaikuttavat lämpötila, kosteus, kasvin altistuminen stressille, suuret sademäärät korjuukauden aikana sekä varastointiolosuhteet. Riskialueita ovat mm. Afrikka, Etelä-Amerikka, Australia, Kiina, USA ja Etelä-Eurooppa. Fumonisiineista B1 (FB1), B2 (FB2) ja B3 (FB3) esiintyvät luonnossa. Luontaisesti kontaminoituneessa maississa B1/B2/B3 suhde on noin 10:3:1 (1).

Tuotteita, joista tavallisimmin löydetään fumonisiineja FB1 ja FB2

- Tuore maissi
- Maissilastut
- Maissijauhot
- Maissimurot
- Maissiryynit

Maissin ohella fumonisiineja on todettu mm. vehnässä ja riisissä (2).

Pitoisuudet

Ulkonäöltään moitteettomassa maississa on todettu 1 mg/kg:n pitoisuuksia, ja homeisissa maisseissa jopa 330 mg/kg (3). Vuonna 1997 Suomessa myynnissä olevissa maissivalmisteissa homeisen tuoreen maissin FB1-pitoisuus oli 1,5 mg/kg. Huonoimman maissijauhon pitoisuus oli tuolloin 1 mg/kg (4). Vuonna 2008 tutkimuksissa korkein havaittu fumonisiinien summapitoisuus maissijauhoissa oli 0,6 mg/kg. Lisäksi fumonisiineja on tortilla- ja nachos-sipseissä n. 0,6 mg/kg (5).

Terveydelliset haittavaikutukset (1,6-8)

Kriittinen vaikutus

- IARC on luokitellut Fumonisiinit B1 ja B2 mahdollisesti syöpävaarallisiksi ihmiselle (6, 3).
- Toistaiseksi ei ole tieteellistä näyttöä fumonisiinien haittavaikutuksista ihmiseen.
- Maksa- ja munuaistoksisia koe-eläimillä.
- Mahdollisesti myös vastustuskykyä vähentäviä, hermostolle myrkyllisiä ja verenkiertohäiriöitä aiheuttavia. Hevosten on todettu olevan erityisen herkkiä fumonisiinien vaikutuksille.

Korkein siedettävä saanti

- 2 µg/kg rp/vrk (8)

Altistukselle herkimmät ryhmät

- Keliakiapotilaat

Arvioitu saanti elintarvikkeista

- Suomesta ei erillistä arvioita
- EU-kartoituksen mukaan saanti jäsenvaltioissa selvästi alle 2 µg/kg rp/vrk (2)

Eniten altistuvat ryhmät

- Maissijauhon suurkuluttajat

Lainsäädäntö

Fumonisiinien enimmäismäärät elintarvikkeissa määritellään Euroopan komission asetuksessa (EY) N:o 1881/2006 ja sen muutoksessa (EY) N:o 1126/2007.

Elintarvikeryhmä	Enimmäismäärä B1 ja B2 summa µg/kg
Käsittelemätön maissi, lukuun ottamatta märkäjauhatukseen tarkoitettua käsittelemätöntä maissia	4 000
Suoraan ihmisravinnoksi tarkoitettu maissi, suoraan ihmisravinnoksi tarkoitettuja maissipohjaiset elintarvikkeet, lukuun ottamatta alla lueteltuja elintarvikkeita	1 000
Maissipohjaiset aamiaishiutaleet ja maissivälipalat	800
Imeväisten ja pikkulasten maissipohjaiset valmisruoat ja lastenruoat	200
CN-koodeihin 1103 13 tai 1103 20 40 luokiteltavat maissin fraktiot, joiden karkeus on > 500 mikronia, sekä CN-koodiin 1904 10 10 luokiteltavat muut maissista valmistetut myllytuotteet, joiden karkeus on > 500 mikronia ja joita ei käytetä suoraan ihmisravinnoksi	1 400
CN-koodiin 1102 20 luokiteltavat maissin fraktiot, joiden karkeus on ≤ 500 mikronia, sekä CN-koodiin 1904 10 10 luokiteltavat muut maissista valmistetut myllytuotteet, joiden karkeus on ≤ 500 mikronia ja joita ei käytetä suoraan ihmisravinnoksi	2 000

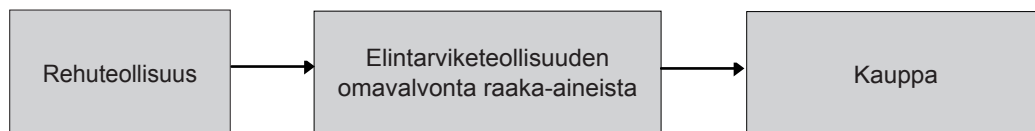
Näytteenotto- ja vertailumenetelmistä annetaan ohjeet asetuksessa (EY) N:o 401/2006 (muutoksineen).

Lisäksi komissio on antanut suosituksen 2006/583/EY viljassa ja viljatuotteissa esiintyvien *Fusarium* -toksiinien ehkäisemisestä ja vähentämisestä.

Johtopäätöksiä valvonnasta

Suomessa tuonnin yhteydessä tehdään rutiinivalvontaa. Lainsäädäntöä ja markkina-valvontaa varten tehdään projektiluonteisia kartoitustutkimuksia.

Pelloilta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. WHO, Technical Report Series, No. 906, 2002
2. Collection of occurrence data of Fusarium toxins in food and assessment of dietary intake by the population of EU Member States, SCOOP, Task 3.2.10.
3. IARC, International Agency for Research on Cancer (1986). IARC monographs on the evaluations of carcinogenic risk of chemicals to humans. IARC Lyon, France, Vol. 82, 2002.
4. EV Tutkimuksia 3/1997. Fumoniisiini-homemyrkköjen esiintyminen Suomessa myytävissä maissi-tuotteissa ja tuoremaississa. Elintarvikevirasto, Helsinki 1997.
5. Eviran valvontatulokset 2008.
6. SCF, Opinion of the Scientific Committee on Food on Fusarium Toxins Part 31: Fumonisin B1 (FB1), 2000
7. IARC, International Agency for Research on Cancer (1993). IARC monographs on the evaluations of carcinogenic risk of chemicals to humans. IARC Lyon, France, Vol. 56, 1993.
8. SCF, Updated Opinion of the Scientific Committee on Food on Fumonisin B1, B2 and B3, 2003

11.7 Patuliini

Patuliini on *Penicillium*-, *Aspergillus*- ja *Byssochlamus* -suvun homeiden, pääasiassa *Penicillium expansum*-homeen tuottama homemyrky.

Esiintyminen

Patuliinipitoisuus korreloi omenassa ja eräissä muissa homeisissa hedelmissä vioittuneen, homeisen kohdan kanssa (ns. blue mold rot). Home leviää helposti itiöiden välityksellä ja saastuttaa omenan sadonkorjuun jälkeen.

Tuotteita, joista löydetään patuliinia

- Omena
- Omenavalmisteet
- Päärynä
- Persikka
- Tomaatti
- Eräät marjat (mustikka)

Patuliini-homemyrky esiintymistä Suomessa myytävissä omena- ja päärynämehuis- ja -soseissa on julkaistu viimeksi vuonna 1998. Näytteistä (30kpl) vain yhdessä soseissa todettiin patuliinia. Pitoisuus oli 0,05 mg/kg (1).

Jäsenvaltioiden tutkimustuloksia elintarvikkeiden patuliinipitoisuuksista on julkaistu vuoden 2002 SCOOP-projektissa (2).

Maahantuoduissa sekä suoraan kulutukseen että teollisuuden raaka-aineiksi tuoduissa valmisteissa on patuliinia todettu vain omenasoseissa ja omenamehuissa vuosina 2008-2012. Tutkituista tuote-eristä (160 kpl) patuliinia todettiin noin 10 %:ssa eristä pitoisuuksien ollessa alle enimmäismäärien (3).

Terveydelliset haittavaikutukset (4, 5)

Kriittinen vaikutus

- Patuliinin epäillään olevan syöpävaarallinen ihmisille. Se saattaa myös huonontaa vastustuskykyä ja olla hermostolle myrkyllinen.
- Patuliinilla on todettu olevan antibioottista aktiivisuutta
- Tiedetään aiheuttavan verenvuotoa ja turvotusta eläinten suolistossa

Väliaikainen korkein siedettävä aikuisen saanti

- PMTDI 0,4 µg/kg rp/vrk (4, 5)

Altistukselle herkimmät ryhmät

- Pikkulapset, koska monet hedelmäsoseet ovat omenasosepohjaisia

Arvioitu saanti elintarvikkeista

- EU-kartoituksen (2) mukaan saanti jäsenvaltioissa oli alle 0,4 µg/kg rp/vrk, eri laskentatavoilla lapsille arvioitu saanti vaihteli välillä 0,03–0,20 µg/kg rp/vrk (2)

Lainsäädäntö

Patuliinin sallituista enimmäismääristä säädetään komission asetuksessa (EY) N:o 1881/2006.

Elintarvikeryhmä	Enimmäismäärä µg/kg
Hedelmätäysmehut, hedelmätäysmehutiivisteet ennalleen saatettuna ja hedelmänektarit	50
Tislatut alkoholijuomat, siideri sekä muut käymisen avulla valmistetut juomat, jotka on tehty omenoista tai jotka sisältävät omenamehua	50
Kiinteät omenavalmisteet, mukaan luettuna omenahilloke ja -sose, jotka on tarkoitettu suoraan käytettäväksi, lukuun ottamatta alla lueteltuja elintarvikkeita	25
Omenamehu ja kiinteät omenavalmisteet, mukaan luettuna omenahilloke ja -sose, jotka on tarkoitettu imeväisille ja pikkulapsille ja merkitty sellaiseksi ja myyty sellaisina	10
Muut lastenruoat kuin imeväisten ja pikkulasten viljapohjaiset valmisruoat	10

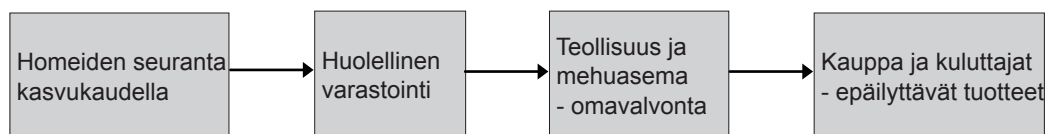
Näytteenottomenetelmästä ja analyysimenetelmän kriteereistä säädetään komission asetuksessa (EY) N:o 401/2006 (muutoksineen).

Lisäksi komissio on antanut suosituksen 2003/598/EY omenavalmisteiden patuliinin ehkäisemisestä ja vähentämisestä.

Johtopäätöksiä valvonnasta

- Maahantuotavien omenamehujen ja -valmisteiden patuliinipitoisuutta tulee valvoa pistokokein ja kotimaisten omenavalmisteiden patuliinipitoisuutta projektiluonteisesti.
- Teollisuuden ja kaupan omavalvonta kriittisten elintarvikkeiden osalta on tärkeää.

Pelloilta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. EV Valvonta 2/1999. Sisämarkkinoiden markkinavalvonta 1998.
2. Reports on tasks for scientific cooperation, Assessment of dietary intake of Patulin by the population of EU Member States, SCOOP, Task 3.2.8, March 2002
3. <http://www.tulli.fi/fi/yrityksille/tuonti/valvonta/index.jsp>
4. WHO, Technical Report Series, No. 859, 1995
5. SCF pöytäkirjalausuma siedettävästä enimmäissaannista 8.3.2000

11.8 Muut mykotoksiinit

Edellä esitettyjen homemyrkköjen lisäksi elintarvikkeissa voi esiintyä lukuisia muita homemyrkköjä. Yleisesti havaittuja trikotekeenejä ovat esimerkiksi nivalenoli (NIV), 3-asetyyli-DON (3-AcDON), 15-asetyyli-DON (15-AcDON), fusarenon-X (F-X) ja diasetoksisikirpenoli (DAS). Lisäksi viime vuosina on tutkittu paljon ns. ”uusia” *Fusarium*-toksiineja, joihin kuuluvat moniliformiini (MON), enniatiinit (ENNs) ja beauverisiini (BEA).

Uusista *Fusarium*-toksiineista (BEA, ENNs, MON) on toistaiseksi suhteellisen vähän tietoa verrattuna perinteisiin *Fusarium*-toksiineihin, mutta tämänhetkisten tutkimustulosten perusteella voidaan kuitenkin olettaa näiden olevan yleisiä viljan kontaminanteja maailmanlaajuisesti.

Esiintyminen

Suomen yleisimmän punahomeen, *Fusarium avenaceum*, ajateltiin pitkään olevan ei-toksinen homelaji, sillä se ei tuota perinteisiä mykotoksiineja. Viimeaikaiset tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että *F. avenaceum* kykenee tuottamaan esimerkiksi moniliformiinia (MON) ja enniatiineja (ENNs). Myös muut suomalaisessa viljassa yleisesti esiintyvät punahomelajit, kuten *F. tricinctum* ja *F. poae*, kykenevät tuottamaan näitä toksiineja. *F. sporotrichioides* ja *F. poae* tuottavat rakenteellisesti enniatiinien kaltaista beauverisiiniä (BEA).

Nivalenolia tuottavat muun muassa *F. cerealis* ja *F. poae* sekä vähemmässä määrin *F. culmorum* ja *F. graminearum*.

Pitoisuudet

Tutkimustulosten mukaan ”uudet” *Fusarium*-toksiinit olivat erittäin yleisiä suomalaisessa viljassa. Vuosina 2001–2003 ja 2005–2006 tutkituista yli 300 näytteestä 90–100 % sisälsi enniatiineja ja beauverisiinia sekä 1–81 % näytteistä moniliformiinia, kasvu-kaudesta riippuen. Pääsääntöisesti yhdisteiden pitoisuustasot olivat kuitenkin pieniä, keskipitoisuuksien vaihdellessa välillä 15–3 410 µg/kg. Enniatiineja todettiin huomattavan paljon osassa näytteitä. Erityisen yleisiä enniatiinit olivat sellaisissa näytteissä, joiden sadonkorjuu oli viivästynyt myöhäiseen syksyyn. Ympäristöolosuhteilla, lähinnä kosteudella ja lämpötilalla, onkin erittäin suuri vaikutus viljaan muodostuvien homesientien ja homemyrkköjen laatuun sekä määrään, mikä oli nähtävissä myös tutkimusaineistossa pitoisuuksien vuosittaisena vaihteluna.

MTT tutki vuonna 2005 224 viljanäytettä, joista ei havaittu lainkaan DAS, F-X tai 15-AcDON toksiineja. 3-AcDON:a esiintyi vuonna 2005. NIV-pitoisuudet jäivät molempina vuosina pääsääntöisesti alle 200 µg/kg tai sitä ei havaittu lainkaan. Korkein NIV-pitoisuus oli kaurasta mitattu 1 320 µg/kg, myös ohrassa oli yksittäisiä korkeita pitoisuuksia vuonna 2005.

Terveydelliset hättävähäikutukset

Moniliformiinin, enniatiinien ja beauverisiinin toksisuudesta on toistaiseksi hyvin vähän tietoa. Moniliformiinin on osoitettu eläinkokeissa olevan akuutilta myrkyllis-

syydeltään haitallisimpien mykotoksiinien (mm. T-2 ja HT-2-toksiinit) tasoa. Enniatiinien ja beauverisiinin terveydellisistä haittavaikutuksista ei toistaiseksi ole juurikaan tutkimustietoa eläimillä, mutta niillä on osoitettu olevan mm. solutoksisia ja antimikrobisia vaikutuksia. Rakenteellisesti samankaltainen BEA on todettu toksikologisilta ominaisuuksiltaan enniatiineja myrkyllisemmäksi yhdisteeksi koeputkiolosuhteissa. Toistaiseksi vain nivalenolin haittavaikutukset tunnetaan.

Nivalenoli:

Kriittinen vaikutus

- Yleinen toksisuus ja immunotoksisuus
- Pitkäaikainen altistuminen voi johtaa leukopeniaan eli valkosolukatoon.

Korkein siedettävä saanti

- TDI = 0,7 µg/kg rp/vrk (SCF 2000)

Altistukselle herkimät ryhmät

- Lapset, joiden ruokavalioon kuuluu paljon viljaa

Aikuisen arvioitu saanti Suomessa

- <0,05 µg/kg rp/vrk (2)

Lainsäädäntö

Komission asetuksessa 1881/2006 käsitellään mykotoksiineja ja todetaan, että tämänhetkisten tietojen perusteella ei ole tarpeen asettaa määräyksiä koskien esimerkiksi 3-AcDON, 15-AcDON, F-X tai DAS toksiineja. Komission suosituksessa 2006/583/EY annetaan kuitenkin ohjeita viljassa ja viljatuotteissa esiintyvien *Fusarium*-toksiinien ehkäisemisestä ja vähentämisestä.

Komissio on pyytänyt vuonna 2010 lainsäädäntötyötä varten EFSA:n kannanottoja useista toksiineista.

Johtopäätöksiä valvonnasta

- Mykotoksiinien valvontaa kehitetään sitä mukaa, kun uutta tietoa näiden ominaisuuksista saadaan.
- Tähänastisten tutkimusten perusteella kaura on viljoista herkin mykotoksiinien muodostumiselle.

Lähteet:

1. M. Jestoi, M. Kokkonen, "Uudet" *Fusarium*-mykotoksiinit suomalaisessa viljassa, Maataloustieteen päivät 2008
2. *Fusarium*-toksiinit: saanti viljasta ja viljatuotteista Suomessa, Eviran tutkimuksia 5/2008
3. S. Rämö, V. Hietaniemi, P. Parikka, Viljan *Fusarium*-tartunta ja -toksiinit 2005-2006, Maataloustieteen päivät 2008

12 Ergot-alkaloidit

Ergot-alkaloidit tarkoittavat noin 40 erilaisen toksiinin muodostamaa ryhmää, johon kuuluu esimerkiksi lysergihapot, lysergihappojen amidit ja ergopeptinit. Näitä toksineja muodostavat *Clavicipitaceae*-sukuun kuuluvat rihmastopahkat, kuten *Claviceps purpurea*, *C. paspaspali* ja *C. fusiformis*, joita esiintyy rukiissa ja muissa viljoissa. Näistä käytetään suomenkielistä nimitystä torajyvä. Alkaloidien pitoisuudet ovat hyvin vaihtelevia eikä suoraan pystytä määrittämään yhteyttä rihmastopahkojen määrälle ja ergot-alkaloidien pitoisuuksille.

Terveydelliset häirtävaikutukset (1-4)

Torajyvä sisältää ergometriinia, ergosiinia, ergokristiinia, ergokryptiinia, ergokorniinia sekä ergotamiinia, jotka supistavat verisuonia. Tämän vuoksi sitä on käytetty hoitona päänsärkyyn. Samalla seuraa pahoinvointia sekä palelemista. Pistely ja suonenvedot, sekä mielenhäiriöt ja tajuttomuus ovat myös mahdollisia.

Suurena annoksena torajyvistä seuraa myrkytystila, ergotismi. Lievemmissä tapauksissa yliannostuksesta seuraa kouristuksia, pakkoliikkeitä, hallusinaatioita ja tuskia. Vakavammassa myrkytyksessä torajyvä voi aiheuttaa kuoliota, jolloin yliannoksen uhri saattaa menettää ruumiin ääriosia kuten varpaita tai korvanlehtiä tai pahimmillaan jäseniä; jollei kuoleentuneita osia poisteta, myrkytys saattaa levitä. Vakavan myrkytystilan taudista käytettiin ennen nimeä Pyhän Antoniuksen tuli. Tauti oli yleinen keskiajalla Euroopassa, mutta maanviljelyn kehittyessä tapaukset vähenivät. Viimeisin kuoliota aiheuttanut ergotismiepidemia tapahtui Etiopiassa vuonna 2001, mikä johtui pilaantuneesta ohrasta. Normaaleissa olosuhteissa myrkytystilan riski on matala (4).

Saanti

Suomessa on tutkittu viime vuosina ergot-alkaloideja, mutta saantia ei ole arvioitu. Viljan sisältämiä ergot-alkaloideja ei pidetä kuitenkaan nykyään uhkana ihmisten terveydelle.

Ergot-alkaloideja voi myös esiintyä eläinten rehuissa, mutta niiden kulkeutuminen rehusta maidon, kanamunien tai lihan välityksellä ihmisiin on myös arvioitu epätoennäköiseksi.

Korkein siedettävä saanti

- TDI = 0,6 µg/kg bw/d

Lainsäädäntö

Ihmisravinnoksi tarkoitettulle viljalle ei ole säädetty ergot-alkaloidien enimmäismäärää. Interventioviljan torajyvien enimmäismäärä 0,05 % on annettu komission asetuksessa 687/2008.

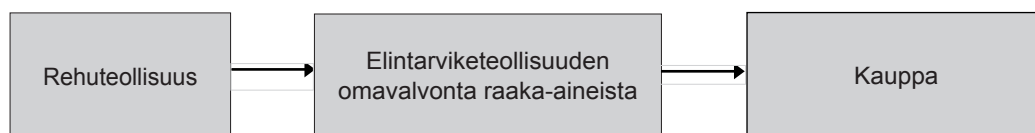
Lainsäädäntötyö etenee komissiossa, joka on antanut suosituksen rehuissa ja elintarvikkeissa esiintyvien torajyväalkaloidien seurannasta (154/2012).

EFSA on antanut monitorointisuosituksen ergot-alkaloidien riskiarviointia ja lainsäädännön kehittämistä varten.

Johtopäätöksiä valvonnasta

- Omavalvonnassa tulee kiinnittää huomiota erityisesti rukiin ja ohran laatuun ja tiedostaa torajyvien esiintymisen mahdollisuus.

Pelloilta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in Food Chain on a request from the Commission related to ergot as undesirable substance in animal feed, The EFSA Journal, 2005, 225, 1 – 27
2. R. Krska, C. Crews, Significance, chemistry and determination of ergot alkaloids: a review, Food Additives and Contaminants, 2008, 25 (6), 722-731
3. EFSA Journal 2012; 10 (7): 2798

13 Nitraatti

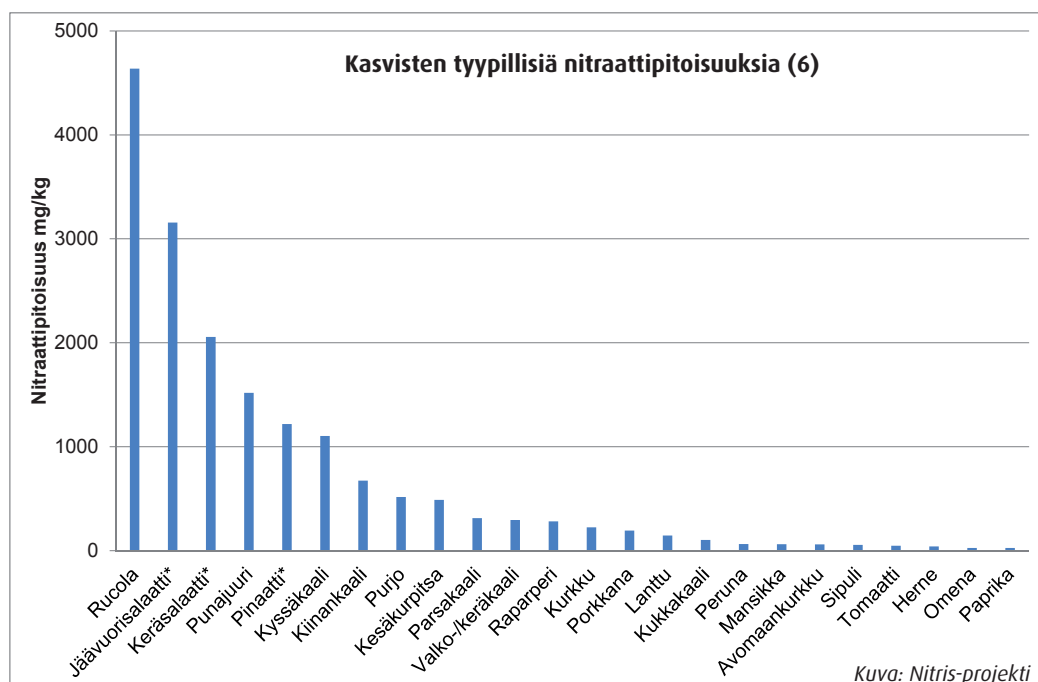
Nitraattien esiintyminen

Nitraatti, (NO_3^- - eli nitraatti-ioni) esiintyy luonnossa erilaisina yhdisteinä. Sitä kertyy luonnostaan ja lannoituksen seurauksena kasviksiin ja juomaveteen.

Kasvien nitraattipitoisuudet vaihtelevat lajeittain. Lisäksi kasviksen eri osissa tavaan erilaiset pitoisuudet nitraatteja. Nitraatit liikkuvat veden ja ravinteiden mukana kasvissa kohti lehtiä. Tästä syystä suurimmat pitoisuudet löytyvät vihreälehtisistä kasviksista kun taas pitoisuudet siemenissä ja varsissa ovat alhaisempia. Perunassa suurin nitraattipitoisuus on kuorikerroksessa, mutta porkkanassa ja punajuuressa keskiosassa. Salaatin nitraattipitoisuus on korkein uloimmissa lehdissä. Tämän vuoksi uloimmat lehdet on hyvä poistaa salaateista ennen niiden nauttimista.

Lisäksi kasvin ikä vaikuttaa nitraattipitoisuuteen: nuorimmat lehdet sisältävät vähemmän nitraattia kuin vanhemmat lehdet (1).

Nitraattia ja nitriittiä saadaan myös lisäaineista, joita käytetään mm. lihavalmistisiin, juustoihin ja kalasäilykkeisiin. Nitraatin lisäaineellinen saanti on vähäistä kasviksista ja juomavedestä saatuun nitraattiin verrattuna. Tässä raportissa ei käsitellä lisäaineita.



Miten nitraattia voidaan vähentää kasviksissa

Nitraattipitoisuuteen vaikuttavat sekä maatalouskäytännöt että ympäristötekijät. Maaperän kosteus, valon määrä, lämpötila ja lajike ovat tekijöitä, joilla on vaikutusta kasvien nitraattipitoisuuksiin (1).

Orgaaninen typpilannoitus (biologinen viljely) vaikuttaa kasvien nitraattipitoisuuden voimakkaammin kuin epäorgaaninen. Se johtuu siitä, että orgaaninen typpi muuttuu hitaammin proteiiniksi kuin epäorgaaninen. Nitraattilannoitus painottuu kasvukauden alkuun. Siksi aikaisin korjatussa sadossa nitraattipitoisuudet ovat korkeimmillaan.

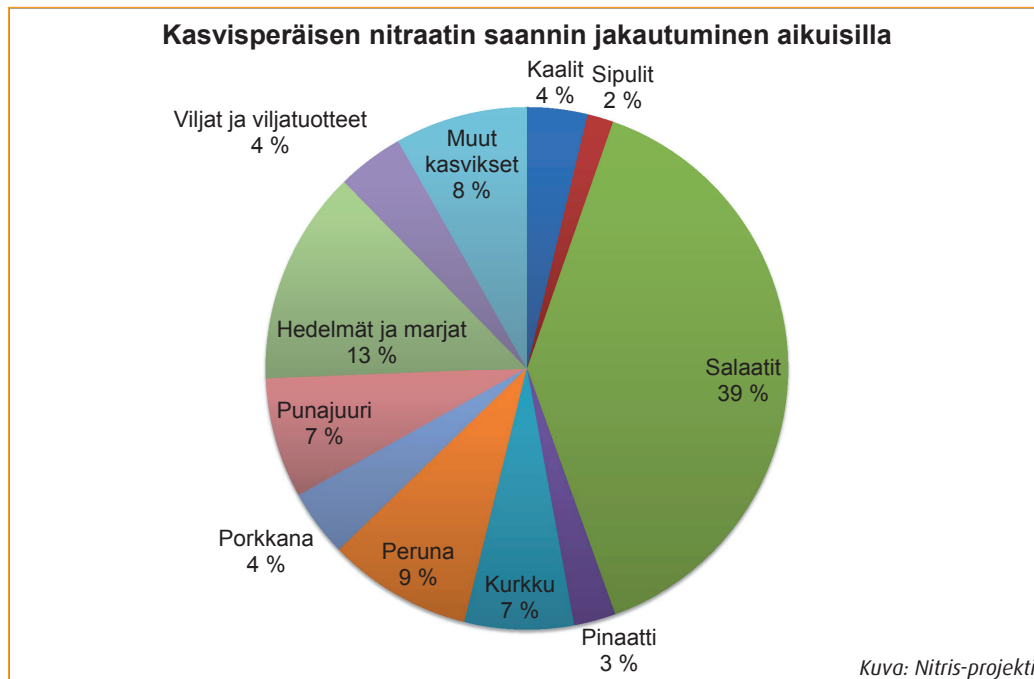
Kuluttajan mahdollisuudet vähentää nitraatin saantia

Kuluttaja voi vähentää nitraattien saantia huomattavasti huuhtelemalla, keittämällä, kuorimalla ja käsittelemällä kasviksia. Salaatista on hyvä poistaa uloimmat lehdet ennen nauttimista. Lisäksi runsaasti nitraattia sisältävien kasvien, kuten rucolan, kulutusta tulisi vähentää ja vähän nitraattia sisältävien kasvien määrää puolestaan lisätä ruokavaliassa.

Nitraatin arvioitu saannin %-osuus ravinnosta (6)

- 75–85 % kasviksista
- 11–23 % juomavedestä
- Pieniä määriä lisäaineena 1-4 %, juustoista ja kalasäilykkeistä

Kasvisperäisen nitraatin saannin jakautuminen (6)



Terveydelliset häirtavaikutukset (1, 4)

Nitraatin terveydelliset häirtavaikutukset ilmenevät sen metaboloituessa nitriitiksi, nitriittioksidiksi sekä N-nitroso-yhdisteiksi. Nitriitti voi hapettaa hemoglobiinin sisältämän raudan sellaiseen muotoon, ettei se pysty kuljettamaan happea elimistöön. Tätä kutsutaan methemoglobinemiaksi. Erityisesti imeväsille ja pikkulapsille tila on vaarallinen, varsinkin jos samaan aikaan lapsella on ripuli tai muu suolistotulehdus. Epidemiologisissa tutkimuksissa ei ole löydetty todisteita siitä, että ruokavaliosta tai juomavedestä saatu nitraatti lisää syöpäriskiä. Toisaalta taas nitraattien tiedetään mm. laskevan verenpainetta.

EFSA:n arvion mukaan kasvien käytön hyödyt ylittävät nitraatille altistumisesta aiheutuvat terveydelliset häirtat.

Kriittinen vaikutus

- Nitriitit heikentävät veren hapenottokykyä; hemoglobiini muuttuu methemoglobiiniksi nitriitin vaikutuksesta

Altistukselle herkimät ryhmät

- Pienet lapset, joilta puuttuu methemoglobiinireduktaasi
- Pienet lapset, joille annetaan kaivovettä, jossa on runsaasti nitraatteja
- Pienet lapset, joilla on bakteeri-infektio ruoansulatuskanavassa
- Rucolan ja pinaatin suurkuluttajat

Aikuisen arvioitu saanti (1, 6)

- Syömällä suositusten mukaisesti 400 g sekalaisia kasviksia päivässä nitraattisaannin on laskettu olevan 157 mg/vrk (Euroopan keskiarvo).
- Yli 47 g kulutus rucolaa päivässä voi johtaa hyväksyttävän päivittäisen saantiarvon ylittymiseen.
- 70 kg aikuisen mediaanisaanti elintarvikkeista sekä vedestä on Suomessa 35,7 mg/vrk.

Vastaavasti 1-6-vuotiaiden lasten mediaanisaanti on 22-39 mg/vrk.

Korkein hyväksyttävä päivittäinen saanti (1a, 1b)

- Nitraatti (NO₃) 3,7 mg/kg rp/vrk ja nitriitti (NO₂) 0,07 mg/kg rp/vrk (4)
- 70 kiloosella aikuisella hyväksyttävä nitraatin päivittäinen saanti on 259 mg (1).

Lainsäädäntö

EU:n komission asetuksen (EY) N:o 1881/2006 muutoksessa (EU) N:o 1258/2011 on annettu enimmäispitoisuusrajat pinaatille, salaatile, jäävuorisalaatile, rucolalle sekä lastenruoille. Enimmäismäärät on asetettu tuorepainokiloa kohden ja ne vaihtelevat vuodenaikojen mukaan. Perusteena tähän ovat erilaiset viljelyolosuhteet, tuotantotavat sekä kulutuskäytännöt.

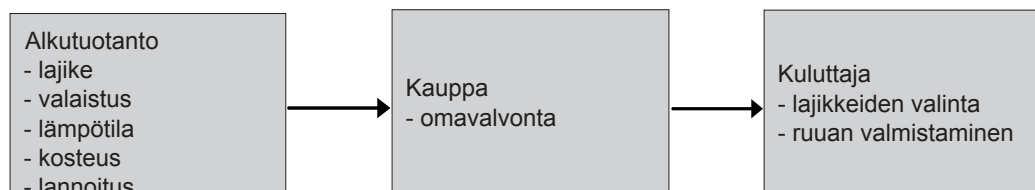
Elintarvikeryhmä	Enimmäismäärät (mg NO ₃ /kg)	
Tuore pinaatti		3 500
Säilytetty, pakastettu tai jäädytetty pinaatti		2 000
Tuore salaatti	Sato korjattu 1.10.-31.3.	
	katteen alla kasvatettu salaatti	5 000
	avomaalla kasvatettu salaatti	4 000
	Sato korjattu 1.4.-30.9.	
	katteen alla kasvatettu salaatti	4 000
	avomaalla kasvatettu salaatti	3 000
Jäävuorisalaatit	katteen alla kasvatettu salaatti	2 500
	avomaalla kasvatettu salaatti	2 000
Rucola	Sato korjattu 1.10.-31.3.	7 000
	Sato korjattu 1.4.-30.9	6 000
Imeväisten ja pikkulasten viljapohjaiset valmisruoat ja muut lastenruoat		200

Näytteenottomenetelmästä ja analyysimenetelmän kriteereistä säädetään komission asetuksessa(EY) N:o 1882/2006.

Johtopäätöksiä valvonnasta (4, 5)

- Omavalvonta yhdessä lajivalinnan ja tuotannon kehittämisen kanssa on edellytys alhaisille nitraattipitoisuuksille.
- Lannoituksen tyyppiä tulee tarkkailla osana omavalvontaa.
- Rungas valo pienentää nitraattipitoisuuksia kasvien maanpäällisissä osissa.
- Tiheä istutus ja likaiset kasvihuoneen lasit eivät päästä valoa läpi.
- Tärkeimmät valvottavat kasvikset ovat peruna ja salaatti.
- Painopistealueena on lasten kasvisruokasäilykkeiden omavalvonta.
- Kauppakunnostuksessa salaatin uloimmat lehdet tulee poistaa.
- Keittäminen vähentää kasvien nitraattipitoisuutta 16–79 % ja perunan kuoriminen 20–30 % (1, 3, 4).
- Nitris-raportin aineistossa, kypsennys vähensi kasvien nitraattipitoisuutta 6–49 % ja kasvatti toisten kasvien nitraattipitoisuutta 8–97 % (6).

Pellolta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. a. Nitrate in vegetables - Scientific Opinions of the Panel on Contaminants in the Food chain. The EFSA Journal (2008) 689, 1–79. 1. b. The EFSA Journal 2010; 8 (12) 1935.
2. Kotimaisten ja ulkomaisten kasvien nitraatti- ja raskasmetallipitoisuudet. Elintarvikeviraston Tutkimuksia sarja 11/1993
3. Blomberg, K. Kasvien nitraattipitoisuudet ja mahdollisuudet vaikuttaa niihin. Ympäristö ja Terveys (1997) 7-8, 34-38.
4. Blomberg, K. Keittämisen vaikutus kasvien nitraattipitoisuuteen. Elintarvikeviraston Valvonta-sarja 2/1998
5. Blomberg, K. ja Hallikainen, A. Kotimaisten ja ulkomaisten ruokaperunoiden vieraat aineet; glykoalkaloidit, nitraatit ja raskasmetallit. Elintarvikeviraston Tutkimuksia-sarja 3/2000
6. Suomi, J. Kvantitatiivinen riskinarviointi lasten ja aikuisten altistumisesta nitraatille ja nitriitille, Eviran tutkimuksia 2/2013
7. WHO Technical Report Series No. 913, 2002

14 Glykoalkaloidit

Glykoalkaloidit ovat luontaisia toksiineja, joita syntetisoivat *Solanacea*-suvun kasvit. Ravintomme kannalta niistä tärkein on peruna. Glykoalkaloidit toimivat kasvin suojausmekanismeina tauteja ja tuholaisia vastaan. Suurina annoksina ne aiheuttavat kiterää sivumakua ja ovat terveydelle haitallisia. Vihertyneet perunat sisältävät usein kohonneita glykoalkaloidipitoisuuksia, mutta vihertyminen ja glykoalkaloidipitoisuus eivät kuitenkaan ole suorassa yhteydessä toisiinsa (1).

Erityispiirteitä

Glykoalkaloidien pääasiallinen saantilähde on peruna. Perunan glykoalkaloidit koostuvat 95-prosenttisesti alfa-solaniinista ja alfa-kakoniinista.

Perunan glykoalkaloidipitoisuudet ovat suurimmat aivan kuorikerroksessa, ja eri perunalajikkeilla on erilainen taipumus syntetisoida niitä. Varhaisperunan glykoalkaloidipitoisuudet saattavat olla jopa kaksinkertaisia syysperunaan verrattuna. Pienissä mukuloissa pitoisuudet ovat suurimmat, koska kuorikerroksen osuus niissä on huomattava.

Perunan kuoriminen vähentää glykoalkaloidipitoisuutta jopa 60 %. Muun prosessoinnin vaikutus pitoisuuksiin on huomattavasti vähäisempää (2).

Perunan glykoalkaloidien muodostumista lisääviä tekijöitä (3, 4)

- Kasvukauden kylmä ja sateinen sää
- Runsas valo varastoitaessa
- Liian kylmä varastointi
- Mukulan mekaaninen vaurioituminen

Saanti perunasta (1)

Kotimaisen perunan glykoalkaloidipitoisuudet vaihtelevat 10–280 mg/kg välillä. Alhaisia pitoisuuksia (alle 50 mg/kg) on todettu mm. Rosamunda-, Bintje-, Timate- ja Ukama -lajikkeissa. Elintarviketurvallisuusvirasto Eviran kartoituksen perusteella korkeille pitoisuuksille herkkä lajike on mm. kotimainen Sini. Lapin puikulassa tiedetään myös olevan korkeita pitoisuuksia.

Arvioitu saanti perunasta henkilöä kohden vuorokaudessa on 7 mg. Se on laskettu kotimaisen perunan keskimääräisen glykoalkaloidipitoisuuden (82 mg/kg) ja vuoden 2007 kulutustiedon pohjalta. Arvio koskee kuorellista perunaa.

Kuluttaja voi helposti vaikuttaa itse saantiin jättämällä vihertyneet perunat käyttämättä ravinnoksi.

Saanti tomaatista (5)

Tomaatin glykoalkaloidit koostuvat pääasiassa alfa-tomatiinista. Pitoisuudet ovat suurimmat raaissa vihreissä tomaateissa (20–200 mg/kg). Toisinaan tavataan jopa yli 1 000 mg/kg pitoisuuksia.

Kypsien punaisten tomaattien alfa-tomatiinipitoisuudet jäävät 0-10 mg/kg:aan. Keskimääräinen pitoisuus on 1 mg/kg.

Arvioitu saanti tomaatista henkilöä kohden vuorokaudessa on 0,9 mg. Se on saannin maksimiarvio, jossa tomaatin alfa-tomatiinipitoisuuden on laskettu olevan 10 mg/kg. Lisäksi on oletettu, että tomaateista 10 % nautitaan raakoina (pitoisuus 200 mg/kg).

Terveydelliset häirtavaikutukset (5, 6)

Kriittinen vaikutus

- Lievissä myrkytystapauksissa oireina ripulia, oksentelua ja mahankouristuksia.
- Oireet esiintyvät yleensä 2-20 tunnin kuluttua runsaasta nauttimisesta.
- Ulkomailla raportoiduissa vakavissa tapauksissa on todettu keskushermostollisia vaikutuksia, kuten väsymystä, sekavuutta, apatiaa, näkökentän häiriöitä sekä tajuttomuutta.
- Pitkäaikaisista vaikutuksista, esim. syöpävaarallisuudesta, ei ole riittävästi tietoa. Perunan glykoalkaloideille asetettu lakisäättäinen enimmäisraja perustuu yksinomaan tutkimuksiin akuuteista terveyshaitoista.

Suomalaisen aikuisen arvioitu saanti (1)

- Aikuisen keskimääräinen saanti on 0,13 mg/kg rp/vrk

Kriittiset annokset

- Alhaisin myrkytysoireita aiheuttanut annos ihmisillä on 1,25 mg/kg rp/vrk. Tämä vastaa 75 mg kerta-annosta 60 kg ihmisellä (7).
- Hengenvaaraa ovat aiheuttaneet annokset 3-6 mg/kg rp/vrk, mikä vastaa 180–360 mg kerta-annosta 60 kg ihmisellä.

Lainsäädäntö

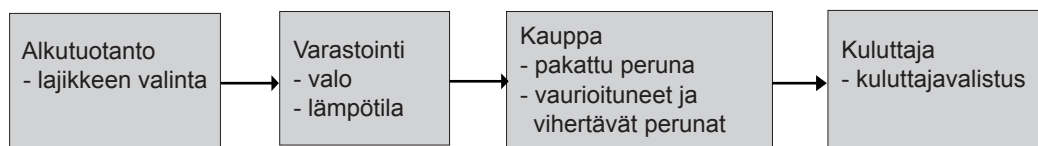
Perunan glykoalkaloidien enimmäismäärästä (200 mg/kg) säädetään kauppa- ja teollisuusministeriön asetuksessa 237/2002. Sama enimmäisraja on käytössä lukuissa muissakin maissa. Glykoalkaloideille ei ole EU lainsäädäntöä.

Johtopäätöksiä valvonnasta (8)

Perunan glykoalkaloidien valvonta toteutuu pääasiassa omavalvontana.

- Omavalvonnassa tulee kiinnittää huomiota lajikkeen valintaan, perunan varastointiolosuhteisiin ja lajitteluun.
- Perunat tulee varastoida pimeään tilaan, jonka lämpötila on noin + 8 °C. Heti sadonkorjuun jälkeen lämpötila voi olla korkeampi.
- Lajittelun yhteydessä poistetaan vaurioituneet ja vihertyneet mukulat.
- Kaupassa tärkein valvontakohde on pakattu peruna.
- Vihreitä perunoita ei tule syödä.

Pellolta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. Kotimaisten ja ulkomaisten ruokaperunoiden vieraat aineet; glykoalkaloidit, nitraatti ja raskasmetallit. Elintarvikeviraston Tutkimuksia sarja 3/2000
2. A. Tajner-Czopek et al, Changes in glycoalkaloids content of potatoes destined for consumption, Food Chemistry 106 (2008) 706–711
3. Varhaisperunan laatu ja glykoalkaloidipitoisuus. Elintarvikeviraston Tutkimuksia sarja 3/1994
4. Handbook of Plant and Fungal Toxicants J.P.F.D Mello, CRC Press, Boca Raton New York 1997, Glycoalkaloids 19-35
5. Glycoalkaloids in tomatoes, eggplants, pepper and two Solanum species growing wild in the Nordic Countries. Nordic Council of Ministers, Tema Nord 1999:599
6. WHO Technical Report Series No. 828, 1992
7. T.T. Mensinga et al, Potato glycoalkaloids and adverse effects in humans: an ascending dose study. Regulatory Toxicology and Pharmacology 41, 2005
8. Eviran esite; Laadukas peruna ruokapöydän kesto-suosikiksi, Joulukuu 2012, www.evira.fi

15 Gyromitriini

Gyromitriini on luontainen toksiini, jota on korvasienessä (*Gyromitra esculenta*). Siitä syntyy huoneen lämpötilassa sienien tärkeintä myrkkyä N-metyyli-N-formyylihydratsonia. Tämän saksalaisten tutkijoiden tunnistaman myrkyn lisäksi suomalaiset tutkijat löysivät korvasienestä kahdeksan muuta yhdistettä, joita on huomattavasti vähemmän korvasienessä kuin tavallisinta myrkkyä, gyromitriinia (87,5 %) (1, 2).

Gyromitriinin on havaittu myöhemmin sitoutuvan korvasienen orgaanisiin molekyyliin. Suolahapolla käsittelemällä gyromitriini vapautuu monometyylihydratsonina, joka voidaan kemiallisesti määrittää ja josta voidaan laskea gyromitriinin pitoisuus. Korvasienisadon koko vaihtelee suuresti vuosittain. Niitä kulutetaan satoja tonneja hyvänä vuonna. Tarkempaa tietoa korvasienten käytöstä ja gyromitriinille altistumisesta ei Suomessa ole. Suomessa käsittelemättömän korvasienen myynti on sallittua, mikäli varoitusmerkinnät myrkyllisyydestä ja käsittelyohjeet ovat saatavilla kuluttajille.

Terveydelliset haittavaikutukset (1)

Akuutti myrkytys

- Ruoansulatusvaiheen myrkytys (6-12 tuntia)
- Päänsärky, pahoinvointi, vatsakipu, oksentelu, verta ulosteessa, silmien ja ihon keltaisuus
- Maksa-munuaisvaihe: Punasolujen hajoaminen ja keskushermostohäiriöt, levottomuus, turvotus, krampeja, jotka voivat johtaa kuolemaan.

Pitkäaikaisvaikutukset

- Osa myrkyistä on syöpävaarallisia aineita. Ne voivat aiheuttaa myös yliherkkyyttä tai allergiaa. Eläinkokeissa on havaittu sikiövaurioita.

Riskinarviointi on tehty pohjoismaisena yhteistyönä. Korvasienen akuuttitoksisuusvaara, syöpävaarallisuus ja sikiötoksisuusvaikutukset eläinkokeissa antavat aiheutta pitkäaikaisia korvasientä elintarvikkeena haitallisena. Korvasienten nauttiminen olisi syytä jättää vain yksittäisiin harvoihin ateriakertoihin ja on aina huolehdittava niiden oikeasta käsittelystä.

Lainsäädäntö

KTM:n asetus ruokasienten kaupan pitämisestä (489/2006) vaativat pakkausmerkintöihin tai myytävien sienten välittömään läheisyyteen käsittelyohjeen ja varoituksen sienen myrkyllisyydestä.

Ruotsi sallii vain käsiteltyjen korvasienten kauppaamisen. Suomi on ainoa läntisen Euroopan maa, jossa raakojen korvasienten myynti on sallittu.

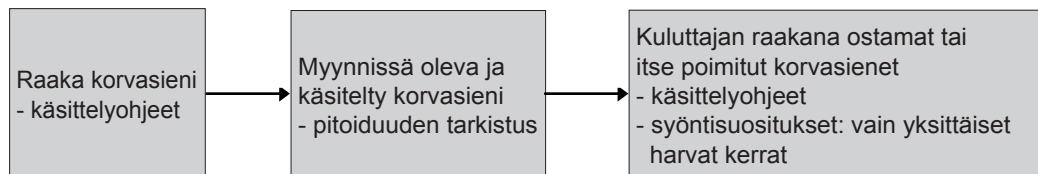
Johtopäätöksiä valvonnasta

Raakoja korvasieniä myytäessä on niiden välittömässä läheisyydessä oltava käsittelyohjeet, joita saa Evirasta eri kielillä: suomi, ruotsi, englantia, saksa, ranska ja venäjä.

Korvasienen käsittelyohjeet

- Korvasienet on keitettävä kahteen kertaan runsaassa vedessä (1 osa sieniä ja 3 osaa vettä) vähintään viisi minuuttia ja huuhdeltava hyvin molempien keittokertojen jälkeen runsaassa vedessä.
- Korvasieniä voidaan säilöä kuivaamalla ne rapeiksi. Kuivattuja korvasieniä on liotettava vähintään kaksi tuntia ennen käyttöä (10 g sieniä ja 2 dl vettä). Liotuksen jälkeen korvasienet keitetään kahteen kertaan kuten tuoreet korvasienet.
- Korvasieniä kuivattaessa tai keitettäessä on tuuletettava hyvin. Korvasienten liotus- tai keittovettä ei saa käyttää ruoanvalmistuksessa.
- Korvasienen kuljetuksessa ja käsittelyssä on otettava huomioon, että siitä haihtuu myrkyllisiä kaasuja.
- Korvasienten käsittelyä ennen markkinointia suositellaan.

Metsästä pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. Hydrazones in False Morel, Tema Nord 1995:561, the Nordic Council of Ministers
2. Pyysalo, H. and Niskanen, A. (1977) On the Occurrence of N-methyl-N-formylhydrazones in fresh and processed false morel, *Gyromitra esculenta*. J. Agr. Food Chem., 25: 644-647

16 Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH -yhdisteet) ovat hiiltä ja vetyä sisältäviä orgaanisia yhdisteitä, joissa on kaksi tai useampia bentseenirenkaita liittyneenä yhteen. PAH-yhdisteet ovat rasvaliukoisia yhdisteitä. Ne kulkeutuvat pieninä hiukkasina ilmakehän virtausten mukana, ja siksi ne ovat luonnossa kaikkialle levinneitä haitallisia aineita.

PAH-yhdisteitä löytyy myös elintarvikkeista ruoanvalmistuksen seurauksena. Yhdisteistä tunnetuin ja haitallisin on bentso(a)pyreeni. Erilaisia PAH-yhdisteitä tunnetaan kymmeniä. (SCF) JECFA on suositellut 16 PAH-yhdisteen pitoisuuksien tarkkailua elintarvikkeissa mahdollisten syöpäriskien takia. Vuonna 2008 EFSA:n paneeli osoitti 8 tai vaihtoehtoisesti 4 yhdistettä PAH-yhdisteiden syöpävaarallisuutta kuvaaviksi indikaattoreiksi. Lisätietoa seoksena esiintyvien eri PAH-yhdisteiden esiintymisestä ja syöpävaarallisuudesta tarvitaan riskinhallintaa varten.

Suomessa PAH-yhdisteiden saanti elintarvikkeista on arvioitu huomattavasti runsaammaksi kuin monessa muussa Euroopan maassa johtuen savustetun ja grillatun lihan ja kalan suuresta kulutuksesta.

PAH ympäristöstä ja/tai elintarvikkeesta

PAH-yhdisteitä syntyy epätäydellisen palamisen seurauksena mm. fossiilisista polttoaineista, liikenteestä, teollisuudesta ja metsäpaloista.

Myös elintarvikkeiden prosessoinneissa syntyy PAH-yhdisteitä. Näitä ovat muun muassa

- Paahtaminen
- Savustaminen
- Grillaaminen
- Kuivaaminen

Savustustekniikan vaikutus

Ns. perinteinen savustussauna aiheuttaa korkeimmat kokonais-PAH- ja bentso(a)pyreenin pitoisuudet elintarvikkeisiin. Oikea savustustekniikka pitää elintarvikkeiden PAH-pitoisuudet alhaisina. Useimmat valmistajat käyttävät leppäpuuta savun kehitykseen. Myös silloin kun käytetään savunkehittintä tai savustuskaappia oikeilla, yleensä matalilla lämpötiloilla, saadaan alhaiset PAH-pitoisuudet. Suorasavustusta tulee välttää.

Lisäksi nestesavuruiskutuksella päästään hyvään lopputulokseen. Kotioloissa grillattaessa/savustettaessa on erityisesti otettava huomioon seuraavaa:

Materiaalit

- Älä käytä käpyjä, pihkaista tai käsiteltyä puuta tai jätettä.
- Pidä savustusvälineet puhtaana.

Grillaaminen

- Odota, kunnes hiilet ovat valmiita, vältä hiilten ”leimahtelua”.
- Estä grillattavien tuotteiden rasvan tai muiden yhdisteiden valuminen poltettavan puun tai hiilen päälle.

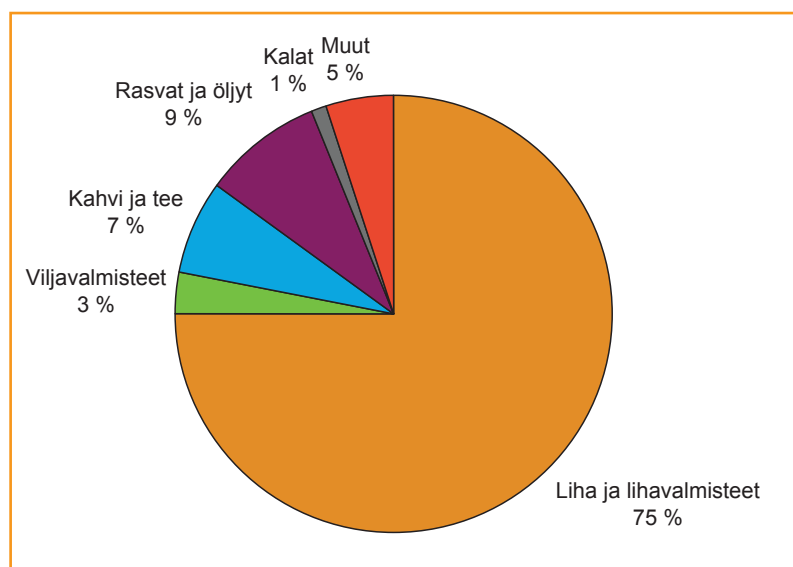
Lopputuote

- Vältä tuotteiden polttamista ja liiallista ruskistamista.

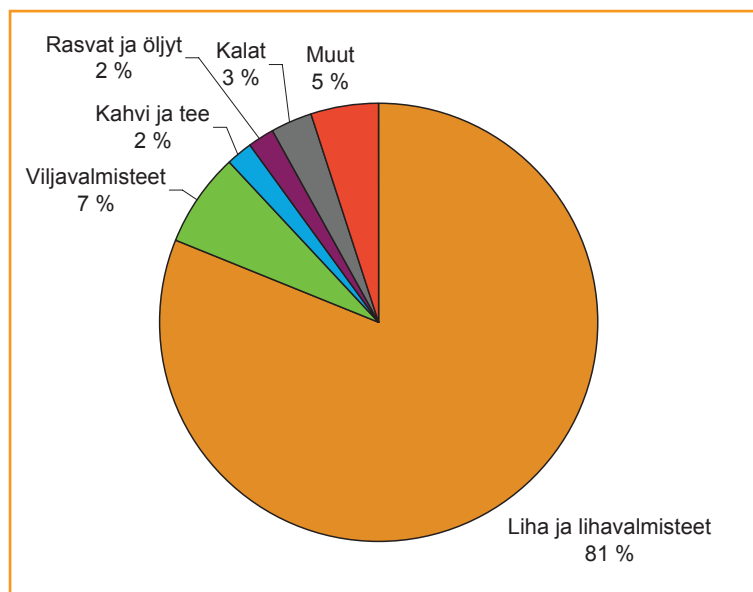
Bentso(a)pyreenin ja kokonais-PAH:in saanti elintarvikkeista Suomessa (1)

Elintarvikeryhmä	BaP ($\mu\text{g}/\text{henkilö}/\text{vrk}$)	%-osuus	Kokonais-PAH ($\mu\text{g}/\text{henkilö}/\text{vrk}$)	%-osuus
Liha ja lihavalmisteet	0,174	75 %	26,21	81 %
Viljavalmisteet	0,007	3 %	2,23	7 %
Kahvi ja tee	0,015	7 %	0,61	2 %
Rasvat ja öljyt	0,020	9 %	0,56	2 %
Kalat	0,003	1 %	0,92	3 %
Muut	0,012	5 %	1,50	5 %
Yhteensä	0,232	100 %	32,04	100 %

Bentso(a)pyreenin saannin jakautuminen



Kokonais-PAH:in saannin jakautuminen



Savustetuista lihavalmisteista saadaan valtaosa PAH-yhdisteiden kokonaissaannista. Tuoreliha on lähes puhdasta PAH-yhdisteistä.

Elintarvikkeita joissa on korkeita PAH-pitoisuuksia

- Hiilien päällä grillatut tai nuotiossa käristetyt elintarvikkeet
- Talkkunajauho
- Riihiruisjauho
- Tuoreet nilviäiset
- Saunapalvikinkku
- Kahvi
- Savukala
- Tee
- Kasvisöljyt
- Mausteet

Eviran valvontahanke 2012: PAH -yhdisteet savustetuissa kalastustuotteissa ja lihavalmisteissa

Tulosten yhteenveto (ka.+vaihteluväli):

	Bentso(a)pyreeni (µg/kg)	PAH4-yhdisteiden summa (µg/kg)
Savustettu kala ja kalastustuotteet (n = 80)	0,7 (vaihteluväli 0-4.9)	3,9 (vaihteluväli 0-26)
Savustettu liha ja lihatuotteet (n = 63)	2,2 (vaihteluväli 0-40)	11,3 (vaihteluväli 0-200)

Terveydelliset haittavaikutukset (2-7)

PAH-yhdisteiden syöpävaarallisuutta on testattu sekä yksittäisillä yhdisteillä että seoksilla. Eräät PAH-yhdisteet on todettu syöpävaarallisiksi.

PAH-yhdisteiden syöpävaarallisuus toksisuus

PAH-yhdiste	Syöpävaarallisuus	Genotoksisuus
Bents(a)antraseeni	+	+
Bentso(b)fluoranteeni	+	+
Bentso(j)fluoranteeni	+	+
Bentso(k)fluoranteeni	+	+
Bentso(a)pyreeni	+	+
Kryseeni	+	+
Dibents(a,h)antraseeni	+	+
Dibentso(a,e)pyreeni	+	+
Dibentso(a,h)pyreeni	+	+
Dibentso(a,i)pyreeni	+	+
Dibentso(a,l)pyreeni	+	+
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	+	+
5-metyylikryseeni	+	+
Bentso(ghi)peryleeni	-	+
Syklopenta(cd)pyreeni	-	+
Bentso(c)fluoreeni	?	?

Bentso(a)pyreeni

Kriittinen vaikutus

- Keuhkosyöpä ympäristö- ja työperäisen altistuksen seurauksena
- Muita mahdollisia PAH:eille altistumisen seurauksia ovat lisääntymishäiriöt, epämuodostumat, vastustuskyvyn heikkeneminen.

Korkein siedettävä saanti (7)

- Suurkuluttajille laskettu MOE-arvo (Margin of Exposure) bentso(a)pyreenille oli 10 800 ja keskiarvokuluttajalle 17 900. Molemmat luvut kuvaavat vähäistä terveydellistä haittaa. Vastaava tulos saatiin, kun käytettiin uudistettuun lainsäädäntöön mukaan otettuja neljää PAH-yhdistettä.

Arvioitu saanti (1, 6, 7)

- Suomalaiset saavat bentso(a)pyreeniä ravinnosta keskimäärin 232 ng/henkilö/vrk, kun vastaavasti koko EU:ssa saanti vaihtelee 235-389 ng:n välillä. Suurin saanti tulee viljasta ja viljavalmisteista.

Eniten altistuvat ryhmät

- Tupakoitsijat, nuohoojat ja teiden päällystystöitä tekevät
- Savustettuja liha- ja kalaruokia runsaasti nauttivat kuluttajat

Lainsäädäntö

Lainsäädäntöä uudistettiin, koska EFSA:n kontaminantti-paneeli ehdotti, että bentso(a)pyreenin lisäksi otetaan indikaattoriksi ainakin kolme muuta PAH-yhdistettä: bentso(a)antraseeni, bentso(b)fluoranteeni ja kryseeni.

Komission asetuksessa 1881/2006 muutos (EU) N:o 835/2011, määritetään eri elintarvikkeissa olevien polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen sallitut enimmäismäärät.

Elintarvikeryhmä	Enimmäismäärät (µg /kg tuorepainoa)	
	Bentso(a)pyreeni	Bentso(a)pyreenin, bentso(a)antraseenin, bentso(b)fluoranteenin ja kryseenin summa
Bentso(a)pyreeni, bentso(a)antraseeni, bentso(b)fluoranteeni ja kryseeni		
Öljyt ja rasvat (lukuun ottamatta kaakaovoita ja kookosöljyä), jotka on tarkoitettu suoraan ihmisravinnoksi tai käytettäväksi elintarvikkeiden ainesosina	2,0	10
Kaakaopavut ja niistä tehdyt valmisteet	1.4.2013 lähtien 5,0	1.4.2013–31.3.2015 35,0 1.4.2015 lähtien 30,0
Kookosöljy, joka on tarkoitettu suoraan ihmisravinnoksi tai elintarvikkeiden ainesosaksi	2,0	20,0
Savustettu liha ja savustetut lihavalmisteet	31.8.2014 saakka 5,0 1.9.2014 lähtien 2,0	1.9.2012–31.8.2014 30,0 1.9.2014 lähtien 12,0
Savustettu kalanliha ja savustetut kalastustuotteet lukuun ottamatta savustetut kilohailit ja savukilohailisäilykkeet, simpukat, kuluttajille myytävät lämpökäsitellyt liha ja lihavalmisteet. Savustettuja äyriäisiä koskevaa enimmäismäärää sovelletaan raajojen ja vatsapuolen lihaan. Savustettujen rapujen ja ravun kaltaisten äyriäisten tapauksessa sitä sovelletaan raajojen lihaan.	31.8.2014 saakka 5,0 1.9.2014 lähtien 2,0	1.9.2012–31.8.2014 30,0 1.9.2014 lähtien 12,0
Savustetut kilohailit ja savukilohailisäilykkeet, simpukat (tuoreet, jäädytetyt tai jäädytetyt), kuluttajille myytävät lämpökäsitellyt liha ja lihavalmisteet	5	30,0
Simpukat	6,0	35,0
Imeväisten ja pikkulasten viljapohjaiset valmisruoat ja muut lastenruoat	1,0	1,0
Äidinmaidonkorvikkeet ja vieroitusvalmisteet maitopohjaiset tuotteet mukaan luettuina	1,0	1,0
Imeväisten erityisruokavaliovalmisteet lääkinnällisiin tarkoituksiin	1,0	1,0

Näytteenotto- ja määrittymenetelmistä komission asetuksessa (EU) N:o 836/2011.

Komissio antoi 4.2.2005 suosituksen (2005/108/EY) elintarvikkeissa esiintyvien polysyklisten aromaattisten hiilivetytyyppien lisätutkimisesta.

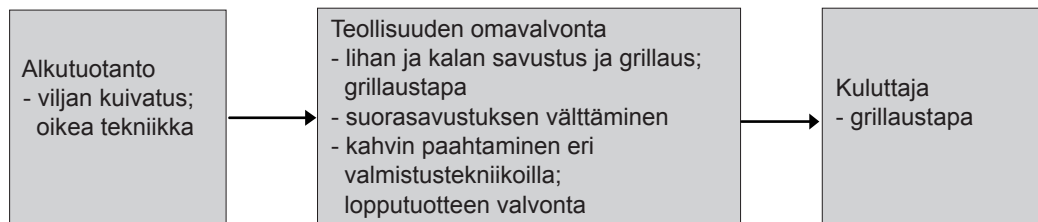
Johtopäätöksiä valvonnasta

EFSA:n viimeisimmän arvion mukaan pelkkä bentso(a)pyreeni ei riitä osoitukseksi elintarvikkeissa olevien PAH-yhdisteiden määristä, kuten tähän saakka on ajateltu. EFSA:n tutkimuksen perusteella tarvitaan neljän (PAH4) tai kahdeksan (PAH8) haitallisen PAH-yhdisteen kokonaismäärät. PAH4 käsittää bentso(a)pyreenin, kryseenin, bents(a)antraseenin ja bentso(b)fluoranteenin. PAH8 käsittää näiden lisäksi bentso(k)fluoranteenin, bentso(ghi)peryleenin, dibents(a,h)antraseenin sekä indeno(1,2,3-cd)pyreenin.

PAH-yhdisteet tulee liittää osaksi omavalvontaa tietyillä teollisuuden aloilla. Lopputuotteen pitoisuuden pitää olla mahdollisimman alhainen eikä pitoisuuksissa tulisi esiintyä suurta vaihtelua savustuserien välillä.

- Tärkeimpiä tutkittavia elintarvikkeita ovat savustetut lihat ja kalat sekä oliiviöljy, talkkunajauho, mausteet, margariini, maapähkinä ja kaakao.
- Lisäksi kahvin ja teen pitoisuuksia tulee valvoa, vaikka lopullisessa juomassa pitoisuudet ovat alhaiset. Kahvin ja teen eri valmistustekniikat saattavat huomattavasti vaikuttaa nautittavan lopputuotteen pitoisuuteen.
- Myös viljan kuivaustekniikkaan on syytä kiinnittää huomiota.

Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. Evira, julkaisematon tieto, 2008
2. EFSA, Findings of the EFSA Data Collection on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food, 2007
3. WHO, Technical Report Series No. 930, 2006
4. WHO, Food Additives Series, No. 55, 2006
5. EFSA, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food, Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain, 2008
6. Reports on tasks for scientific cooperation, Collection of occurrence data on polycyclic aromatic hydrocarbons in food, 2004
7. The EFSA Journal 2008; 724: 1-114

17 Akryyliamidi

Akryyliamidia on käytetty teollisuudessa jo 1950-luvulta. Akryyliamidin on tiedetty aiheuttavan neurotoksisia vaikutuksia teollisuudessa vakavasti altistuneille henkilöille. Koe-eläimillä tehdyissä kokeissa on havaittu akryyliamidin karsinogeeniset, genotoksiset ja lisääntymiskykyä heikentävät vaikutukset.

Vuonna 2002 ruotsalaistutkijat todistivat, että akryyliamidia voi muodostua myös ruoanvalmistusprosesseissa, joissa käytetään yli 120 °C lämpötiloja. Suurin riskialttuus on kasvipohjaisilla elintarvikkeilla, joissa on runsaasti hiilihydraatteja, mutta vähän proteiineja. Tällaisia elintarvikkeita ovat esimerkiksi perunalastut, ranskalaiset perunat, ja leivät.

Akryyliamidin muodostuminen on hyvin riippuvainen kuumennusprosessin kestosta ja lämpötilasta, joten on havaittavissa suuria pitoisuusvaihteluita jopa saman tuotteen eri valmistuserien välillä. Erityisesti elintarvikkeen sisältämän aminohapon, asparagiinin, sekä sokerien määrä vaikuttaa suuresti muodostuvan akryyliamidin määrään. Muita tärkeitä tekijöitä ovat pH ja veden määrä. Ammoniumbikarbonaatin käyttö lisää merkittävästi akryyliamidin muodostumista.

Esiintyminen elintarvikkeissa

Suurimpia pitoisuuksia akryyliamidia on löydetty perunalastuista ja ranskalaisista perunoista. Ranskalaisissa perunoissa akryyliamidipitoisuus kasvaa voimakkaasti paistojen ja tuotteen tummumisen myötä. Leivistä, kekseistä ja pikkuleivistä on löydetty korkeita määriä akryyliamidia. Myös tupakansavu sisältää akryyliamidia.

Akryyliamidin pitoisuuksia suomalaisissa elintarvikkeissa (µg/kg) (1)

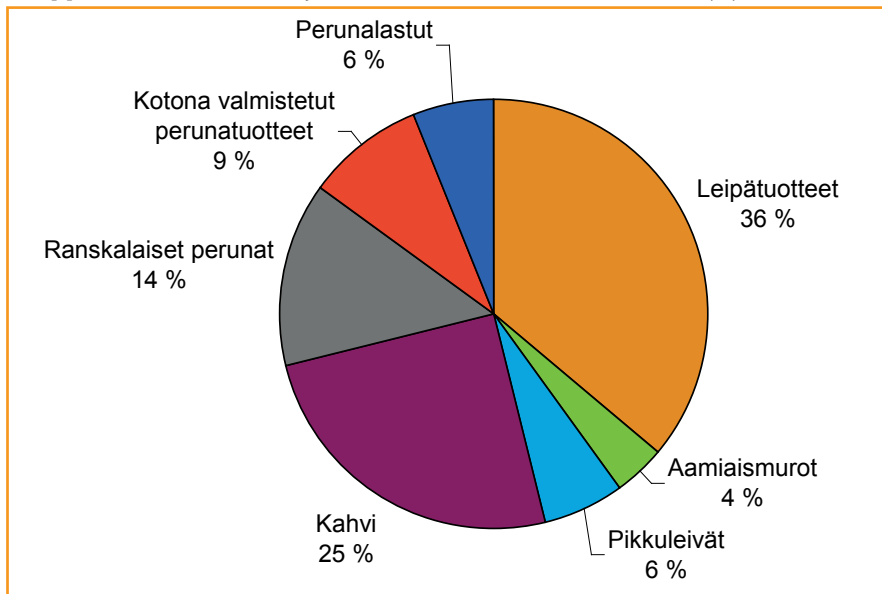
Paahtoleipä	< 68–115	
Ruisleipä	< 68	
Sekaleipä	0 – < 75	
Keksit, piparkakut	< 68–1 150	
Näkkileipä, hapankorput	< 68–1 480	
Lihapullat, pizzat, kananuggetit, kinkkukiusaus, pekoni	0 – < 68	
Kahvi juomana (litrassa)	< 10–29	
Tee juomana	< 10	
Kaakao juomana	< 10	
Perunalastut	100–1 470	
Ranskanperunat	– uunipaistetut	820
	– öljyssä paistetut	300–325

Saanti

Suomessa on arvioitu akryyliamidin saantia elintarvikkeista eri ikäryhmissä (10). EFSA julkaisi vuonna 2009 tutkimuksen, jossa on laskettu akryyliamidin saanti Ruotsissa.

Suomessa aikuinen saa akryyliamidia elintarvikkeista noin 0,5-1 µg/kg rp/vrk. Ruotsissa arvioitu aikuisen saanti on 0,31 µg/kg rp/vrk. Korkeimman altistuksen kohteena Suomessa on 3-vuotias, jonka saanti vaihtelee 1-2 0,31 µg/kg rp/vrk. Aikuinen saa eniten akryyliamidia kahvista ja lapsi peruna-kinkkuruoosta.

Akryyliamidin saannin jakautuminen 2007 Ruotsissa (2)



Terveydelliset haittavaikutukset (3-6)

Kansainvälinen syöväntutkimuslaitos (IARC) on vuonna 1994 arvioinut koe-eläintutkimusten perusteella akryyliamidin todennäköisesti ihmisessä syöpää aiheuttavaksi aineeksi. Akryyliamidin karsinogeenisuutta ihmisille ei vielä ole pystytty todistamaan vaillinaisten tutkimustulosten perusteella, mutta karsinogeenisuuden aiheuttavan glysidamidi-aineenvaihduntatuotteen muodostuminen on osoitettu. Sosiaali- ja terveysministeriön vaarallisten aineiden luettelossa akryyliamidi luokitellaan ryhmään 2 kuuluvaksi syöpää aiheuttavaksi aineeksi. Ryhmän 2 aineita ei saa käyttää yleiseen kulutukseen myytäväksi tarkoitetuissa kemikaaleissa.

Kriittinen vaikutus

- Neuropatologisia vaikutuksia
- Todennäköisesti syöpävaarallinen aine
- Genotoksisuus
- Pienin akryyliamidiannos, joka näyttää lisäävän syöpäkasvainten muodostumista koe-eläimissä 2 mg/kg rp/vrk

Arvioitu saanti ravinnosta (7,8)

- 0,31–1,4 µg/kg rp aikuisille ja nuorille, EFSA 2011
- 0,7–2,4 µg/kg rp lapsilla, EFSA 2011

Eniten altistuvat ryhmät

- Ranskalaisten perunoiden, perunalastujen ja keksien sekä kahvin suurkuluttajat
- Miehet, jotka altistuvat elintarvikkeiden lisäksi myös tupakanpoltosta (pyrolyysi) akryyliamidille (9)

Lainsäädäntö ja muu riskihallinta

Akryyliamidille ei ole säädetty enimmäismäärää elintarvikkeissa. Komissio on viimeksi antanut suosituksen 2010/307/EU elintarvikkeiden akryyliamidipitoisuuksien seurannasta. Yhteenvedo vuoden 2007–2009 tuloksista on valmistunut altistuslaskelmiseen. EU:n komissio on päätenyt yhteistyössä teollisuuden kanssa sellaiseen riskihallintaan että käytännössä pyritään laskemaan pitoisuuksia niistä elintarvikkeista, joissa sitä on eniten.

Johtopäätöksiä valvonnasta (7)

- FDE ja EU:n komissio ovat antaneet yhteiset suositukset akryyliamidin vähentämiseksi. Ne löytyvät Eviran internet-sivuilta www.evira.fi.
- Ruoa liiallista kuumentamista välttämällä voidaan akryyliamidin määrää ruoassa vähentää.

Lähteet:

1. Acrylamide levels in Finnish foodstuffs analysed with liquid chromatography tandem mass spectrometry. Eerola S., Hollebekkers K., Hallikainen A., Peltonen K. *mol. Nutr. Food Res.* 2007, 51; 239-247.
2. EFSA Scientific Report (2009) 285, 1-26, Results on the monitoring of acrylamide levels in food1
3. WHO Technical Report Series, No. 930, 2006
4. WHO Food Additives Series, No. 55, 2006
5. Opinion of the Scientific Committee on Food on new findings regarding the presence of acrylamide in food. 2002
6. Determination of Hemoglobin Adducts in Humans Occupationally Exposed to Acrylamide, Bergmark E., Calleman C. J., He F. S. and Costa L. G., *Toxicol Appl Pharmacol.* 1993 May; 120(1):45-54.
7. Millaisena sinä syöt ranskanperunasi, Jestoi, M., Orpana, M., Rokka, M., Peltonen K., *Elintarvike ja Terveys-lehti* 3:2008: 50-53
8. *EFSA Journal* 2011; 9 (4) 2133
9. Dietary acrylamide intake and the risk of cancer among Finnish male smokers. T. Hirvonen, J. Kontto, M. Jestoi, L. Valsta, K. Peltonen, P. Pietinen, S. M. Virtanen, H. Sinkko, C. Kronberg-Kippilä, D. Albanes, J. Virtamo. *Cancer Causes control* (2010) 21: 2223-2229
10. Dietary acrylamide exposure among Finnish adults and children: the potential effect of reduction measures. T. Hirvonen, M. Jestoi, H. Tapanainen, L. Valsta, S.M. Virtanen, H. Sinkko, C. Kronberg-Kippilä, J. Kontto, J. Virtamo, O. Simelle & K. Peltonen. *Food Additives & Contaminants: Part A*, DOI: 10.1080/19440049.2011.593559

18 Furaani

Furaani on kirkas ja väritön neste, jolla on eetterin tuoksu. Se haihtuu helposti eikä se liukene veteen. Furaanin tiedetään vapautuvan ilmaan tupakanpoltossa, autojen polttokaasuista ja puun poltossa. Furaania käytetään teollisuudessa lääkkeiden, lakkojen, maatalouskemikaalien ja monien muiden yhdisteiden valmistukseen. Furaania on luonnostaan tavattu puuöljyissä. Sitä ei pidä sekoittaa polykloorattujen dibentsofuraaneiksi kutsuttuun aineryhmään.

Furaanin esiintyminen elintarvikeketjussa tai syntyminen elintarviketuotannossa on uusi asia, jonka merkitystä elintarviketurvallisuuteen pohditaan sekä EU:ssa että muualla maailmassa. EFSA on vuoden 2004 lopulla ottanut kantaa furaanin turvallisuuteen ja ehdottanut tehtäväksi lisäselvityksiä furaanin pitoisuuksista elintarvikkeissa sekä tieteellistä tutkimusta furaanin muodostumismekanismeista.

Esiintyminen elintarvikkeissa ja saanti

Furaania syntyy samoissa olosuhteissa kuin akryyliamidia eli pelkistäviä sokereita kuumennettaessa aminohappojen läsnä ollessa. Samoissa olosuhteissa askorbiinihappo näyttää lisäävän sekä furaanin että bentseenin syntymistä.

Furaania on analysoitu kahvista, lastenruoista ja muista purkkiruoista sekä vihanneksista. Säteilytyksessä syntyy furaania sokereista. Myös pH:lla on vaikutusta furaanin määrään.

EFSA:ta ilmestyi 2009 raportti EU:n jäsenmaiden monitorointituloksista elintarvikkeissa (3).

Tärkeimmät saantilähteet

- Kahvi
- Vihannekset
- Liharuoat
- Purkitetut lastenruoat
- Hedelmämehut
- Maitopohjaiset tuotteet
- Viljatuotteet

Furaanin pitoisuuksia elintarvikkeissa

Vuonna 2007 tullilaboratorio on tutkinut 65 elintarvikenäytettä, joista puolesta löytyi furaania.

Tuote	Koostumus / pakkaustyyppi	Pitoisuuden vaihtelu (µg/kg)	Keskiarvo (µg/kg)
Lastenruoat	Kasviksia + lihaa/kalaa, pastaa + lihaa/kalaa, vihanneksia. Tölkissä	< 5 - 75	25
Mehut ja juomat	Tölkissä	< 2 - 10	3,3
Mehut ja juomat	Pullossa	< 2	0
Säilykehedelmät	Alkoholissa, tölkki	< 5 - 7,0	2,3
Kastikkeet	Purkissa	< 5 - 5,4	1,8
Kidney papu	Tölkissä	30	30
Soijamakkara	Peltitölkissä	21	21
Kurkkusäilyke	Tölkissä	< 5	0

Vaikka furaani haihtuu, se ei kovin helposti häviä esimerkiksi lastenruokia kuumenttaessa ilman kantta. Kuumentamisen laakealla lautasella ja ruoan sekoittamisen on havaittu vähentävän furaanipitoisuuksia. Eviran alustavien tutkimusten perusteella näyttäisi siltä, että lihapitoisissa lastenruoissa furaanipitoisuus olisi hieman suurempi kuin pelkkiä kasviksia sisältävissä ruoissa. Tutkimusta tarvitaan kuitenkin lisää, jotta löydetään sellaiset olosuhteet elintarvikkeiden valmistukselle, jossa furaania syntyy mahdollisimman vähän.

Suomessa markkinoilla olevien kuumentamattomia furaanipitoisuuksia (5)

Lastenruoka (eri valmistajien)	FUR (µg/kg)
Banaani-persikkasose	4,7
Aprikoosi	14,1
Hedelmiä	14,1
Omenaa ja aprikoosia	8,1
Suvihedelmät	8,6
Luomupersikkasose	5,5
Omena-banaanisose	9,4
Porkkanaa ja perunaa	22,6
Kasviksia	39,4
Porkkanaa	22,9
Porkkanasose	33,5
Vihanneskimara	73,4
Porkkanaa ja perunaa	29,9
Luomuporkkanasose	37
Kasviksia ja naudanlihapatua	54,6
Kasviksia ja stroganoffia	30,3
Talonpojanpatua	12,8
Kasviksia ja porsaanpaistia	38,6
Vihanneksia, riisiä ja porsaanlihaa	90,3
Luomuperunaa ja vasikanlihaa	74,8
Luomukasvis-kinkkumuhennos	45,6

Terveydelliset haittavaikutukset (2)

Kriittinen vaikutus

- Koe-eläimille syöpävaarallinen: maksa tai leukemia (IARC 1995)
- Genotoksinen eli perimän kautta vaikuttava syöpävaarallinen yhdiste (EFSA 2004)
- Hengitystä ärsyttävä yhdiste, josta suurina annoksina voi aiheutua keuhkopöhö

Korkein siedettävä saanti

- Ei määritetty

Arvioitu saanti elintarvikkeista

- Aikuinen 0,03–0,59 µg/kg rp/vrk (EFSA 2011)
- Lapsi 0,02–0,31 µg/kg rp/vrk (EFSA 2011)
- Pahimmassa tapauksessa suomalaisen pikkulapsen furaanin saanti voi lastenruoista nousta 15 µg:aan/vrk (5).

Lainsäädäntö ja muu riskinhallinta

Komission päätöksen mukaisesti EU:n jäsenmaista on kerätty furaanin monitorointituloksia riskinarviointia ja riskinhallintaa varten, jotta pystytään tulevaisuudessa päättämään enimmäispitoisuusrajan tarpeesta tai muista riskinhallinnan toimista.

Johtopäätöksiä valvonnasta (4)

- Furaanin muodostuminen elintarvikkeissa tulisi pitää mahdollisimman vähäisenä.
- Lasten purkkiruokat tulisi lämmittää ennen käyttöä, mielellään avoimessa astiasa sekoittaen

Purkista pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. Evira [<http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/elintarviketietoa/vierasaineet/furaani>]
2. The EFSA Journal (2004) 137, 1-20 Report of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on provisional findings on furan in food (Question N° EFSA-Q-2004-109)
3. EFSA Scientific Report (2009) 304, 1-23, Reports on the monitoring of furan levels in food
4. Furan in heat processed food products including home cooked food products and ready-to-eat products, Report of EFSA CFP/EFSA/DATEX/2007/03 project
5. Food Chemistry (2009), 117 (3): 522-528
6. EFSA Journal 2011; 9 (9): 2347

19 Biogeeniset amiinit

Biogeeniset amiinit ovat pienimolekyylisiä aineenvaihduntatuotteita, joita esiintyy pieninä pitoisuuksina eläimissä, kasveissa ja elintarvikkeissa. Elintarvikehygieenisesti merkittäviä amiineja ovat histamiini, serotoniini, tyramiini, fenyylietyyliamiini, tryptamiini, putreskiini, kadaveriini, agmatiini, spermiini ja spermidiini. Mikrobitoiminta elintarvikkeessa voi tuottaa korkeita amiinipitoisuuksia, mikä saattaa aiheuttaa akuutin ruokamyrkytyksen. Luonnostaan pieniä määriä amiineja esiintyy kasviksissa ja hedelmissä, mm. tomaatissa, sitrushedelmissä, banaanissa, pavuissa, avokadossa, vadelmassa ja luumussa.

Esiintyminen riskielintarvikkeissa (1)

- Scombroid-sukuiset kalat (tonnikala, makrilli jne.)
- Fermentoidut liha- ja kalavalmisteet (kestomakkara, kinkku, sillivalmisteet)
- Pitkään kypsytetyt juustot
- Fermentoidut kasvisvalmisteet (esim. hapankaali)
- Maksa
- Suklaa
- Viini ja olut
- Soija
- Pilaantuneet elintarvikkeet

Biogeenisiä amiineja esiintyy usein elintarvikkeiden laadun heiketessä. Siksi pitoisuuksille on etsitty korrelaatiota elintarvikkeen mikrobimääriin ja aistittavaan laatuun nähden. Tutkimuksia on tehty erityisesti kalalle ja lihalle. Tällöin on havaittu, että tyramiinin ja / tai histamiinin esiintyminen yhdessä kadaveriinin ja putreskiinin kanssa kohonneina pitoisuuksina voi olla osoitus mikrobiologisen laadun heikkenemisestä. Korkeita histamiinipitoisuuksia ei voi todeta aistinvaraisesti.

Histamiinipitoisuuksia tuontielintarvikkeissa, Tullilaboratorio 2006-2013

Elintarvikkeet	Histamiini ei todettu kpl	Histamiini alle 200 mg/kg-kpl	Histamiini yli 200 mg/kg kpl
Kalasäilykkeet	47	0	0
Soijavalmisteet	44	25	11
Muut maustamisvalmisteet	6	2	0
Muut kasvisvalmisteet	15	6	0
Tee	20	0	0

Kohonneiden pitoisuuksien aiheuttajia

- Raaka-aineen huono laatu
- Puutteet hygieniassa
- Prosessin ongelmat
- Amiineja tuottavan heräteviljelmän käyttö
- Pitkäaikainen säilytys
- Liian pitkä myyntiaika
- Liian korkea säilytyslämpötila

Terveydelliset hättävähäikutukset (1)

Runsaasti amiineja sisältävät elintarvikkeet aiheuttavat usein ruokamyrkytyksiä. Amiinimyrkytys sekoitetaan usein allergiseen reaktioon. Se on kuitenkin eri asia. Yleensä amiinimyrkytykseen sairastunut henkilö ei ole aiemmin saanut allergisia oireita nautitusta elintarvikkeesta. Lähes kaikki aiheuttajaelintarviketta syöneet sairastuvat. Elintarvikkeesta otetussa näytteessä todetaan tällöin biogeenisiä amiineja.

Ruokamyrkytysraporttien mukaan tyypillisin amiinimyrkytysten aiheuttaja on histamiini, mutta myös muut amiinit ovat aiheuttaneet epidemioita. Yhdessä esiintyessään pienetkin amiinipitoisuudet saattavat riittää myrkytysoireiden syntymiseen.

Kriittinen vaikutus

Histamiini:

- Oireet alkavat yleensä kahden tunnin kuluessa ja kestävät alle puoli vuorokautta
- Oireina verenpaineen lasku, ihon punoitus, nokkosihottuma, päänsärky, ripuli, kuumat aallot ja hikoilu
- Toksista vaikutusta lisääviä tekijöitä: eräät lääkeaineet (MAO- ja DAO-entsyymien estäjät), alkoholi, allergia ja ruoansulatuskanavan sairaudet

Tyramiini, tryptamiini, fenyylietyyliamiini:

- Oireet alkavat yleensä nopeammin kuin histamiinilla ja kestävät muutamista minuuteista noin kuuteen tuntiin asti
- Oireina verenpaineen nousu, päänsärky, migreeni, kuume, niskan jäykkyys, pahoinvointi, oksentelu, näköhäiriöt

Korkein siedettävä saanti

- Vaikea arvioida, koska ihmisten yksilölliset erot reagoida amiineille vaihtelevat
- Amiinimyrkytystapauksissa on todettu 100 mg/kg - 3 000 mg/kg pitoisuuksia elintarvikkeissa. Mahdollisesti myös alhaisemmat pitoisuudet aiheuttavat oireita.

Altistukselle herkimät ryhmät

- Erityisen herkät yksilöt
- Luonnollista amiinien inaktivoitumista estävien ja hidastavien lääkeaineiden käyttäjät
- Muita altistavia tekijöitä: alkoholi, ruoansulatuskanavan sairaudet ja allergia

Lainsäädäntö

Histamiini

Kalastustuotteiden histamiinin enimmäismäärä säädetään komission asetuksessa (EY) N:o 2073/2005.

Ilmoitus valvontaviranomaisille ja takaisin veto on tehtävä seuraavissa tapauksissa:

Tonnikalat, makrillit, sillit, sardellit, ja dolfiinit sekä tuoreena että raakavalmisteena:

- Tutkittavasta erästä otettujen yhdeksän osanäytteen keskiarvo ylittää 100 mg/kg tai kahden osanäytteen tulos on välillä 100 - 200 mg/kg tai yhdenkin osanäytteen tulos ylittää 200 mg/kg.
- Tonnikala- ja makrillituotteisiin, jotka on entsyymaattisesti kypsytetty, sovelletaan kaksi kertaa suurempia enimmäismääriä.

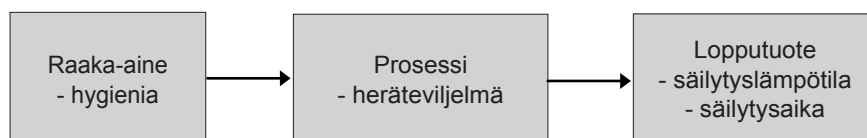
Muut biogeeniset amiinit

Muut biogeeniset amiinit voivat aiheuttaa ruokamyrkytysoireita alhaisemmissa pitoisuuksissa kuin histamiini. Sen vuoksi muiden biogeenisten amiinien toteamisesta on ilmoitettava välittömästi, jos pitoisuus on yli 100 mg/kg.

Johtopäätöksiä valvonnasta

- Valvonta keskittyy histamiiniin. Kun ruokamyrkytystä epäillään, elintarvikkeista tutkitaan myös muut keskeiset amiinit.
- Biogeenisten amiinien valvonnan tulee kattaa erilaisia riskielintarvikkeita ja käsittää usean eri amiinin analysointinäytteestä.
- Ruokamyrkytys epäilyssä tulee muistaa, että myös harvinaisemmat tai sellaiset elintarvikkeet, joita ei yleensä tutkita ruokamyrkytysten yhteydessä (esimerkiksi alkoholijuomat, suklaa ja soija) voivat olla amiinimyrkytyksen lähteenä.
- Omavalvontaa varten tulee selvittää, missä vaiheessa amiineja on päässyt muodostumaan. Ts. on löydettävä kriittinen piste ja korjattava se.
- Tutkituissa myrkytystapauksissa on todettu oireita aiheuttaneesta elintarvikkeesta histamiinin lisäksi lähes aina myös muita amiineja - tai pelkästään muita amiineja. Siksi ruokamyrkytys epäilyissä pitää aina tutkia histamiinin lisäksi myös muut keskeiset amiinit.
- Kun oireiden syyksi epäillään amiinimyrkytystä ja halutaan tutkia elintarvikkeen biogeeniset amiinit, on näytteenottoon kiinnitettävä erityistä huomiota; otetaan useita näytteitä, jotka pakastetaan jatkotutkimuksia varten.

Pelloilta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. Present Status of Biogenic Amines in Foods in Nordic Countries, Tema Nord 2002:524, Nordic Council of Ministers.
2. Askar, A. ja Treptow, H. 1986. Biogene Amine in Lebensmitteln. Vorkommen, Bedeutung und Bestimmung. Eugen Ulmer GmbH & Co.
3. Eerola, S. 1997, Biologically active amines: analytics, occurrence and formation in dry sausages. Väitöskirja. Biokemian ja elintarvikekemian laitos. Turun yliopisto.
4. Eerola, S., Hartikainen, K., Rahkio, M. ja Maijala, R. 1999. Biogeenisten amiinien esiintyminen eräissä kaupan olevissa sekä ruokamyrkytyspäilyn yhteydessä tutkituissa elintarvikkeissa. Elintarvikeviraston tutkimuksia 7/1999.
5. Pitkälä, A. ja Sinervo, T. 1997. Oireita tonnikalasta. Onko kyseessä histamiini? Elintarvike ja terveyslehti 5, ss. 79-82.
6. Maijala, R. 1994, Formation of biogenic amines in dry sausages, with special reference to raw material, lactic acid bacteria, pH decrease, temperature and time. Väitöskirja. Eläinlääketieteellinen korkeakoulu. Helsinki.
7. Maijala, R., Eerola, S. ja Hirn J. 1997. Amiiniemyrkytyspäily. Toimenpiteet ja raportointi Suomessa vuosina 1975-1996. Elintarvike ja terveys -lehti 5, s. 72-78.
8. COST 917 Biogenically active amines in food. Volume III: Biologically active amines in food processing and amines produced by bacteria, and polyamines and tumour growth. 1999. Toim. S. Bardocz, J. Koninkx, M. Grillo ja A. White. Office for official publications of the European Communities.
9. www.evira.fi

20 Heterosykliset aromaattiset amiinit (HAA)

Heterosykliset aromaattiset amiinit ovat yli 20 yhdisteen muodostama kemiallinen ryhmä, joiden on havaittu aiheuttavan mutaatioita ja olevan mahdollisesti syöpävaarallisia. Yhdisteitä muodostuu lihaa ja kalaa kuumennettaessa. HAA-yhdisteet voidaan muodostumismenetelmän perusteella jakaa kahteen ryhmään eli ns. termisiin ja pyrolyyttisiin HAA:ihin. Termiset HAA:t ovat kemialliselta rakenteeltaan aminiimidatsoatsa-areeneja, joista tunnetuimpia yhdisteitä ovat PhIP ja MeIQx. Pyrolyyttiset HAA:t ovat karboliineja, kuten harmaani ja norharmaani.

HAA-yhdisteiden muodostuminen elintarvikkeissa

- HAA-yhdisteitä syntyy lihaa tai kalaa kuumennettaessa yli 150 °C:n lämpötilassa, kun aminohapot reagoivat monosakkaridien kanssa kreatiinin/kreatiniinin läsnä ollessa
- Korkea kypsennyslämpötila vaikuttaa ratkaisevasti HAA-yhdisteiden muodostumiseen. Erityisesti grillaaminen, uppoaistaminen ja pariloiminen ovat ongelmallisia. Grillaamiseen liittyy kaksinkertainen ongelma, koska tällöin liha altistuu myös polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen muodostumiselle.
- HAA-yhdisteiden muodostumisen kannalta myös lihan kypsennysajalla on merkitystä. Kypsennettäessä lihaa 230 °C siinä muodostuu kymmenessä minuutissa yli kaksi kertaa enemmän HAA-yhdisteitä kuin neljässä minuutissa.
- Uunissa paahdettu tai paistettu liha saattaa kypsennyslämpötilasta riippuen sisältää HAA-yhdisteitä, mutta luultavasti huomattavasti vähemmän kuin grillattu, paistettu tai pariloitu liha.

Terveydelliset haittavaikutukset

Koe-eläimillä syöpää aiheuttavien HAA-johdosannosten ja ihmisen arvioidun keskimääräisen altistumisen välillä on varsin suuri (10–100-kertainen) ero. On kuitenkin näyttöä siitä, että nämä yhdisteet aktivoituvat syöpää aiheuttaviksi muodoiksi tehokkaammin ihmiselimestössä kuin koe-eläimillä. Lisäksi ihminen altistuu aina HAA-yhdisteiden seokselle, ja yksittäisten johdosten on osoitettu voivan vahvistaa toistensa vaikutusta yhtä aikaa saatuina.

Kriittinen vaikutus

- Syöpävaarallisuus
- Bakteritesteissä erittäin vahvasti perimää vaurioittavia yhdisteitä
- Aiheuttavat koe-eläimillä syöpää
- Viitteellistä epidemiologista näyttöä yhteydestä eräisiin ihmisen kasvaimiin (paksu- ja peräsuolen syöpään, prostata-, keuhko- ja rintasyöpään)
- Norharmaanin ja harmaanin on havaittu myös aiheuttavan Parkinsonin tautia.

Eniten altistuvat ryhmät

- Savustettuja ja grillattuja liha- ja kalaruokia runsaasti nauttivat kuluttajat

Arvioitu saanti (1-3)

- Saantiarvot ovat hyvin erilaisia tutkimusten välillä. Tämä johtuu suurelta osin siitä, että HAA-pitoisuudet vaihtelevat suuresti riippuen valmistustavoista. Myös saantimäärään huomioidut HAA-yhdisteet eivät ole aina samoja. Esimerkiksi useimmissa arvioissa norharmaania ja harmaania ei ole laskettu lainkaan.
- Ruotsissa on arvioitu keskimääräiseksi HAA-yhdisteiden (PhIP, MeIQx ja DiMeIQx) päivittäiseksi saanniksi 10,9 ng/kg rp/vrk.
- Korkeimmaksi päivittäiseksi saanniksi on arvioitu norharmaanille 4,1 µg/kg rp/vrk ja harmaanille 1 µg/kg rp/vrk.

Lainsäädäntö

Ei ole.

Johtopäätökset valvonnasta

- Ruoan valmistustavan valinta
- Samalla kun ruoanvalmistuksessa vältetään PAH-yhdisteiden syntyä, todennäköisesti vähenee myös HAA-yhdisteiden muodostuminen.
- Marinointi saattaa vähentää HAA-yhdisteiden muodostumista lihassa.
- Lihan esikypsennys mikroaaltouunissa vähentää merkittävästi HAA-yhdisteiden muodostumista

Lähteet:

1. Alaejos M.S. et al, Exposure to heterocyclic aromatic amines from the consumption of cooked red meat and its effect on human cancer risk: a review, Food Additives and Contaminants, 2008, 25(1), 2-24
2. Ericson U. et al, Dietary intake of heterocyclic amines in relation to socio-economic, lifestyle and other dietary factors: estimates in a Swedish population, Public Health Nutrition, 2007, 10(6), 616-627
3. Pfau W., Skog K., Exposure to -carbolines norharman and harman, Journal of Chromatography B, 802 (2004), 115-126
4. Murkovic M. Chemistry, formation and occurrence of genotoxic heterocyclic aromatic amines in fried products, Eur. J. Lipid Sci. Technol. 106 (2004), 777-785
5. Shin H.S., Ustunol Z., Influence of Honey-containing Marinades on Heterocyclic Aromatic Amine Formation and Overall Mutagenicity in Fried Beef Steak and Chicken Breast, Journal of Food Science, 2004, 69(3)

21 3-Monoklooripropaani-1,2-dioli (3-MCPD)

3-Klooripropaani-1,2-dioli (3-MCPD) on yksi vierasaineiksi luokiteltavista elintarvikkeiden valmistuksessa syntyvistä klooripropanoleista, joihin kuuluu lisäksi mm. 1,3-dikloori-2-propanoli (1,3-DCP). Tätä yhdistettä havaitaan elintarvikkeissa silloin, kun se sisältää hyvin korkeita pitoisuuksia 3-MCPD:tä. Mikäli 3-MCPD:n pitoisuus on hallinnassa, on myös 1,3-DCP.

Esiintyminen elintarvikkeissa (1)

- Soijakastikkeet
- Maustevalmisteet

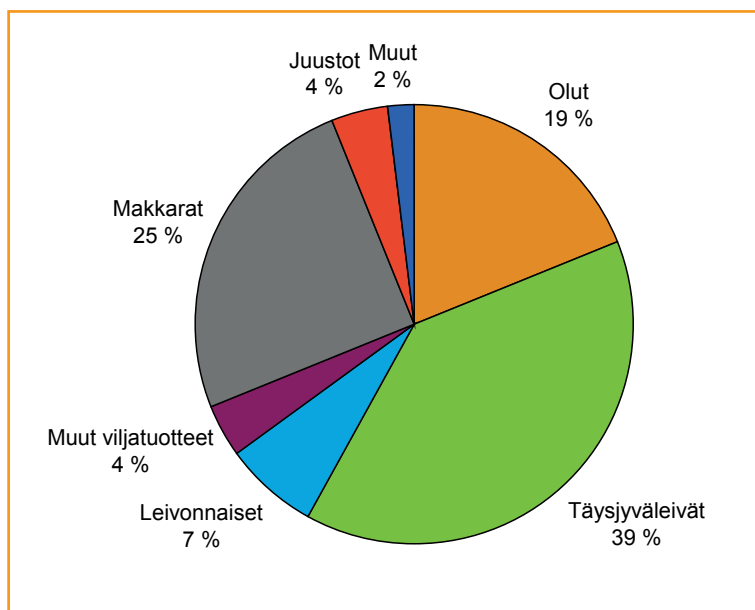
Ensimmäiseksi 3-MCPD tunnistettiin maustevalmisteissa käytetystä happohydrolysoidusta kasviproteiinista (hapan-HVP). HVP valmistetaan käyttäen vahvaa kloorivetyhappoa. 3-MCPD muodostuu kasvisraaka-aineessa esiintyvistä rasvoista vapautuvan glyserolin kloorautuessa korkeassa lämpötilassa. Pitoisuus voi olla jopa satoja mg/kg. Samalla tavoin 3-MCPD:tä muodostuu myös happohydrolyysillä valmistetuissa soijakastikkeissa. Perinteinen soijakastikkeen valmistusmenetelmä on käymismenetelmä, jolla klooripropanoleja syntyy vain vähän tai ei ollenkaan.

3-MCPD:tä on havaittu alhaisina pitoisuuksina myös muista elintarvikkeista (esim. fermentoidut makkarat kuten salami 0,1 mg/kg; oluen valmistuksessa käytettävä tumma mallas 0,5 mg/kg). Myös tietyistä pakkausmateriaaleista saattaa siirtyä pieniä pitoisuuksia elintarvikkeisiin (esim. teepussit, suodatinpussit, makkaran kuori). Tutkimukset ovat osoittaneet, että 3-MCPD:tä saattaa esiintyä viljavalmisteissa korkeissa lämpötiloissa (esim. paahtaminen). Juomaveteen 3-MCPD:tä saattaa siirtyä vedenkäsittelyaineista.

Saanti ravinnosta (2)

Elintarvikeryhmä	3-MCPD saanti µg/kg rp/vrk
Olut	0,015
Täysjyväleivät	0,031
Leivonnaiset	0,006
Muut viljatuotteet	0,003
Makkarat	0,020
Juustot	0,003
Muut	0,002
Yhteensä	0,079

3-MCPD:n saannin jakautuminen



Rasvahappoesterit (3, 4)

Viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että raffinoituissa ruokaöljyissä voi olla huomattavia määriä 3-MCPD:n rasvahappoestereitä. Tämän sidotun MCPD:n katsotaan muodostuvan öljyjen puhdistusprosessien kuumennuksen yhteydessä. Saksalaisissa tutkimuksissa rasvahappoihin sitoutunutta 3-MCPD:tä on löytynyt huomattavia määriä myös äidinmaidonkorvikkeista. 3-MCPD:n oletetaan vapautuvan ruuansulatuskanavassa. Nämä havainnot saattavat asettaa jatkossa 3-MCPD:n turvallisuusarviot uudelleen tarkasteltaviksi.

EFSA on viimeksi pyytänyt jäsenmaita toimittamaan uutta pitoisuustietoa rasvahappoestereistä riskinarviointia varten SSD (Standard Sample Description) -muodossa (7).

Terveydelliset hättävähäikutukset (4-6)

Kriittinen vaikutus

- Munuaisvauriot
- Syöpävaarallinen korkeissa pitoisuuksissa eläinkokeissa, mutta 3-MCPD ei ole genotoksinen

Korkein siedettävä päivittäinen saanti

- TDI 2 µg/kg rp/vrk (sekä JECFA että EU:n elintarvikealan tiedekomitea vuonna 2001)

Eniten altistuvat ryhmät

- Itämaisen ruokavalion ystävät

Arvioitu saanti (2)

- Arvioitu saanti Suomessa 0,079 µg/kg rp/vrk

Lainsäädäntö

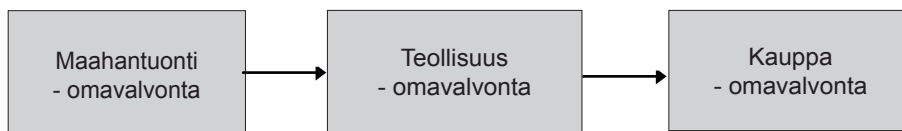
3-MPCD:n enimmäismääristä säädetään komission asetuksessa (EY) N:o 1881/2006. Näytteenottomenetelmästä ja analyysimenetelmän kriteereistä säädetään komission asetuksessa (EU) N:o 836/2011.

Elintarvikeryhmä	Enimmäispitoisuusraja µg/kg
Hydrolysoitu kasviproteiini	20 ¹⁾
Soijakastike	20 ¹⁾

1) Enimmäismäärä annetaan nestemäiselle tuotteelle, joka sisältää 40 % kuiva-ainetta. Tämä vastaa 0,05 mg/kg enimmäismäärää kuiva-aineessa. Määrää on muutettava suhteessa tuotteen kuiva-ainemäärään.

Pellolta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet

Omavalvonnassa tulee varmistua käytettävän soijakastikkeen ja hydrolysoidun kasviproteiinin valmistusmenetelmästä ja 3-MCPD:n määrästä tuotteessa, koska käymismenetelmä ja entsyymattainen menetelmä eivät samalla tavalla aiheuta klooripropanolia tuotteeseen. Tulevaisuuden haasteena ovat myös klooripropanolin rasvahappoestereiden valvonta elintarvikkeista.



Lähteet:

1. Food Standards Australia New Zealand, Chloropropanols in Food, Technical Report Series No. 15, 2003
2. Reports on tasks for scientific cooperation, Collection and collation of data on levels of 3-monochloropropanediol (3-MCPD) and related substances in foodstuffs, 2004
3. Z. Zelinkova et al, Food Additives and Contaminants, 23 (2006) 1290 – 1298
4. BfR, Säuglingsanfangs- und Folgenahrung kann gesundheitlich bedenkliche 3-MCPD- Fettsäureester enthalten, Stellungnahme Nr. 047/2007 des BfR vom 11. Dezember 2007
5. WHO, Technical Report Series No. 940, 2007
6. Opinion of SCF on 3-MPCD updating the SCF opinion of 1994, adopted on 30 May 2001.
7. EFSA 2010; 8 (6): 1569

22 Radioaktiiviset aineet elintarvikkeissa

Elintarvikkeiden sisältämät radioaktiiviset aineet ovat joko luonnosta peräisin olevia tai keinotekoisia aineita, jotka lähettävät ionisoivaa säteilyä.

Elintarvikkeissa esiintyvät keinotekoiset radioaktiiviset aineet (cesium-137 ja strontium-90) ovat peräisin pääasiassa vuonna 1986 tapahtuneesta Tšernobylin ydinvoimalaitosonnettomuudesta sekä ilmakehässä 1950- ja 1960-luvuilla tehdyistä ydinkokeista. Pitkällä aikavälillä säteilyaltistuksen kannalta merkittävin keinotekoinen radioaktiivinen aine on cesium-137. Radioaktiiviset aineet kulkeutuvat maaperästä ja vesistöistä ravintoketjujen kautta elintarvikkeisiin ja niistä ihmisiin. Maatalouden ravinnekierrosta cesium väheni Tšernobylin onnettomuuden jälkeen nopeasti, mutta luonnon ravintoketjuista sen poistuminen vie vuosikymmeniä (1).

Ruoassa on myös luonnon omia radioaktiivisia aineita, joita ovat kalium-40 sekä maa- ja kallioperässä esiintyvät uraani ja torium sekä näiden hajoamisessa syntyvät radioaktiiviset aineet.

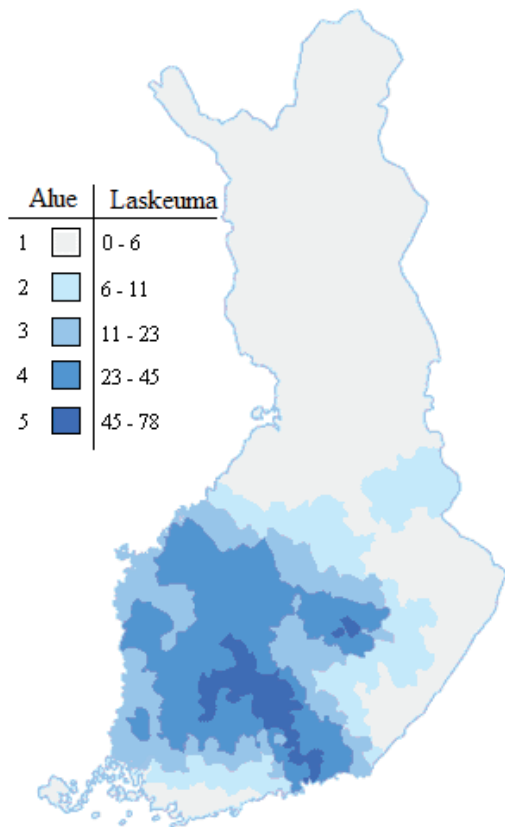
Elintarvikkeita saatetaan säteilyttää säilyvyyden parantamiseksi. Elintarvikkeiden radioaktiivisuus ja säteilytys ovat kuitenkin eri asioita. Säteilytys ei tee elintarvikkeita radioaktiivisiksi.

Esiintyminen elintarvikkeissa

- Sieni
- Kala
- Riista
- Metsämarja

Luonnosta saatavissa elintarvikkeissa Tšernobyl-laskeumasta peräisin olevaa cesiumia esiintyy vielä paikoitellen melko korkeinkin pitoisuuksina. Luonnon tuotteiden cesium-137 -pitoisuustaso vaihtelee lajeittain ja on suhteessa alueen cesium-137 -laskeumaan (Kuva 1). EU:n kaupan tuotteille suositeltu raja-arvo 600 Bq/kg voi ylittyä niukkaravinteisten järvien petokaloissa ja monissa sienilajeissa etenkin laskeuma-alueilla 4–5 (Kuva 1) (2, 3, 4, 5).

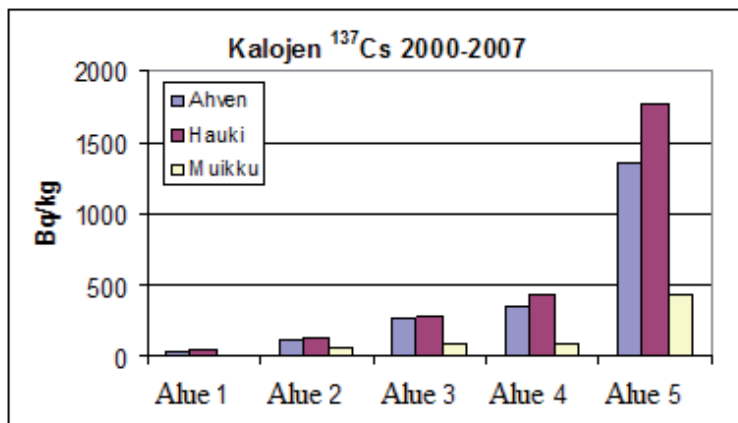
Viljellyissä tuotteissa sekä maidossa ja lihassa keinotekoisien radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ovat erittäin pienet. Cesium-137:n keskipitoisuus näissä on yleensä alle 1 becquereliä kilossa (Bq/kg), vaihteluineenkin korkeintaan 30 Bq/kg (4, 6).



Kuva 1.
 Vuonna 1986 tapahtuneen Tšernobylin onnettomuudesta peräisin olevan cesium-137 -laskeuman alueellinen jakautuminen (kBq/m², 1.10.1987) (7).

Eräiden elintarvikkeiden cesium-137 -pitoisuudet Suomessa 2000–2007

Elintarvikeryhmä	Keskimääräinen cesium-137 -pitoisuus Bq/kg	Vaihteluväli Bq/kg
Maito	< 1	0,2 - 1,5
Naudanliha	< 5	1 - 30
Sianliha	1	0,5 - 3
Vilja	< 1	0 - 2
Vihannekset, juurekset, peruna	< 2	0 - 10
Mustikka, puolukka	40	10 - 400
Hirven liha	70	10 - 500
Poron liha	110	4 - 350



Kuva 2.
 Ahvenen, hauen ja mui-
 kun cesium-137:n keskip-
 itoisuudet (Bq/kg t.p.)
 vuosien 2000–2007 näyt-
 teissä laskeuma-alueilla
 1-5, vrt. Kuva 1.

Kalojen korkeimmat cesium-137 -pitoisuudet esiintyvät ahvenessa ja hauessa (Kuva 2). Cesiumin kulkeutuminen kaloihin on runsainta niukkaravinteisissa järvissä, joissa vesi vaihtuu hitaasti. Laskeuma-alueilla 1 ja 2 ei esiinny 600 Bq/kg ylittäviä pitoisuuksia. Laskeuma-alueilla 3–5 cesium-137 -pitoisuudet vaihtelevat järviakohtaisesti paljon, paristakymmenestä muutamaa tuhanteen becquereliin kilossa (2, 4, 5).

Kauppasienien cesium-137 -pitoisuudet Suomessa 2000–2007

Vähän cesiumia	Kohtalaisesti cesiumia	Runsaasti cesiumia
yli 600 Bq/kg esiintyy vain satunnaisesti	yli 600 Bq/kg on tavallinen suuren laskeuman alueilla	yli 600 Bq/kg esiintyy yleisesti jo lievänkin laskeuman alueella
kantarelli, herkkutatit, punikkitatit, lampaankääpä, voitatti, mesisienet, huhtasienet, korvasieni, tuoksuvalmuska	haperot, kosteikko- ja suppilovahvero, mustatorvisieni	rouskut, orakkaat, kangastatti, kehnäsieni, mustavahakas

Sienien liottaminen tai keittäminen vähentää tehokkaasti niiden radioaktiivisuutta. Pääosa cesiumista poistuu keitin- tai liotusveden mukana. Elintarviketurvallisuusvirasto ja Säteilyturvakeskus ovat laatineet esitteen sienien käsittelyohjeista cesiumin vähentämiseksi.

Saanti

Säteilyannoksen suuruuteen vaikuttaa elintarvikkeen kulutusmäärän lisäksi se, mikä radioaktiivinen aine on kyseessä ja sen pitoisuus elintarvikkeessa. Esimerkiksi noin 77 000 becquereliä cesium-137:ää ruoan mukana saatuna aiheuttaa yhden millisievertin (1 mSv = 0,001 Sv) säteilyannoksen.

Runsas kolme neljäsosaa ravinnon keinotekoisista radioaktiivisista aineista saatavasta säteilyannoksesta tulee luonnontuotteista (järvikalaa, metsäsienet, -marjat, riistanliha) ja vajaa neljäsosa maataloustuotteista. Radioaktiivisen cesiumin ja strontiumin aiheuttama vuosittainen säteilyannos ravinnon kautta on nykyään alle 0,01 mSv. Runsaasti luonnontuotteita syövän henkilön säteilyannos elintarvikkeista voi olla yli kymmenkertainen keskivertokuluttajaan verrattuna. Radioaktiivisesta cesiumista aiheutuva annos on suurin laskeuma-alueiden 4-5 metsästäjillä ja kalastajilla, joiden ruokavaliota sisältää runsaasti riistanlihaa, järvikalaa, sieniä ja metsämarjoja (8).

Ravinnossa esiintyvien luonnon radioaktiivisten aineiden aiheuttamasta annoksesta (noin 0,3 millisievertiä vuodessa) arviolta runsas puolet on peräisin kalium-40:stä. Luonnon kaliumista on pieni vakio-osa radioaktiivista K-40. Aineenvaihdunta pitää kehon kaliumpitoisuuden tasapainossa, joten kehossa on jatkuvasti suurin piirtein sama määrä K-40:ä vaikka saanti vaihtelisikin. Ruokavaliolla ei siis voi vaikuttaa K-40:stä saatavaan säteilyannokseen.

Noin neljäsosa annoksesta saadaan polonium-210:stä, joka on eräs uraanin hajoamistuote. Po-210:ä saadaan muun muassa meren tuotteista; maaympäristössä tärkein lähde on poronliha.

Loput annoksesta aiheutuu pääasiassa radium-228:sta, radium-226:sta ja lyijy-210:stä. Luonnon radioaktiivisille aineille altistuu eniten runsaasti poronlihaa kuluttava osa

väestöstä (8). Näiden aineiden pitoisuuksista suomalaisessa ruuassa on kuitenkin melko vähän tietoa.

Terveydelliset haittavaikutukset

Säteilylle altistuminen lisää todennäköisyyttä sairastua syöpään. Pienillä annoksilla riski on hyvin vähäinen.

Lainsäädäntö

Toimenpidetasot ja elintarvikekaupan raja-arvot, joita sovelletaan Euroopan unionin alueella ydinonnettomuuden jälkeisessä tilanteessa (87/3954/Euratom, 89/2218/EEC).

Isotoopit	Vauvan ruoka Bq/kg	Maitotuotteet ja nestemäiset elintarvikkeet Bq/kg	Muut elintarvikkeet Bq/kg
Strontium-isotoopit, varsinkin ⁹⁰ Sr	75	125	750
Jodi-isotoopit, varsinkin ¹³¹ I	150	500	2 000
Alfasäteilyä lähettävät plutonium / transplutonium-isotoopit, varsinkin ²³⁹ Pu, ²⁴¹ Am	1	20	80
Kaikki muut nuklidit, joiden puoliintumisaika on yli 10 päivää, varsinkin ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	400	1 000	1 250

Kolmansista maista EU-maihin tuotaville elintarvikkeille asetetut radioaktiivisen cesiumin enimmäistasot ovat 370 Bq/kg maidolle ja lastenruoille ja 600 Bq/kg muille elintarvikkeille (EY N:o 733/2008). EU:n komission suosituksen mukaan luonnonvaraisten elintarvikkeiden kaupassa EU-alueella on noudatettava tätä samaa pitoisuusrajaa (Komission suositus 2003/274/Euratom).

Fukushiman onnettomuuden jälkeen viimeksi annettu asetus on vuodelta 2012 (EU N:o 996/2012). Se sisältää sekä rehujen että elintarvikkeiden tuonnin, yksityiskohtaiset vaatimukset analyysiraporteista, ennakoilmoituksista ja virallisista tarkastuksista.

Valvonta ja johtopäätöksiä valvonnasta

Säteilyturvakeskus (STUK) vastaa EU:n velvoittaman ympäristön säteilyvalvonnan toteuttamisesta Suomessa. Jatkuvaan valvontaohjelmaan kuuluu maidon ja elintarvikkeiden cesium-137 ja strontium-90 -pitoisuuksien säännöllinen monitorointi. Mittaustulokset suurkeittiöiden ravinnon radioaktiivisuustasosta Etelä-, Keski- ja Pohjois-Suomessa saadaan tämän ohjelman puitteissa. Maitonäytteitä ohjelmaan otetaan kuukausittain viidestä meijeristä ja syksyisin otetaan elintarvikeliikkeistä näytteitä luonnontuotteista cesium-137 -pitoisuuksien määrittämistä varten. Säteilyvalvontaohjelman tulokset raportoidaan vuosittain sarjassa STUK-B.

Ydinvoimalaitosten lähiympäristön säteilyvalvonnasta vastaavat voimayhtiöt. Tullilaboratorio valvoo tuontielintarvikkeiden radioaktiivisuutta.

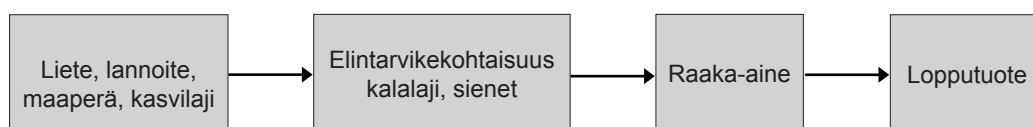
Ympäristön valvontaohjelmaan sisältyvä elintarvikkeiden ja maidon valvonta antaa perustason elintarvikkeiden kautta saatavasta säteilyannoksesta. Suurkeittiöiden ruoka sisältää vain vähän luonnosta peräisin olevia elintarvikkeita, joten näiden radioaktiivisten aineiden pitoisuuksien seuraaminen erikseen on tarpeen. Luonnontuotteiden osalta valvontavelvollisuus koskee vain kaupan olevia elintarvikkeita. Etenkin kaupan olevien sienien ja järvikalojen cesiumpitoisuuksia tulee seurata edelleen aluilla, joilla Tšernobylin onnettomuudesta peräisin oleva laskeuma oli suurin.

Luonnon radionuklideja elintarvikkeissa ei valvota.

Cesium-137 kerääntyy samoihin kalalajeihin kuin elohopea. Vaikka järvikalojen myyntisuositukset ovat suunnattu elohopean altistumisen vähentämiseen, noudattamalla niitä vähennetään samalla myös radioaktiivista altistumista.

Suomessa on noin 40 paikallista elintarvike- ja ympäristölaboratoriota, jotka pystyvät määrittämään elintarvikkeiden cesium-137 -pitoisuuksia STUKin ohjeiden mukaisesti. Radioaktiivisten aineiden tarkkoja pitoisuusmäärittämiä akkreditoituilla menetelmillä esimerkiksi vientitodistuksia varten tehdään Säteilyturvakeskuksessa.

Pellolta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. Saxén R, Hänninen R, Ilus E, Sjöblom K-L, Rantavaara A, Rissanen K. Radioaktiiviset aineet ja ravinto. Kirjassa: Pöllänen R. (toim.) Säteily ympäristössä, Helsinki, 2003
2. Saxén R. ¹³⁷Cs järvikaloissa ja -vesissä Tšernobyl-laskeuman jälkeen. Kirjassa: Ikäheimonen TK (toim.). Ympäristön radioaktiivisuus Suomessa – 20 vuotta Tšernobylistä. Symposium Helsingissä 25.–26.4.2006. STUK-A217. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2006. s. 75–79.
3. Kostiainen E. ¹³⁷Cs metsämarjoissa, -sienissä ja riistanlihassa. Kirjassa: Ikäheimonen TK (toim.). Ympäristön radioaktiivisuus Suomessa – 20 vuotta Tšernobylistä. Symposium Helsingissä 25.–26.4.2006. STUK-A217. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2006. s. 56–60.
4. STUKin www-sivut: www.stuk.fi
5. STUK, Radioaktiivinen laskeuma ja ravinto, 2009
6. Mustonen R (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2006. STUK-B 77. STUK, Helsinki 2007.
7. Arvela H, Markkanen M, Lemmelä H. Mobile survey of environmental gamma radiation and fallout levels in Finland after the Chernobyl accident. Radiation Protection Dosimetry 1990; 32: 177-184.
8. Muikku M, Arvela H, Järvinen H, Korpela H, Kostiainen E, Mäkeläinen I, Vartiainen E, Vesterbacka K. Annoskattu 2004 - suomalaisten keskimääräinen efektiivinen annos. STUK-A211. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2005.

23 Radioaktiiviset aineet talousvesissä

Talousvesissä esiintyy sekä keinotekoisia että luonnon radioaktiivisia aineita. Keinotekoiset radioaktiiviset aineet ovat pääosin peräisin Tšernobylin ydinvoimalaonnettomuuden aiheuttamasta laskeumasta, ja niitä esiintyy edelleen pieniä määriä pintavesissä. Luonnon radioaktiiviset aineet ovat peräisin maankuoresta esiintyvistä uraanista ja toriumista, jotka ovat olleet läsnä maapallolla sen syntymästä asti. Pohjavesi on kontaktissa maankuoren kanssa huomattavasti pidempään kuin pintavesi. Tästä syystä luonnon radioaktiivisia aineita esiintyy pohjavesissä pintavesiä selvästi enemmän. Hajotessaan uraani ja torium tuottavat muita radioaktiivisia aineita, joita niin ikään esiintyy pohjavesissä. Vesilaitosten jakamasta vedestä pohjaveden osuus on noin 48 %, tekopohjaveden 12 % ja pintaveden 40 %. Kaivovesi on pohjavettä (1).

Radioaktiivisuuden ja säteilyannoksen yksiköt on esitelty koko raportin alussa.

Luonnon radioaktiiviset aineet

Pohjavesissä esiintyvistä luonnon radioaktiivisista aineista säteilyannoksen kannalta merkittävin on radon-222, jota esiintyy erityisesti porakaivojen kalliopohjavedessä (2). Radonin säteilyvaikutus kohdistuu juodun veden mukana pääasiassa mahalaukulle. Veden käytön yhteydessä veteen liuennut kaasumainen radon vapautuu osittain huoneilmaan ja altistaa näin myös keuhkoja (3).

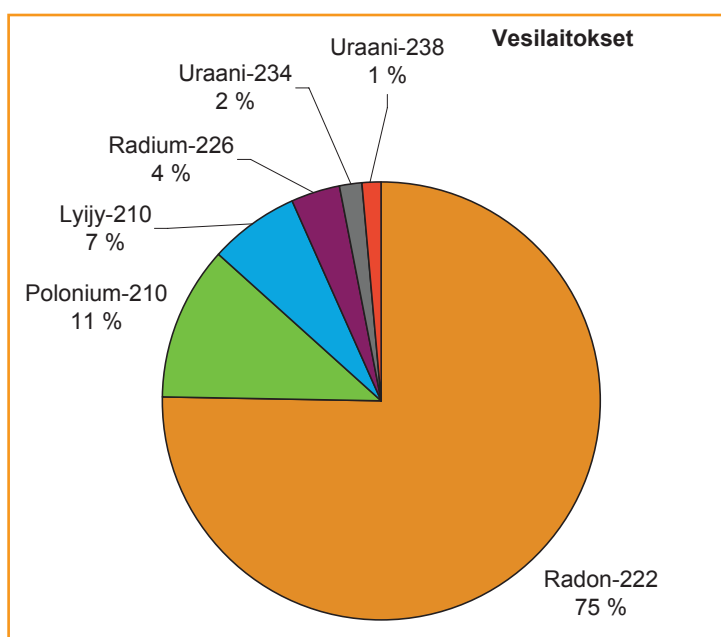
Toiseksi merkittävin annoksen kannalta on polonium-210, jonka kohde-elimiä ovat mm. maksa, perna, munuaiset ja luuydin. Lähes yhtä merkittävä on lyijy-210, joka kulkeutuu pääasiassa luihin (4). Radiumin isotooppeja esiintyy talousvesissä yleensä vähän (2, 5).

Uraani toimii haitallisesti kahdella tavalla. Radioaktiivisena aineena se lisää syöpäriskiä. Lisäksi se on kemiallisesti haitallinen. Haitta kohdistuu lähinnä munuaisiin ja luustoon (6). Uraanin kemiallista haitallisuutta on käsitelty Kaivoveden vieraat aineet-kappaleessa.

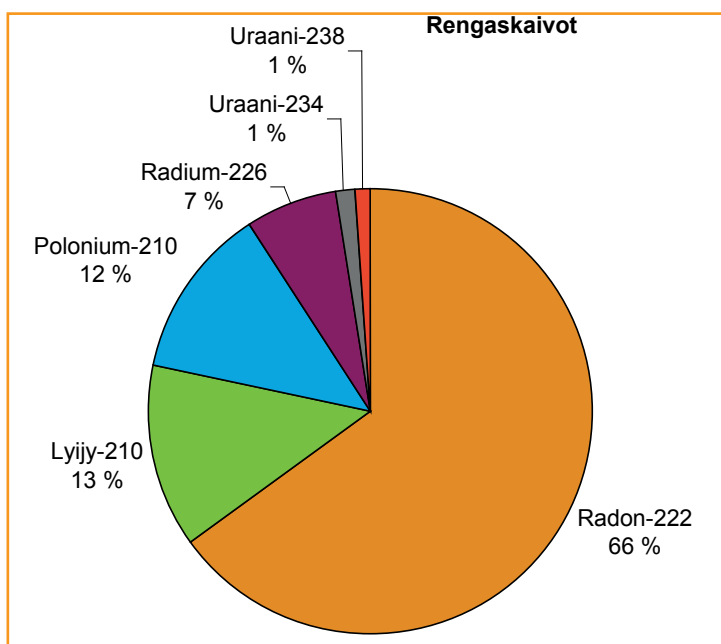
Luonnon radioaktiivisten aineiden pitoisuudet

Radioaktiivinen aine		Vesilaitos (4 800 000 hlö)	Rengaskaivo (n. 300 000 hlö)	Porakaivo (n. 200 000 hlö)
Uraani-238	Bq/l	0,009	0,015	0,26
Uraani-234	Bq/l	0,012	0,020	0,35
Radium-228	Bq/l	—	—	0,034
Radium-226	Bq/l	0,003	0,016	0,041
Radon-222	Bq/l	27	50	460
Lyijy-210	Bq/l	0,003	0,013	0,040
Polonium-210	Bq/l	0,003	0,007	0,048

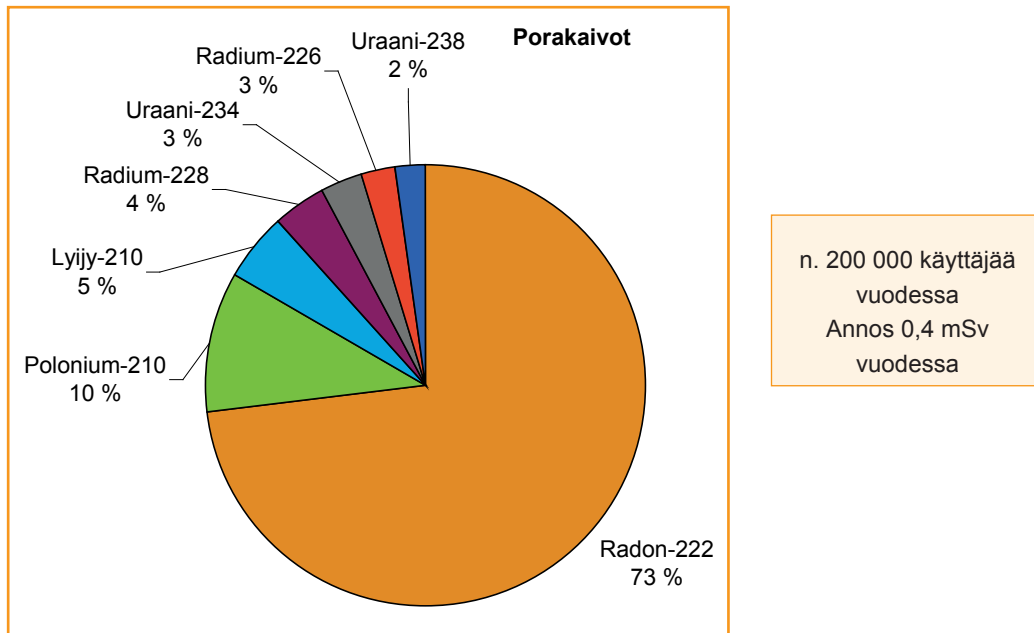
Annoksen jakautuminen eri vesilähteistä



4 800 000 käyttäjää
vuodessa
Annos 0,02 mSv
vuodessa



n. 300 000 käyttäjää
vuodessa
Annos 0,05 mSv
vuodessa



Keskimääräiset annokset on laskettu olettaen, että hanavettä juodaan noin 0,5 litraa vuorokaudessa ja että nautitun veden kokonaismäärä (ml. ruuanvalmistukseen, kahviin, teehen ym. käytetty vesi) on kaksi litraa vuorokaudessa. Näihin annoksiin ei ole laskettu mukaan veden käytön yhteydessä huoneilmaan vapautuvaa radonia. Se aiheuttaa keskimäärin samaa suuruusluokkaa olevan annoksen kuin juomaveden radon (8). Annokset ovat suurimmat porakaivovesien käyttäjille. Noin joka kymmenennessä porakaivossa radonpitoisuus ylittää 1000 Bq/l. Näillä käyttäjillä keskimääräinen annos niellystä radonista vuodessa on 2,2 mSv (7).

Terveydelliset haittavaikutukset

Talousvedessä esiintyvien luonnon radioaktiivisten aineiden arvioidaan aiheuttavan yksittäisiä syöpätapauksia vuosittain. Luonnon radioaktiivisten aineiden aiheuttamien syöpien lukumäärä on todennäköisesti laskenut sitä mukaa kuin julkinen vesihuolto on laajennut. Tehokkaimmin näiden syöpien määrää saadaan vähennettyä laajentamalla julkista vesihuoltoa tai hankkimalla radonin poistolaitteita niihin kotitalouksiin, joiden kaivoveden radonpitoisuus ylittää 1000 Bq/l. Suomessa tällaisia kotitalouksia on arviolta noin 6000 (8).

Keinotekoiset radioaktiiviset aineet vedessä ja saanti

Talousvesien keinotekoisia radionuklideja on seurattu EU:n velvoittaman valvontaohjelman puitteissa vuodesta 1996. Suomessa valvottuja vesilaitoksia ovat Helsinki, Oulu, Rovaniemi, Tampere ja Turku.

Strontium 90 -pitoisuus näiden vesilaitosten vedessä oli vuonna 2006 <math><0,2 - 9 \text{ mBq/l}</math> ja cesium 137-pitoisuus <math><1 - 29 \text{ mBq/l}</math>. Efektiivinen annos keinotekoisista radionuklideista veden käyttäjille vuonna 2006 oli vain $0,00003 - 0,0004 \text{ mSv}$ (9).

Radioaktiiviset aineet laskeumatilanteessa

Laskeumatilanteessa pintavesien radioaktiivisten aineiden pitoisuudet riippuvat mm. laskeuman suuruudesta (esim. ydinvoimalaonnettomuuden seurauksena), koostumuksesta ja ajankohdasta sekä vesistön pinta-alasta, tilavuudesta ja vedenottopaikan sijainnista ja syvyydestä. Jääpeite estää ja hidastaa radioaktiivisten aineiden kulkemista veteen. Lyhytikäisimmät radioaktiiviset aineet, kuten jodi-131 häviävät ensimmäisten viikkojen tai kuukausien aikana. Laskeuman tuomat radioaktiiviset aineet häviävät vesistöstä radioaktiivisen hajoamisen, sedimentaation ja veden vaihtumisen kautta.

Parin kuukauden kuluttua laskeumasta pintavedessä esiintyy lähinnä cesiumin isotooppeja 137 ja 134 sekä strontium-90:ä. Vesilaitosten jakama vesi on aluksi puhdasta jakelun viiveiden vuoksi ja laskeumasta johtuva saastuminen on tyypillisesti lievää. Pintaveden käsittelyssä vesilaitoksella talousvesi puhdistuu osittain radionuklideista. Osa cesium-137:stä poistuu alumiinisulfaattisakan mukana ja partikkelimuodossa olevat radioaktiiviset aineet poistuvat suodatuksissa. Sen sijaan liuenneena oleva strontium 90 ei poistu merkittävästi (10).

Lainsäädäntö

STUK on antanut säteilylain (592/1991) nojalla säteilyturvallisuusohjeen (Ohje ST 12.3) vuonna 1993. Ohjetta sovelletaan vesilaitosten vedenjakeluun sekä ammattimaisiin juoman ja elintarvikkeiden valmistajiin, joilla on käytössä oma kaivo. Ohjeen turvallisuustavoitteena on, että yhteenlaskettu efektiivinen annos kaikista radioaktiivisista aineista saa olla enintään 0,5 mSv vuodessa, mikä kattaa sekä luonnon radioaktiiviset aineet että keinotekoiset radioaktiiviset aineet. Radioaktiivisuus on selvitettävä ennen kuin uusi vedenottamo otetaan käyttöön.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus (461/2000) koskee vesilaitoksia, jotka toimittavat vettä vähintään 10 m³ päivässä tai vähintään 50 ihmisen tarpeisiin. Laatusuosituksena on, että viitteellinen kokonaisannos (johon ei kuitenkaan sisälly radon-222, lyijy-210 ja polonium-210) on alle 0,1 mSv vuodessa. Viitteellisen kokonaisannoksen mittausten menetelmistä ja valvontatiheydestä ei ole annettu määräystä, koska EU:n vesidirektiivin (98/83/EC) liitteet ovat näiltä osin edelleen keskeneräisiä. STM:n asetus (401/2001) koskee laitoksia, jotka toimittavat talousvettä vähemmän kuin 10 m³ päivässä taikka alle 50 henkilön tarpeisiin. Laatusuosituksena on, että pienten vesilaitosten toimittamassa vedessä radonin enimmäispitoisuus on 300 Bq/l ja yksityiskaivojen vedessä 1000 Bq/l.

Uraanin enimmäispitoisuudeksi suositellaan Suomessa 100 µg/l (11). Tämä pitoisuus aiheuttaa veden käyttäjälle noin 0,1 mSv:n suuruisen annoksen vuodessa. Maailman terveysjärjestö WHO on antanut uraanille enimmäispitoisuuden, joka perustuu uraanin kemialliseen haitallisuuteen (kts. Kaivoveden vieraat aineet -kappale).

Valvonta

STUK toteuttaa Euroopan atomienergiayhteisön perustamissopimuksen artiklan 36 mukaista valvontavaatimusta talousveden keinotekoisien radioaktiivisten aineiden osalta (H 3, Sr 90, Cs 137). Valvonnan soveltamista koskee komission suositus 2000/473/Euratom.

Vesilaitosten toimittaman talousveden valvontavastuu on kunnan terveydensuojeluviranomaisella (461/2000 ja 401/2001).

Vesilaitosten osalta (Ohje ST 12.3) luonnon radioaktiivisten aineiden mittaustulokset on tehty raakavesilähteistä ja ovat pääosin 20 – 30 vuotta vanhoja.

Yksityiskaivojen valvonta- ja tiedotusvastuu on kunnan terveydensuojeluviranomaisella, jonka on huolehdittava, että kaivoja käyttävät kotitaloudet saavat riittävästi tietoa alueensa talousveden laadusta, siihen mahdollisesti liittyvistä terveyshaitoista sekä haittojen poistamismahdollisuuksista (STM:n asetus 461/2000). Kunnan terveydensuojeluviranomainen voi määrätä yksittäisen kaivon veden tutkittavaksi, jos on syytä epäillä veden aiheuttavan terveyshaittaa. Jos talousvesi ei täytä suosituksia, kunnan terveydensuojeluviranomaisen tulee tiedottaa veden käyttäjille talousveden aiheuttamista terveyshaitoista. Kunnan terveydensuojeluviranomainen voi antaa talousvesikaivon veden valvontaa, puhdistusta ja käyttöä koskevia määräyksiä talousvedestä aiheutuvien terveyshaittojen ehkäisemiseksi (STM:n asetus 401/2001). Säteilyturvakeskus suosittelee, että radonpitoisuus määritetään kaikkien porakaivojen vedestä. Mikäli radonpitoisuus ylittää 1000 Bq/l, kannattaa määrittää muiden radioaktiivisten aineiden pitoisuus.

Suomessa on noin 30 paikallislaboratoriota, jotka tutkivat viranomaisten ottamia elintarvike- ja talousvesinäytteitä. Näillä on valmius ja tietotaito mitata juomaveden radonpitoisuus STUKin ohjeiden mukaisesti. Näytteen laboratorioon voi toimittaa joko kunnan terveystalouden tai yksityinen ihminen. Mikäli paikallislaboratoriossa mitattu radonpitoisuus ylittää enimmäisarvon, lähetetään uusintanäyte STUKiin tarkempia tutkimuksia varten.

Lähteet:

1. Isomäki E, Britschgi R, Gustafsson J, Kuusisto E, Munsterhjelm K, Santala E, Suokko T ja Valve M. Yhdyskuntien vedenhankinnan tulevaisuuden vaihtoehdot. Suomen Ympäristö 27/2007. Helsinki: Edita Prima Oy, 2007.
2. Mäkeläinen I, Huikuri P, Salonen L, Markkanen M, Arvela H. Talousveden radioaktiivisuus – perusteita laatuvaatimuksille. STUK-A182. Helsinki: Oy Edita Ab, 2001.
3. National Research Council. Risk Assessment of Radon in Drinking Water. Washington, D.C.; National Academy Press, 1999.
4. UNSCEAR—United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. “Sources and effects of ionizing radiation, Vol. I: Sources”. New York: United Nations, 2000.
5. Vesterbacka P, Turtiainen T, Heinävaara S and Arvela H. Activity concentrations of 226Ra and 228Ra in drilled well water in Finland. Radiation Protection Dosimetry 2006; 124(2): 167–171.
6. WHO—World Health Organization. Uranium in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality No. WHO/SDE/WSH/03.04/118. WHO, 2004. [http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/uranium.pdf]
7. Vesterbacka P, Mäkeläinen I, Tarvainen T, Hatakka T, Arvela H. Kaivoveden luonnollinen radioaktiivisuus – otantatutkimus 2001. STUK-A199. Vantaa: Dark Oy, 2004.
8. Turtiainen T and Salonen L. Prevention measures against radiation exposure to radon in well waters: Analysis of the present situation in Finland. Journal of Water and Health, in press.
9. Raimo Mustonen (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2006. STUK-B 77. Helsinki: Yliopistopaino, 2007.
10. Rantavaara A, Saxén R, Puhakainen M, Hatva T, Ahoilta P ja Tenhunen J. Radioaktiivisen laskeuman vaikutukset vesihuoltoon. STUK-A122. Helsinki: Painatuskeskus Oy, 1995.
11. Kaivoryhmä sekä Suomen ympäristökeskus (SYKE). Kaivoveden analyysitulkit esite. SYKE, 2009. [<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=234523&lan=FI>]

24 Kasviplanktonin tuottamat myrkyt eli fykotoksiinit

Useimpia haitallisten kasviplanktonilajien tuottamia myrkkyjä - fykotoksiineja - tavaan sekä makeissa että suolaisissa vesissä (1). Vesieläinten saastumista fykotoksiineilla esiintyy maailmanlaajuisesti. Erityisen voimakasta tämä on alueilla, joilla vesistöt ovat hyvin reheviä erityisesti fosforikuormituksen osalta ja veden lämpötila on lähellä haitallisten levien lämpötilaoptimia (yleensä n. 20–25 °C).

Eräiden fykotoksiinien pysyvyys on suotuisissa olosuhteissa huomattavan pitkä – jopa viikkoja tai kuukausia. On mahdollista, että fykotoksiinien aiheuttamat terveysriskit kasvavat tulevaisuudessa vesistöjen lämpötilan noustessa ja yleisen rehevöitymisen jatkuessa.

Tärkeimmät fykotoksiinit Suomen lähialueilla

Fykotoksiinit voidaan jakaa niiden vaikutusten perusteella: Seuraavat kolme muodostavat lähialueellamme suurimmat riskit:

- Maksamyryt (hepatotoksiinit)
- Ripulia aiheuttavat äyriäismyrkyt (diarrhoeic shellfish poisoning, DSP)
- Hermomyryt (neurotoksiinit)

Maailmanlaajuisesti esiintyy monia muita levämyrkkyjä: muistinmenetystä aiheuttavia myrkkyjä kuten solumyrkyjä, ciguatera- ja atsaspirhappomyrkkyjä (1).

Haitallisiin levälajeihimme kuuluu pääasiassa syanobakteereita (sinileviä) ja panssarisiimaleviä, joista etenkin ensin mainitut ovat lähialueemme kemiallisen tilan kannalta olennaisimpia. Nodulariini-R (2) on Itämeressä kesäaikana runsain myrkky. Sitä sekä sen sukulaisyhdistettä mikrokystiiniä voi kerääntyä kaloihin ja nilviäisiin sekä myös rakkoleviin (3).

Suomen vesialueilla esiintyviä fykotoksiineja

Fykotoksiineita tuottavia lajeja Suomen vesissä	Tuotetut fykotoksiinit	Toksiiniryhmä
Syanobakteerit (Itämeressä)		
<i>Nodularia spumigena</i> (2)	nodulariini-R*	maksamyrrkky
<i>Anabaena</i> -suvun määrittelemätön laji (4)	mikrokystiini-LR*	maksamyrrkky
<i>Anabaena</i> -kanta (ANA 37)	anatoksiini-a	hermomyrrkky
Panssarisiiemalevät (Itämeressä)		
<i>Dinophysis acuminata</i> , <i>D. norvegica</i> , <i>D. rotundata</i>	okadahappo*, pektenotoksiinit, dinofysistoksiinit (5)	DSP
<i>Alexandrium ostenfeldii</i> (6, 20)	gonjautoksiinit 2 ja 3, saksitoksiini	hermomyrrkky
Syanobakteerit (järvissä)		
<i>Microcystis aeruginosa</i>	mikrokystiini-LR*, mikrokystiini-RR*, mikrokystiini-YR*	maksamyrrkky
<i>Nostoc sp. ja Oscillatoria aghardii</i>	useita eri mikrokystiineitä*	maksamyrrkky
<i>Anabaena lemmermannii</i>	anatoksiini-a	hermomyrrkky
<i>Anabaena lemmermannii</i>	mikrokystiinit*	maksamyrrkky
<i>Anabaena lapponica</i> (7)	syndrospermopsiini*	maksamyrrkky

*) syöpävaarallinen (kasvainten syntyä edistävä) yhdiste

Tärkeimmät saantilähteet

Tietoa koskien fykotoksiineja Suomessa kauppatavarana olevista elintarvikkeista ei ole. Maksamyrrkkyjen osalta, mahdollisina lähteinä voivat olla Itämeren ja rehevien järvien simpukat ja muut nilviäiset sekä tietyt kalalajit (erityisesti maksa). Hermomyrrkkyistä kotimaisissa vesieliöissä ei ole tietoa. Kuitenkin Ahvenanmaalla Föglön salmessa on todettu gonjau- ja saksitoksiinien biokertymää (SYKE, julkaisematon).

Ulkomaisten elintarvikkeiden osalta maksamyrrkkyjä, DSP- tai hermomyrrkkyjä voi esiintyä riskialueilta peräisin olevissa sinisimpukoissa, ostereissa, sydän- ja kampa-simpukoissa, kasviplanktonia tai nilviäisiä ravintonaan käyttävissä kaloissa ja kasviplanktonia ravintonaan käyttävissä äyriäisissä.

EFSA Journal -lehdessä (2010) on julkaistu tieteellinen kannanotto simpukoiden toksineista.

Itämeren merenelävistä mitattuja maksamyrrkkyjen (lähinnä nodulariini-R:n) pitoisuuksia

Laji	Toksiinipitoisuus (µg/kg)
Sinisimpukka	<20 - 2 100 (16)
Kampela	<100 (lihas); 20–2 230 (maksa) (8)
Särki	2 – 200 (lihas) (9)
Kolmipiikki	35 – 800 (koko kala) (17)
Silakka	6,5 – 220 (koko kala) (9)
Kilohaili	<100 (lihas) (9)
Turska	n. 50 (maksa) (18)
Lohi	<5 (maksa) (18)

Järvikalat

Niissä järvissä, joissa myrkylliset kukinnat ovat yleisiä, etenkin nilviäiset ja kasviplanktonia ravintonaan käyttävät, nilviäisiä syövät tai pohjakerrostumia tonkivat kalat todennäköisesti altistuvat fykotoksiineille (varsinkin mikrokystiineille). Tällaisia kaloja ovat ainakin ahven, lahna ja särki. Julkaistua aineistoa koskien mikrokystiinejä (tai anatoksiini-a:ta) suomalaisissa järvieliöissä ei ole.

Terveydelliset häirtavaikutukset (10, 11, 12, 13, 19)

Kriittinen vaikutus

- Mikrokystiinit, nodulariini, okadahappo ja sylindropermopsiini ovat syöpävaarallisia ja voivat aiheuttaa maksasyöpää.
- Anatoksiini-a, saksitoksiini ja gonjautoksiinit vaikuttavat haitallisesti hermostoon
- Akuutit vaikutukset vaihtelevat päänsärystä, oksentelusta sekä ripulista hermostohäiriöihin, kouristukseen, kramppeihin ja tajuttomuuteen tai elimellisiin vaurioihin esimerkiksi maksassa ja munuaisissa.
- Ulkomailla vakavimmat myrkytystapaukset (hermomyrkyt ja peptiditoksiinit) ovat johtaneet jopa kuolemaan.
- Fykotoksiinien päätyminen suoraan verenkiertoon tai keuhkoihin kiukaalla höyrystyneen löylyveden mukana on kaikkein vaarallisinta.
- Suomessa syanobakteeritoksiineihin (maksamyrkyt) on menehtynyt koiria

Korkein siedettävä saanti (14)

- WHO:n asettama siedettävä päivittäinen enimmäissaantimäärä vuorokaudessa juomaveden mikrokystiineille (peptiditoksiini) on 40 ng/kg rp (ruumiinpaino)/vrk.
- WHO:n suosittelema raja-arvo juomaveden mikrokystiinipitoisuudelle on 1 mikrogramma/l.

Arvioitu saanti

- Saantilaskelmia ei ole tehty
- Kotimaisten kalojen fykotoksiinipitoisuuksista ei todennäköisesti voi aiheutua välitöntä vaaraa.

Eniten altistuvat ryhmät

- Simpukoiden ja äyriäisten suurkuluttajat
- Kalan maksaa runsaasti syövät ihmiset

Lainsäädäntö

Asetus 853/2004/EY määrittää korkeimmat sallitut pitoisuudet ASP-, PSP- ja DSP-toksiineille simpukoista, piikkinahkaisista, vaippaeläimistä ja merikotiloista saaduista kalastustuotteissa. 2074/2005/EY antaa ohjeet merellisten biotoksiinien havaitsemisesta. Asetus 854/2004/EY velvoittaa jäsenmaiden valvontaviranomaiset tutkimaan eläviä simpukoita biotoksiinien varalta. Fykotoksiineista mikrokystiinit ja saksitoksiini kuuluvat ns. Australia-listan yhdisteisiin (yhdisteitä, joiden vientiä maasta rajoitetaan). Samalla listalla ovat mm. aflatoksiinit ja tetrodotoksiini (pallokalan tuottama hermomyrky).

Toksiiniryhmä	Sallittu enimmäismäärä
Halvaannuttavat äyriäismyrkyt (PSP)	800 µg/kg
Muistinmenetystä aiheuttavat äyriäismyrkyt (ASP)	20 mg/kg domoiinihappoa
Okadahappo, dinofysistoksiinit ja pektenotoksiinit	yhteensä 160 µg/kg okadahappoekvivalenttia
Jessotoksiinit	1 mg/kg jessotoksiiniekvivalenttia
Atsaspirhapot	160 µg/kg atsaspirhappoekvivalenttia

Fykotoksiinien valvonta Suomessa

Huolimatta yleisimpien fykotoksiinien erittäin runsaasta esiintymisestä Suomen vesistöissä ja käytettävissä olevasta tiedosta, fykotoksiinien pitoisuuksia ei vielä seurata. Viimeisen kymmenen vuoden aikana kertynyt aineisto osoittaa selkeästi, että maksamykyllisiä yhdisteitä esiintyy ajoittain runsaasti myös elintarvikkeina käytävissä kaloissa. Aineistoa ei kuitenkaan ole kauppatavarana olevista kaloista.

EU:n meristrategiadirektiivin mukainen kansallinen merenhoitosuunnitelma johtanee siihen, että Suomi ryhtyy seuraamaan fykotoksiineja Itämeressä vuodesta 2014 alkaen.

Johtopäätöksiä valvonnasta

Suomalaisten viranomaistahojen tulisi harkita suurimpaan riskiryhmään kuuluvien fykotoksiinien analysointia tapauskohtaisesti pistokokeina tai jatkuvampana seuranta elintarviketurvallisuuden parantamiseksi. Vastaavasti tunnetuilta ongelma-alueilta maahantuotavien elintarvikkeiden fykotoksiinijäämiä (vähintään peptidimaksamyryt, DSP ja PSP) tulisi ainakin pistokokein selvittää.

Järviympäristön fykotoksiiniseurantaa tulisi harkita.

Ilmastonmuutoksen ja Itämeren suolapitoisuuden muutosten takia haitallisten levien lajisto voi tulevaisuudessa muuttua. Tämä puolestaan voi johtaa uusien fykotoksiinityyppien ilmaantumiseen sekä joidenkin nykyisin vielä vähäisessä määrin ja paikallisesti esiintyvien yhdisteiden, kuten Ahvenanmaalla todettujen gonjau- ja saksitoksiinien yleistymiseen.

Lähteet:

1. Botana L. M. (ed.), 2007. *Phycotoxins: Chemistry and Biochemistry*. Blackwell Publishing, Oxford, UK., s. 178.
2. Sivonen, K., Kononen, K., Carmichael, W. W., Dahlem, A. M., Rinehart, K. L., Kiviranta, J. and Niemela, S. I., 1989. Occurrence of the hepatotoxic cyanobacterium *Nodularia spumigena* in the Baltic Sea and structure of the toxin. *Appl Environ Microbiol.* 55(8), 1990-1995.
3. Pflugmacher, S., Olin, M. and Kankaanpää, H., 2007. Nodularin induces oxidative stress in the Baltic Sea brown alga *Fucus vesiculosus* (Phaeophyceae). *Marine Environmental Research* 64, 149-159.
4. Karlsson, K. M., Kankaanpää H., Huttunen M. and Meriluoto, J. 2006. First observation of microcystin-LR in pelagic cyanobacterial blooms in the northern Baltic Sea. *Harmful Algae* 4, 163-166.
5. Kuuppo P, Uronen P, Peterman A, Tamminen T and Granéli E., 2006. Pectenotoxin-2 and dinophysistoxin-1 in *suspended and sedimenting* organic matter in the Baltic. *Limnol. Oceanogr.* 51, 2300-2307
6. Kremp, A., Lindholm T., Dreßler, N., Erler, K., Gerdts, G., Eirtovaara, S. and Leskinen E. 2009. Bloom forming *Alexandrium ostenfeldii* (Dinophyceae) in shallow waters of the Åland Archipelago, Northern Baltic Sea. *Harmful Algae* 8, 318-328.
7. Spoof, L., ; Berg, K. A., Rapala, J., Lahti, K., Lepistö, L., Metcalf, J. S., Codd, G. A. and Meriluoto, J., 2006. First observation of cylindrospermopsin in *Anabaena lapponica* isolated from the boreal environment (Finland). *Environ. Toxicol.* 21, 552-560.
8. Kankaanpää, H., Turunen, A.-K., Karlsson, K., Bylund G., Meriluoto J., and Sipiä, V. 2005. Heterogeneity of nodularin bioaccumulation in northern Baltic Sea flounders in 2002. *Chemosphere* 59, 1091-1097.
9. Karjalainen, M., Pääkkönen, J.-P., Peltonen, H., Sipiä, V., Valtonen T. and Viitasalo M., 2008. Nodularin concentrations in Baltic Sea zooplankton and fish during a cyanobacterial bloom. *Mar. Biol.* 155, 483-491.
10. EFSA, Marine biotoxins in shellfish – Saxitoxin group, Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain, 2009
11. EFSA, Marine biotoxins in shellfish – Yessotoxin group, Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain, 2008
12. EFSA, Marine biotoxins in shellfish – Azaspiracid group, Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain, 2008
13. EFSA, Marine biotoxins in shellfish – Pectenotoxin group, Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain, 2009
14. World Health Organisation, 1999. Toxic cyanobacteria in Water. Chorus, I. and Bartram J (Eds). W&FN Spon. London, 416 pp.
15. EFSA Journal 2010; 8 (6): 1628
16. VO Sipiä, HT Kankaanpää, J Flinkman, K Lahti, JAO Meriluoto. 2001. Time-dependent accumulation of cyanobacterial hepatotoxins in flounders (*Platichthys flesus*) and Mussels (*Mytilus edulis*) from the Northern Baltic Sea. *Environmental toxicology* 16
17. V Sipiä, H Kankaanpää, H Peltonen, M Vinni, J Meriluoto. 2007. Transfer of nodularin to three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*), herring (*Clupea harengus*), and salmon (*Salmo salar* L.) in the northern Baltic Sea. *Ecotoxicology and environmental safety* 66 (3), 421-425
18. V Sipiä, H Kankaanpää, K Lahti, WW Carmichael, J Meriluoto. 2001. Detection of nodularin in flounders and cod from the Baltic Sea. *Environmental toxicology* 16 (2), 121-126.
19. H Kankaanpää. 2011. Haitalliset levät ja terveyst. *Duodecim* 127 (11), 1335-1340.
20. P Hakanen, S Suikkanen, J Franzén, H Franzén, H Kankaanpää, A Kremp. 2011. Bloom and toxin dynamics of *Alexandrium ostenfeldii* in a shallow embayment at the SW coast of Finland, northern Baltic Sea. *Harmful Algae* 15, 91-99.

25 Talousveden vierasaineet

Lähes 90 % suomalaisista käyttää vesilaitosten verkostovettä. Vesilaitokset valmistavat talousvettä pintavedestä tai käyttävät raakavetenään pohja- tai tekopohjavettä. Vesilaitoksen vedenpuhdistusprosessi riippuu suuresti raakaveden laadusta. Suomessa pinta- tai tekopohjavedestä valmistettu vesi desinfioidaan ennen jakeluverkkoon pumppaamista. Pohjavesiä ei välttämättä desinfioida.

Talousveden laadulle on asetettu sekä terveysperusteisia laatuvaatimuksia että laatusuosituksia. Talousveden laatua koskevasta lainsäädännöstä vastaa Sosiaali- ja terveysministeriö, sen toimeenpanon ohjauksesta Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto Valvira ja talousvettä toimittavien laitosten sekä talousveden laadun valvonnasta kuntien terveydensuojeluviranomaiset.

Talousveden vierasaineisiin liittyvät terveysriskit ovat Suomessa vahvasti alueellisia ja niihin vaikuttavat oleellisesti raakaveden tyyppi (pinta- vai pohjavesi). Myös se, onko kyse haja-asutusalueen yksittäisistä talousvesikaivoista vai kunnallisesta vesilaitoksesta, vaikuttaa riskien suuruuteen.

Talousvedessä esiintyvät vieraat kemialliset aineet ovat veden desinfiointissa syntyviä sivutuotteita, vedenpuhdistukseen liittyviä kemikaaleja (jääminä) ja putkimateriaaleista irtoavia aineita. Vesilaitosten jakamassa talousvedessä saattaa esiintyä poikkeustilanteissa kemiallisia tai muita epäpuhtauksia, jos niitä pääsee raakavesilähteeseen. Tavallisimmin kyseessä on pilaantuneesta maasta pohjaveteen päätyvät aineet.

25.1 Vesilaitosten vedenpuhdistuksen ja desinfioinnin sivutuotteet

Pienillä vesilaitoksilla käytetään edelleen lipeää (NaOH) veden pH:n säätämiseksi. Toimintahäiriön seurauksena veteen saattaa päästä liikaa lipeää ja talousvesi on vahvasti emäksistä (syövyttävää).

Pintaveden puhdistuksessa saostuksen apuaineina käytetyistä aineista saattaa jäädä pieniä pitoisuuksia vesilaitokselta lähtevään veteen. Talousveden puhdistuksessa käytettävien saostuskemikaalien (esim. alumiinisulfaatti, polyalumiini-kloridi) jäämien alumiini saattaa nostaa hieman veden alumiinipitoisuutta.

Talousveden desinfioinnin sivutuotteita ovat muun muassa bromaatti, trihalometaanit (kloroformi, bromoformi, dibromikloorimetaani, bromidikloorimetaani), haloasetaatit ja klooratut furanonit (esim. MX).

Bromaattia voi syntyä bromidipitoisen veden otsonoinnin yhteydessä, mutta sitä voi joskus olla myös epäpuhtautena klooridesinfointiin käytettävässä hypokloriittiliuoksessa. Trihalometaaneja, haloasetaatteja sekä kloorattuja furanoneja syntyy kloorin reagoitessa vedessä olevan orgaanisen aineksen kanssa, joka voi olla peräisin esim. pintaveden humuksesta. Trihalometaanien pitoisuudet suomalaisessa klooridesinfoidussa talousvedessä olivat vielä 1980-luvulla suuria mutta laskivat merkittävästi vesilaitostekniikoiden parannusten ansiosta 1990-luvulla. Eri trihalometaanien keskinäinen suhde riippuu mm. raakaveden bromidin määrästä. Trihalometaanit ovat vallitsevia sivutuotteita pH-arvon ollessa korkea, mutta alhaisessa pH:ssa muodostuu eniten haloasetaatteja.

Useat desinfioinnin sivutuotteet ovat haihtuvia, joten niille altistutaan erityisesti hengitysteitse uimahalleissa ja kylpylöissä. Myös ihon kautta altistuminen voi uimahallissa uitaessa olla merkittävää.

Terveydelliset häirtavaikutukset

Lipeä on potentiaalisti terveysriskin aiheuttava aine.

Lipeä (NaOH)

Kriittinen vaikutus

- Syövyttävyys
- Vahvasti emäksisen veden juonti (jo kertakulaus) saattaa syövyttää limakalvoja suussa ja ruokatorvessa.

Turvamarginaalit

- Ei ole

Eniten altistuvat ryhmät

- Onnettomuustilanteessa jokainen vettä juova altistuu. Ongelma liittyy pieniin vesilaitoksiin.

Bromaatti, trihalometaanit, haloasetaatit ja klooratut furanonit

Kriittinen vaikutus

- Syöpävaarallisuus
- Klooratut furanonit (MX) ovat erittäin mutageenisia bakteerisolutesteissä, genotoksisia ja rotalla syöpää aiheuttavia yhdisteitä.
- Sekä trihalometaanissa että haloasetateissa on syöpää koe-eläimille aiheuttavia johdoksia. Bromatut johdokset voivat olla kloorattuja tehokkaampia syövänaiheuttajia.
- Epidemiologisissa tutkimuksissa on havaittu toistuvasti lievästi kohonnut virtsarakon ja peräsuolen syöpäriski pitkäaikaisen altistuksen yhteydessä koholla olevilla pitoisuuksilla.

Turvamarginaalit

- Syöpävaaran suhteen täysin turvallista pitoisuutta vedessä ei ole: syöpäriski kasvaa pitoisuuden kasvaessa.
- Marginaali laskennallisen saannin ja koe-eläimille terveysvaikutuksia aiheuttavien altistustasojen välillä on melko suuri. Pienin se on bromaatin kohdalla.
- Juomaveden desinfioinnin sivutuotteille altistutaan seoksena. Kokeelliset tutkimukset seoksilla ovat osoittaneet, että seos ei välttämättä ole haitallisempaa kuin yksittäiset komponentit.

Eniten altistuvat ryhmät

- Uimarit
- Uimahallien ja kylpylöiden työntekijät

Lainsäädäntö

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 461/2000 on määritelty raakaveden puhdistuksen ja desinfioinnin sivutuotteille oheiset sallitut enimmäispitoisuusrajat.

Vierasaine	Enimmäispitoisuus (µg/l)
Bromaatti	10
Trihalometaanit yhteensä	100
Haloasetaatit	Ei säädelty
Klooratut furanonit	Ei säädelty
Akryyliamidi	0,1

Johtopäätöksiä valvonnasta

Lipeä (NaOH)

- Kysymyksessä on vahinko/poikkeustilanne, joita esiintyy.
- Toistaiseksi isompia onnettomuuksia ei ole tapahtunut. Hyvin syövyttävää vettä ei ole päässyt jakeluun. Laimeamman veden epänormaali laatu huomattu ajoissa ja vettä ei ole juotu.

Bromaatti, trihalometaanit, haloasetaatit ja klooratut furanonit

- Vesilaitosten valvontatutkimuksissa kokonaistrihalometaanipitoisuus ei ylity.
- Bromaattia on havaittu varsin harvoin ja silloinkin vain tietyillä rannikkoalueiden vesilaitoksilla.
- Vaikka talousveden desinfioinnin sivutuotteiden muodostuminen tuleekin pyrkiä minimoimaan, tätä ei pidä tehdä desinfioinnin varsinaisen päätarkoituksen, mikro-robien tuhoamisen ja kasvuneston kustannuksella.
- Käsittelemättömän pintaveden sisältämien patogeenisten mikro-organismien aiheuttama sairaus- ja kuolinriski arvioidaan yleisesti moninkertaiseksi talousveden desinfioinnin sivutuotteiden aiheuttamaan syöpäriskiin nähden.

25.2 Vesijohtoverkoston materiaaleista veteen liukenevat aineet

Talousveden jakeluverkostojen ja kiinteistöjen vesijohtojen materiaaleista voi liueta terveydelle haitallisia aineita veteen. Aineet voivat olla metalleja tai orgaanisia yhdisteitä. Materiaalin koostumus ja laatu, veden laatu ja viipymä sekä mikrobiologinen toiminta verkostoissa vaikuttavat aineiden liukenemisnopeuteen. Tyypillisesti liukenevien aineiden pitoisuudet ovat suurimmillaan, kun materiaalit ovat uusia. Liukenevien aineiden määrä yleensä vähenee, kun vettä käytetään ja aikaa käyttöönotosta kuluu.

Terveydelliset haittavaikutukset

Materiaaleista liukenevat aineet voivat aiheuttaa erityisolosuhteissa terveysvaikutuksia ja/tai veden aistinvaraisen laadun heikkenemistä. Metallien käyttäytymisestä talousvedessä ja niiden terveysvaikutuksista on olemassa runsaasti tietoa. Esimerkiksi kupari voi aiheuttaa suurina pitoisuuksina ruoansulatuskanavan ärsytystä ja vatsavaivoja. Akuutit haitat ovat kuitenkin harvinaisia. Muovisista materiaaleista voi liueta orgaanisia yhdisteitä, joiden pitkäaikaisen saannin vaikutuksia pienillä pitoisuuksilla ei vielä tunneta. Orgaaniset yhdisteet voivat olla peräisin materiaalista, epäpuhtautena tai muodostua valmistusprosessissa reaktiotuotteina. Myös sementtipohjaisten materiaalien valmistuksessa saatetaan käyttää orgaanisia lisäaineita.

Kupari

Kriittinen vaikutus

- Ruoansulatuskanavan ärsytys (mahaärsytys)
- Oireina on vatsavaivoja ja -kipuja sekä pahoinvointia.
- Akuutti vaikutus, joka toistuu aina vettä juotaessa.

Turvamarginaalit

- Aiheuttaa terveysriskiä ainoastaan suun kautta saatuna.
- Turvamarginaali kapea, alin haitaton pitoisuustaso vedessä n. 4 mg/l.

Eniten altistuvat ryhmät

- Ongelma liittyy juomaveteen. Mitä enemmän kuparipitoista vettä juodaan kerralla, sitä isompi riski on saada oireita.

Lainsäädäntö

Osalle aineista, joita voi liueta talousveden jakeluverkostojen tai kiinteistöjen vesijohtojen materiaaleista ja joilla voi olla haitallisia terveysvaikutuksia on määritelty oheiset enimmäispitoisraajat sosiaali- ja terveysministeriön talousvesiasetuksessa (461/2000).

Liukeneva aine	Enimmäispitoisuus (µg/l)
A) Muovit	
Bentso(a)pyreeni	0,010
Epikloorihydriini	0,10
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt	0,10
Vinyylikloridi	0,50
Bisfenoli-A	ei määritelty
B) Metallit	
Kupari	2000
Antimoni	5,0
Kromi	50
Lyijy	10
Nikkeli	20

* 461/2000 mukaan vedessä ei kuitenkaan saa olla mitään terveyshaittaa aiheuttavaa ja tarvittaessa viranomainen velvoittaa parantamaan veden laatua tai rajoittaa veden käyttöä.

Johtopäätöksiä valvonnasta

- Vesilaitosten valvontatutkimuksissa talousvedelle sallittujen enimmäispitoisuuksien ei tule ylittyä.
- Eräät ongelmat ovat kiinteistökohtaisia, toistaiseksi ollut harvinaista Suomessa.
- Talousveden laadusta ja sen valvonnasta omassa kunnassa voi kysyä terveys- ja suojeluviranomaiselta. Vastaava keskusviranomaisena on Valvira.

Lähteet:

1. WHO, Guidelines for Drinking Water, fourth edition 2011.
2. Kekki TK, Keinänen-Toivola MM, Kaunisto T, Luntamo M. Talousveden kanssa kosketuksissa olevat materiaalit. Vesi-Instituutin julkaisu 1. 2007.
3. Ahonen MH, Kaunisto T, Mäkinen R, Hatakka T, Vesterbacka P, Zacheus O, Keinänen-Toivola MM. Suomalaisen talousveden laatu raakavedestä kuluttajan hanaan vuosina 1999-2007. Vesi-Instituutin julkaisu 4. 2008.
4. Kekki TL, Kaunisto T, Keinänen-Toivola MM, Luntamo M. Vesijohtomateriaalien vauriot ja käyttöikä Suomessa. Vesi-Instituutin julkaisu 3. 2008.
5. Pelto-Huikko A, Kaunisto T. Vesijohtojen saneerauspinnoitus. Vesi-Instituutin raportteja 4. 2012.

25.3 Ympäristökontaminantit juomavedessä

Talousvedeen päätyttyä kemiallisia epäpuhtauksia ympäristöstä pohjaveden pilaantues- sa. Jos raakavetenä käytetään pintavettä, todennäköisin arvioitavaksi tuleva ongelma on sinilevätoksiinit.

Pohjavettä pilaavia aineita ovat polttoaineet (erityisesti bensiinin lisäaine metyy- li-tert-butyylieetteri, MTBE), torjunta-aineet, tri- ja tetrakloorieteeni ja kloorifenolit. Polttoaineet päätyvät pohjaveteen huoltoasemilta (myös jo suljetuilta). Torjunta-ai- neiden lähteitä ei usein ole voitu tunnistaa, mutta kontaminaatio liittyyneen käyttöön. Tri- ja tetrakloorieteenipäästöt liittyvät pesu(la)toimintaan. Kloorifenolit päätyvät pohjaveteen vanhoilta sahoilta.

Sinilevätoksiineja esiintyy järvien sinileväkukintojen yhteydessä. 50–70 % kukinnois- ta on myrkköjä tuottavia. Sinilevät saadaan poistettua tavanomaisin talousveden puhdistusmenetelmin, mutta kuolleista sinilevistä vapautuneet myrkyt läpäisevät perinteisen puhdistusprosessin, joskin otsonoinnin ja aktiivihiihikäsittelyn yleistyttyä tämäkin riski on saatu hallintaan. Esimerkiksi yhtä tavanomaisimmasta toksiinista, mikrokystiiniä, on tavattu talousvedessä määritysrajan (0,02 µg/l) ylittävänä pitoi- suutena satunnaisesti (0,1 µg/l). Kaikkia toksiineja ei ole tunnistettu eikä voida tois- taiseksi analysoida. Sinilevät tuottavat myös maku-/hajuhaittoja aiheuttavia geos- miineja, jotka voivat päätyä juomaveteen.

Terveydelliset haittavaikutukset

Polttoaineet ja MTBE juomavedessä aiheuttavat ensisijassa haju- ja makuhaittaa. Haju- ja makuhaitan vuoksi kovin pilaantunutta vettä ei voi juoda, mikä estää ter- veysvaikutukset. MTBE on tunnistettavissa vedestä erityisen herkästi: hajukynnys ve- dessä on 15 µg/l, makukynnys 40 µg/l.

Kloorifenolit

Kriittinen vaikutus

- Syöpävaarallisuus
- Kloorifenolit luokiteltu ihmiselle mahdollisesti karsinogeenisiksi aineiksi (IARC ryhmä 2B).
- Yhteys vahvin Non-Hodgkinin lymfoomaan ja pehmytkudossarkoomaan. Molem- pien ilmaantuvuus lisääntynyt kloorifenoleille altistuneilla henkilöillä Kärkölässä (vesijohtoveden kloorifenolipitoisuus 70–140 µg/l).
- Pentakloorifenoli ja 2,4,6-trikloorifenoli aiheuttavat syöpää koe-eläimissä.

Turvamarginaalit

- Syöpävaaran suhteen haitatonta pitoisuutta ei tunneta: syöpäriski kasvaa pitoi- suuden kasvaessa.

Eniten altistuvat ryhmät

- Juomaveden käyttäjät, jos vesi kontaminoitunut (poikkeustilanne)

Tri- ja tetrakloorieteeni

Kriittinen vaikutus

- Syöpävaarallisuus
- Tri- ja tetrakloorieteeni on luokiteltu ihmiselle luultavasti syöpää aiheuttavaksi aineeksi (IARC ryhmä 2A).
- Koe-eläimissä tetrakloorieteeni on aiheuttanut kasvaimia maksassa, munuaisissa sekä leukemiaa.
- Trikloorieteeni on aiheuttanut kasvaimia keuhkoissa, maksassa, munuaisissa ja lymfoomaa.

Turvamarginaalit

- Syöpävaaran suhteen haitatonta pitoisuutta ei tunneta: syöpäriski kasvaa pitoisuuden kasvaessa.

Eniten altistuvat ryhmät

- Juomaveden käyttäjät, jos vesi on kontaminoitunut (poikkeustilanne).
- Tri- ja tetrakloorieteenille altistutaan vedestä myös hengitysteitse (suihku, talousveden muu käyttö), koska yhdisteet ovat helposti haihtuvia.

Torjunta-aineet

Kriittinen vaikutus

- Ainekohtainen

Turvamarginaalit

- Yleensä riittävän suuri. Pitoisuudet vedessä ovat pieniä. Vedestä laskennallisesti saatava annos on pieni suhteessa annokseen, joka tuottaa koe-eläimissä toksisuutta.
- Asetuksen mukainen enimmäispitoisuusarvo on yleisarvo torjunta-aineille. Jos se ylittyy huomattavasti, turvamarginaali tulisi arvioida ainekohtaisesti.

Sinilevätoksiinit (katso myös kohta Fykotoksiinit)

Kriittinen vaikutus

- Maksamyrkyllisyys
- Kyseessä ovat hyvin toksiset aineet.
- Maksamyrkyt vaurioittavat maksan verisuonikapillaareja ja voivat johtaa verenkiertokollapsiin sekä aiheuttaa syöpävaaraa.
- Harvemmin hermomyrkyjä, jotka lamaannuttavat lihaksia ja voivat aiheuttaa hengenvaarallisen hengityslihasten halvautumisen.

Turvamarginaalit

- WHO:n asettama siedettävä päivittäinen enimmäissaanti mikrokystiineille on 40 ng/kg rp/vrk.

- WHO:n suosittelema enimmäispitoisuusraja juomaveden mikrokystiineille on 1 µg/l.
- Talousvedessä todetut pienet pitoisuudet (jos on todettu, pitoisuus on ollut lähellä toteamisrajaa, pitoisuus lisäksi vaihtelee) eivät todennäköisesti ole aiheuttaneet terveyshaittaa.

Lainsäädäntö

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 461/2000 on määritelty oheiset enimmäispitoisuusrajat.

Vierasaine	Enimmäispitoisuus (µg/l)
Kloorifenolit (yhteensä)	10
Tetrakloorieteeni ja trikloorieteeni yhteensä	10
Torjunta-aineet	0,1
Torjunta-aineet yhteensä	0,5
Sinilevätoksiinit	Ei säädelty

WHO on esittänyt yhden sinilevämyrkyin, mikrokystiini-LR:n enimmäispitoisuudeksi juomavedessä 1 µg/l.

Johtopäätöksiä valvonnasta

Kloorifenolit

- Kärkölan kloorifenolitapaus osoitti, että kloorifenolit voivat kulkeutua maaperästä pohja- ja edelleen talousveteen ja todennäköisesti aiheuttaa terveysvaikutuksia.
- Kloorifenolien riskit on muistettava kunnissa, joissa on vanhoja sahanpohjamaita.

Tri- ja tetrakloorieteeni

- Tetra- ja trikloorieteeniä saattaa päätyä pohjaveteen isojakoin pitoisuuksia.
- Hattulassa ja Oitissa mitattiin 1990-luvun alkupuolella 100–200 µg/l-pitoisuuksia juomavedestä, mutta väestössä ei havaittu lisääntyneitä syöpätapauksia.

Torjunta-aineet

- Torjunta-aineita tai niiden hajoamistuotteita esiintyy pohjavesissä yllättävän yleisesti, kuitenkin pieninä pitoisuuksina.
- Jos pohjavesilähteen lähiympäristössä on käytetty/käsitelty torjunta-aineita runsaasti tai säännöllisesti, pohjaveden puhtaus on syytä tarkistaa.
- Pohjavesistä löytyy torjunta-aineita, joiden käyttö Suomessa on kielletty jo vuosia sitten. Osa torjunta-aineista säilyy maaperässä ja pohjavedessä pitkään.
- Jos pohjavedestä todetaan torjunta-ainetta, sen pitoisuus myös kuluttajien käyttämästä vedestä on syytä tarkistaa.

Sinilevätoksiinit

- Sinilevätoksiinien juomaveden kautta aiheuttamia sairaustapauksia ei Suomesta tunneta, mutta niihin liittyvä potentiaalinen riski on syytä pitää mielessä, koska kaikkia toksiineja ei ole voitu vedestä analysoida.
- Riskialttiita vesistöjä tulisi seurata ja toimenpiteisiin on ryhdyttävä, mikäli pinta-vedenottamon läheisyydessä esiintyy runsaita sinileväkukintoja.

Yleistä valvonnasta

Kunnan terveydensuojeluviranomainen valvoo sekä suurien että pienten vesilaitosten veden laatua ja toimintaa. Myös omaa vesilähdettä käyttävän elintarvikkealan yrityksen, joka ei ole alkutuotantoa, veden laatua ja tuotantoa valvotaan (STMa 461/2000, STMa 401/2001).

Kunnan terveydensuojeluviranomaisten on toimitettava yli 1 000 m³ päivässä tai vähintään 5 000 käyttäjälle talousvettä tuottavan laitoksen valvontatutkimusten tulokset aluehallintovirastolle kutakin kalenterivuotta seuraavan kolmen kuukauden kuluessa. Aluehallintovirasto laatii tuloksista yhteenvedon ja toimittaa sen Terveyden ja hyvinvoinnin laitokselle (THL). THL laatii kolmen vuoden välein kansallisen raportin Euroopan komissiolle.

Yksittäisen kotitalouden kaivon vedenlaadun seuranta ei kuulu systemaattisen valvonnan piiriin. Kunnan terveydensuojeluviranomaisen on kuitenkin huolehdittava, että kaivoja käyttävät kotitaloudet saavat riittävästi tietoa alueensa talousveden laadusta, siihen mahdollisesti liittyvistä terveyshaitoista sekä haittojen poistamismahdollisuuksista. Kunnan terveydensuojeluviranomainen voi myös antaa talousvesikaivon veden valvontaa, puhdistusta ja käyttöä koskevia määräyksiä talousvedestä aiheutuvien terveyshaittojen ehkäisemiseksi (STM:n asetus 401/2001).

Lähteet:

1. Cooper GS, Jones S. Pentachlorophenol and cancer risk: Focusing the lens on specific chlorophenols and contaminants. *Environmental Health Perspectives* 2008,116:1001-1007.
2. Guidelines for drinking water. Third edition. Volume 1. WHO 2004. (http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/)
3. Keinänen-Toivola MM, Ahonen M, Kaunisto T. Talousveden laatu Suomessa vuosina 1984-2006. Vesi-Instituutin julkaisuja 2. 2007.
4. Komulainen H. Juoma- ja uimavesi. Jantunen M, Komulainen H, Nevalainen A, Tuomisto J, Venäläinen R, Viluksela M (toim.). Selvitys elinympäristön kemikaaliriskeistä. *Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B*, 11/2005: 94-112.
5. Komulainen H. Pilaantuneet maat. Jantunen M, Komulainen H, Nevalainen A, Tuomisto J, Venäläinen R, Viluksela M (toim.). Selvitys elinympäristön kemikaaliriskeistä. *Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B*, 11/2005: 209-225.
6. Komulainen H, Kurttio P, Muikku M. Altistuminen veden vierasaineille. *Ympäristö ja Terveys-lehti*. 2006,10: 46-53.
7. Lahti K, Rapala J, Kivimäki AL, Kukkonen J, Niemelä M, Sivonen K. Occurrence of microcystins in raw water sources and treated drinking water of Finnish waterworks. *Water Sci. Technol.* 2001, 43:225-228.
8. Lampi P. Population health after long-term chlorophenol exposure. (Dissertation). Publications of the National Public Health Institute A1/1996.
9. Rapala J, Gustafsson J. Pohjavedestä todetut torjunta-ainepitoisuudet vesilaitosten ongelmana. *Ympäristö ja Terveys-lehti*, 2005, 4:57-63.
10. Rapala J, Niemelä M, Berg KA, Lepistö L, Lahti K. Removal of cyanobacteria, cyanotoxins, heterotrophic bacteria and endotoxins at an operating surface water treatment plant. *Water Sci. Technol.* 2006, 54:23-8
11. Risk-Assessment Report Vol.19, 1999 on tert-butyl methyl ether, CAS#: 1634-04-4, EINECS#: 216-653-1. Publication: EUR 20417 EN. (<http://ecb.jrc.ec.europa.eu/existing-chemicals>)
12. Vuorimaa P, Kontro M, Rapala J, Gustafsson J. Torjunta-aineiden esiintyminen pohjavedessä. Loppuraportti. SY42/2007 (<http://www.ymparisto.fi/print.asp?contentid=276110&lan=fi&clan=fi>)
13. Weisel CP, Jo WK. Ingestion, inhalation and dermal exposure to chloroform and trichloroethene from tap water. *Environmental Health Perspectives* 1996,104:48-51.
14. Zacheus O. Yhteenvedo Euroopan komissiolle raportoivien laitosten toimittaman talousveden valvonnasta ja laadusta vuonna 2006.
15. Guidelines for drinking-water quality, fourth edition, WHO 2011.

26 Kaivoveden vieraat aineet

Haja-asutusalueiden kaivoveden ongelmat ovat usein alueellisia. Varsinkin arseeni ja fluoridi ovat talousveden vierasaineina Suomessa tiukasti alueellisesti rajautuneita riskejä. Suuria arseenipitoisuuksia (jopa > 1 000 µg/l) tavataan eräiden mustaliuskealueiden porakaivovesissä. Kuitenkin viranomaisten kattavassa aineistossa arseenin mediaanipitoisuudet kuivavesissä vaihtelevat huomattavasti alemmalla tasolla välillä 0,1-1 µg/l (17). Korkeita fluoridipitoisuuksia (> 1,5 mg/l) esiintyy samoin tietyillä Lounais- ja Kaakkois-Suomen rapakivialueilla sekä satunnaisesti muuallakin, etenkin porakaivovesissä. Suuria alumiinipitoisuuksia todetaan kaivoista, joiden vesi on hapanta (jos pH < 5, alumiinipitoisuus yleensä > 1 mg/l), sekä alueilla, joilla kaivovedessä on runsaasti fluoridia (alumiini muodostaa fluoridin kanssa vahvan kompleksiyhdisteen). Alumiinipitoisuudet rengaskaivoissa ovat suurempia kuin porakaivoissa.

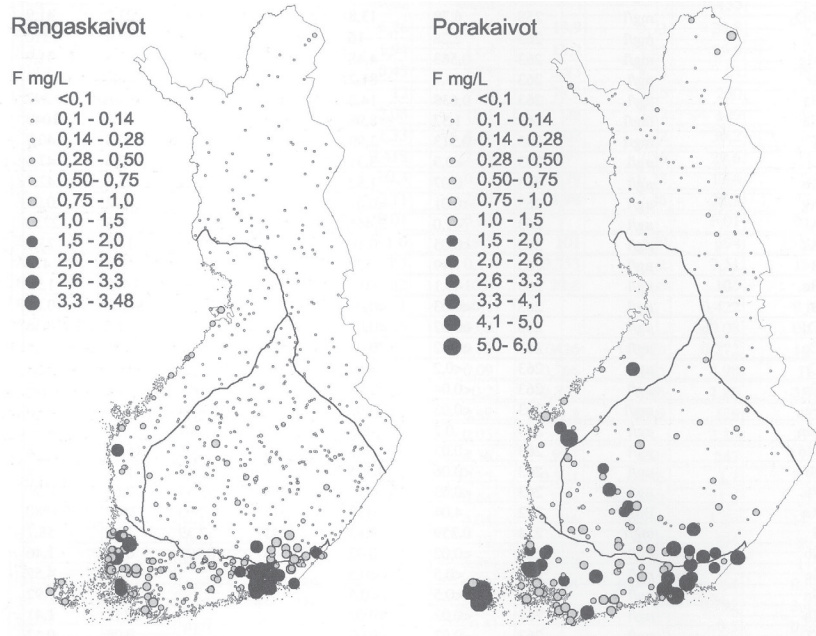
Nitraatti voi olla ongelma maatalousvaltaisissa kunnissa. Sitä voi joutua pohjaveteen voimakkaan lannoituksen tuloksena. Pitoisuus voi tällöin kohota aina tasolle 100 mg/l saakka.

Eteläisimmän Suomen graniittialueilla tavataan porakaivovesistä paikoin myös suuria uraanipitoisuuksia. Kun uraanin pitoisuus kaivovedessä Suomessa yleensä on hyvin alhainen (alle 1 mikrogramma/litra), se saattaa pahimmilla paikoilla kohota useisiin milligrammoihin litrassa. Satunnaisotantaan perustuvassa analyysissä uraanipitoisuuden keskiarvo porakaivovesissä on ollut 21 mikrogrammaa/l (µg/l). Uraanilla on sekä kemiallisia että säteilyyn perustuvia haittavaikutuksia, mutta kemialliset haittavaikutukset ovat merkittävämpiä. Uraanin säteilyvaikutuksia on käsitelty Talousveden radioaktiiviset aineet- kappaleessa, jossa käsitellään myös kaivovesissä esiintyvä radon ja muut radioaktiiviset aineet.

Yksittäisen kaivon vedestä saattaa löytyä vieraita aineita pohjaveden pilaantumisen johdosta. Tavallisimmin kyseessä on maaperän pilaantuminen polttoaineilla (jakeluasemat), torjunta-aineilla tai puunkyllästysaineilla (sahojen pohjat). Näihin ongelmiin liittyviä riskejä on kuvattu kohdassa Talousveden vieraat aineet.

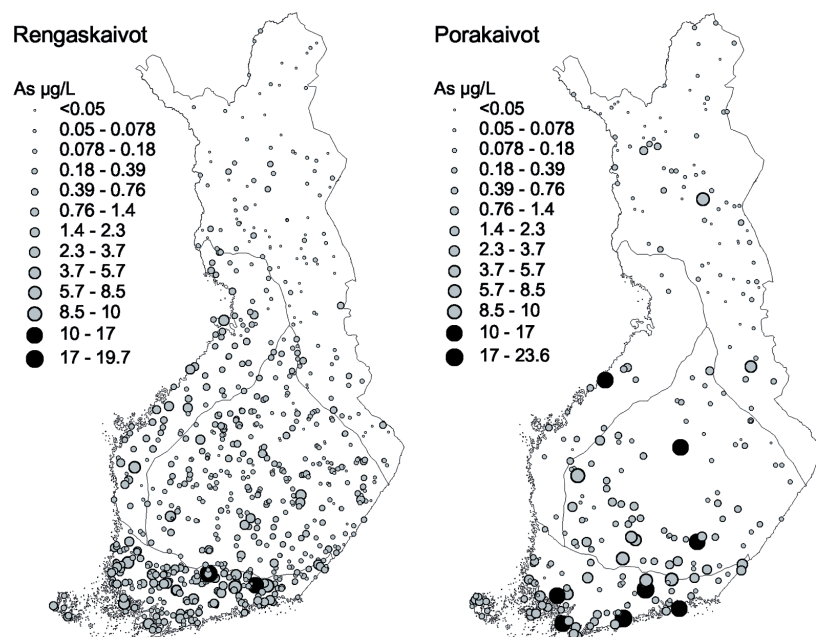
Fluoridikartta

Veden fluoridipitoisuus (milligrammaa litrassa) rengaskaivoissa ja porakaivoissa kesällä 1999. Lähde: Lahermo ym. (2002).



Arseenikartta

Arseenipitoisuus (mikrogrammaa litrassa) rengaskaivoissa ja porakaivoissa kesällä 1999. Lähde: Lahermo ym. (2002).



Esiintyminen ja saanti

Arseeni

- Ruoka-aineissa (erityisesti merikaloissa) pääasiassa orgaanisia johdoksia, jotka 10–100 kertaa vähemmän toksisia ja myös nopeammin eliminoituvia kuin juomaveden sisältämät epäorgaaniset arseeniyhdisteet.
- Epäorgaanisten arseeniyhdisteiden saanti elintarvikkeista n. 10 µg/vrk.

Fluoridi

- Arvioitu keskimääräinen päivittäissaanti ravinnosta Suomessa 0,6 mg/vrk.
- Hammastahnat: aikuisten keskimääräinen saanti 0,08 mg/vrk, lapset 0,3 mg/vrk.

Uraani

- Saanti ravinnosta 1-2 µg/henkilö/vrk.
- Saanti talousvedestä keskimäärin 2µg/henkilö/vrk ja porakaivovedestä 40 µg/henkilö/vrk.

Nitraatti

- Kokonaissaanti aikuisella 36 mg/henkilö/vrk, mistä valtaosa tulee ruoka-aineista, erityisesti kasviksista. (Nitris-raportti, Evira 2/2013)

Alumiini

- Suurin osa keskimääräisestä saannista (5-10 mg/vrk) ruoka-aineperäistä.
- Tietyistä lääkkeitä (antasideista) alumiinin saanti voi nousta tasolle > 1 g/vrk.
- Alumiinisista keittoastioista voi liueta alumiinia erityisesti happamiin ruokiin.

Terveydelliset haittavaikutukset

Arseeni (12)

Kriittinen vaikutus

- Syöpävaarallisuus
- Todistetusti ihmiselle syöpää aiheuttava aine. Kohdekudoksia ainakin iho, keuhkot, virtsarakko, munuaiset ja maksa.
- Epidemiologisissa tutkimuksissa syöpäilmaantuvuuden on todettu selvästi lisääntyneen, kun juomaveden arseenipitoisuus on ollut ≥ 300 –400 µg/l, yksittäisissä tutkimuksissa riski todettu huomattavasti pienemmilläkin pitoisuuksilla.
- Syöpäriski suurin, kun vettä käytetään jatkuvasti vuosia/vuosikymmeniä.

Fluoridi (13)

Kriittinen vaikutus

- Luun ja hammaskiilteen muodostushäiriö

- Hyödyllisen ja haitallisen pitoisuuden välinen ero poikkeuksellisen pieni.
- Haitallisia luu- ja hammasvaikutuksia voi ilmetä, kun juomaveden fluoridipitoisuus $\geq 1,5\text{-}2$ mg/l.
- Yhteys runsaan fluoridin saannin ja lisääntyneiden lonkkamurtumien välillä.

Altistukselle herkimmät ryhmät

- Lapset, raskaana olevat naiset
- Munuaispotilaat (erittyy pääasiassa virtsan mukana)

Uraani (14)

Kriittinen vaikutus

- Munuaistoksisuus
- Vaikuttaa eritystoimintaan munuaistubuluksissa (kalsiumin, fosfaatin ja glukoosin erityis virtsaan lisääntyy), suurilla annoksilla palautumaton munuaisvaurio koeläimissä
- Vaikutus munuaisten eritystoimintaan on todettu myös epidemiologisissa tutkimuksissa (myös Suomessa) mutta vaikutuksen kliininen merkitys vielä epäselvä
- Kemialliseen toksisuuteen ja säteilyyn perustuva vaikutus

Alumiini

Kriittinen vaikutus

- Hermomyrkyllisyys
- Imeytyy yleensä huonosti ruoansulatuskanavasta ($< 3\%$), mutta esimerkiksi karboksyylihapot voivat parantaa imeytymistä.
- Useissa epidemiologisissa tutkimuksissa on todettu yhteys juomaveden alumiinin ja neurologisten sairauksien (dementia, Alzheimerin tauti) välillä vanhuusiässä. Syy-seuraussuhde on kuitenkin epäselvä.
- Epäily, että alumiini on toksisempaa juomavedestä kuin suun kautta muuten saatuna.

Altistukselle herkimmät ryhmät

- Munuaispotilaat

Nitraatti (15)

Kriittinen vaikutus

Methemoglobinemia

- Noin 5-10 % nitraatista pelkistyy suussa ja suolistossa nitriitiksi, joka voi aiheuttaa pikkulapsille (< 6 kk:n ikäiset) vaarallista methemoglobinemiaa (tila, jossa hemoglobiini ei kykene sitomaan happea).
- Methemoglobinemia on havaittu tilanteissa, jossa lapsella on samaan aikaan elimistössä voimakas tulehdus (endogeeninen nitraatin tuotanto: ripuli, oksentelua, esim. mikrobeilla kontaminoitunut juomavesi) ja veden nitraattipitoisuus on hyvin korkea (yli 100 mg/l).

- Oireet pahenevat veren methemoglobiinipitoisuuden lisääntyessä (10 %, sinisyttä; 20-45 % keskushermostoperäisiä vaikutuksia ja hengitysvaikeuksia, 45-55 % kooma), mutta oireiden annosvastetta veden nitraattipitoisuuteen ei tunneta.

Syöpävaarallisuus

- Nitriitti voi muodostaa mahalaukussa sekundaaristen amiinien kanssa nitrosamiineja, jotka aiheuttavat syöpää koe-eläimillä.
- Juomaveden nitraatin merkitys/osuus syöpäriskistä epäselvä. Epidemiologisten tutkimusten tulokset ovat olleet hyvin ristiriitaisia.
- Nitraatin toksisuuteen/syöpäriskiin vaikuttavat useat endogeeniset ja ravintotekijät (osa suojaavia, mm. antioksidantit). Syöpäriski todennäköisesti vaihtelee paljon.

Altistukselle herkimmät ryhmät

- Alle 6 kk:n ikäiset lapset

Lainsäädäntö

Enimmäispitoisuusrajat on määritelty sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 461/2000 (käyttäjää > 50 tai käyttö >10 m³) sekä sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 401/2001 (< 50 henkilön tai käyttö < 10m³).

Vierasaine	Enimmäispitoisuus (mg/l)
Arseeni	0,01
Fluoridi	1,5
Nitraatti	50
Uraani	Ei säädelty (WHO:n suositus 0,030)
Alumiini	0,2 (huom! laatusuositus)

Johtopäätöksiä valvonnasta

- Suomessa ei ole kaivorekisteriä tai kaivojen veden laadun rekisteriä. Talousvetenä käytettävien kaivojen veden laatua seurataan säännöllisesti lukuun ottamatta yksittäisten kotitalouksien omaan käyttöön tarkoitettuja kaivoja. Osa elintarvikkeiden alkutuotannon toimijoista on velvoitettu seuraamaan käyttämänsä veden laatua tutkimuksin.
- Yksittäisten kotitalouksien kaivojen haltijoiden olisikin syytä selvittää säännöllisesti kaivovetensä laatu mikrobiologisten ja kemiallisten laatuongelmien havaitsemiseksi.
- Arseenia ja fluoridia on valvottava riskialueilla ja nitraattia maatalousvaltaisissa kunnissa.
- Kansanterveydelliseltä merkitykseltään fluoridi, arseeni, radon ja uraani (tässä järjestyksessä) ovat tärkeämpiä kuin nitraatti ja alumiini.
- Fluoridi-, arseeni-, radon- ja uraaniongelma liittyvät erityisesti porakaivoihin ja alueille maassamme, joilla niiden pitoisuudet kallioperässä ovat suuret. Riskialueilla olisi syytä määrittää näiden aineiden pitoisuus jokaisesta porakaivosta ennen veden käyttöönottoa juomavetenä.

- Säteilyturvakeskus suosittelee, että radonpitoisuus määritetään kaikkien porakai-vojen vedestä. (kts. Talousveden radioaktiiviset aineet kappale).
- Pikkulasten juomavetenä ei tule käyttää runsaasti nitraattia sisältävää kaivovet-tä. Riski methemoglobinemiaan on suurin, jos vesi on samaan aikaan pilaantu-nut mikrobeilla.

Lähteet:

1. Komulainen H. Juoma- ja uimavesi. Jantunen M, Komulainen H, Nevalainen A, Tuomisto J, Venäläi-nen R, Viluksela M (toim.). Selvitys elinympäristön kemikaaliriskeistä. Kansanterveyslaitoksen jul-kaisuja B, 11/2005: 94-112.
2. Komulainen H, Kurttio P, Muikku M. Altistuminen veden vierasaineille. Ympäristö ja Terveys-lehti. 2006:10: 46-53.
3. Kurttio P: Arsenic and fluoride in well waters – exposure and health effects. Publications of the Na-tional Public Health Institute, A12, 1999.
4. Lahermo P, Tarvainen T, Hatakka T, Backman B, Juntunen R, Kortelainen N, Lakomaa T, Nikkarinen M, Vesterbacka P, Väisänen U, Suomela P. Tuhat kaivoa – Suomen kaivovesien fysikaalis-kemiallinen laatu vuonna 1999. Tutkimusraportti 155, Geologian tutkimuskeskus, 2002.
5. Mäkeläinen I: Talousveden radioaktiivisuus Suomessa. Ympäristö ja Terveys no. 4,24-27,2001.
6. Nordberg GF, Fowler BA, Nordberg M, Friberg LT. Handbook on the Toxicology of Metals. Third editi-on. Academic Press, 2007.
7. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. No. 461, 19.5.2000.
8. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvon-tatutkimuksista. No. 401, 17.5.2001.
9. ST 12.3. Talousveden radioaktiivisuus. Säteilyturvakeskus 1993.
10. Vesterbacka P, Mäkeläinen I, Tarvainen T, Hatakka T, Arvela H. Kaivoveden luonnollinen radioaktiivi-suus – Otantatutkimus 2001. STUK-A199, 2004
11. Voutilainen A, Mäkeläinen I, Huikuri P, Salonen L. Porakaivoveden radonkartasto. STUK A171, 2000.
12. WHO 2003. Arsenic in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. [http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/arsenic.pdf]
13. WHO 2004. Fluoride in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. [http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/fluoride.pdf]
14. WHO 2005. Uranium in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality [http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/uranium290605.pdf]
15. WHO 2007. Nitrate and nitrite in drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality, [http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/nitratenitrite2ndadd.pdf]
16. WHO:n Guidelines for Drinking Water, 4th edition: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/index.html
17. Ahonen M, Kaunisto T, Mäkinen R, Hatakka T, Vesterbacka P, Zacheus O, Keinänen-Toivola M. Suo-malaisen talousveden laatu raakavedestä kuluttajan hanaan vuosina 1999–2007, Vesi-Instituutin julkaisuja 4/2008.

27 Pakkausmateriaalien ainesosat

Pakkausmateriaalit ovat tavallisimpia elintarvikkeiden kanssa kosketukseen joutuvia materiaaleja/tarvikkeita (kontaktimateriaaleja). Muutkin tarvikkeet joutuvat usein valmistuksen tai säilytyksen jossakin vaiheissa kosketukseen elintarvikkeen kanssa: esimerkiksi prosessilaitteet, työvälineet, kertakäyttökäsineet, säilyketölkkit, astiat ja ruokailuvälineet. Elintarviketurvallisuudesta annetut määräykset koskevat kaikkia näitä tarvikkeita. Vastuu kontaktimateriaalin turvallisuudesta ja muusta vaatimustenmukaisuudesta (ml. tutkimukset) on näiden valmistajilla.

Materiaaleista ja tarvikkeista ei saa tavallisissa tai ennakoitavissa käyttöolosuhteissa siirtyä ainesosia elintarvikkeeseen sellaisia määriä, jotka

- voisivat vaarantaa ihmisen terveyden, tai
- aiheuttaa sopimattomia muutoksia elintarvikkeen koostumukseen, tai
- aiheuttaa elintarvikkeen aistinvaraisten ominaisuuksien heikentymistä.

Migraatioon eli vieraan aineen kulkeutumisen määrään vaikuttavat eniten lämpötila ja elintarvikkeen koostumus. Siirtymisessä pätevät yleiset kemian perussäännöt: esimerkiksi samanlainen liuottaa samanlaista eli muovin rasvaliukoiset ainesosat siirtyvät helposti rasvaisiin elintarvikkeisiin, ja siirtymisnopeus kasvaa lämpötilan noustessa.

Pakkausmateriaalien ainesosien migraatiota on tutkittu ja saantiarvioita laskettu. Muihin vierasainesaantiarviointeihin verrattuna tarkkoja lukuja on kuitenkin äärimmäisen vähän. Suomesta puuttuvat kokonaan käyttötiedot, joiden perusteella tiedettäisiin, mistä pakatuista elintarvikkeista saanti voi olla merkittävää. Evira teettää vuosittain tutkimuksia myös kontaktimateriaaleista osana markkinoilla olevien tuotteiden vaatimustenmukaisuuden valvontaa.

Terveydelliset haittavaikutukset

Eräitä pakkausmateriaalien ainesosia epäillään syöpävaarallisiksi tai endokriinisesti eli hormonaalisesti vaikuttaviksi. Näitä ovat:

- Bisfenoli A
- Styreeni
- Alkyylifenolit
- Erilaiset pehmittimet, kuten dietyyliheksyyliadipaatti ja ftalaatit

Pakkausmateriaalien ainesosien turvallisuusarviointeja on vain osasta kemiallisia yhdisteitä. Riskinarvioinnissa ainesosille vaadittavien turvallisuustutkimusten määrä ja vaatimustaso riippuu aineen kemiallisesta luonteesta ja altistumisen määrästä.

Lainsäädäntö ja ohjeet

Kaikille elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuville materiaaleille ja tarvikkeille asetetuista yleisistä vaatimuksista on säädetty EY:n asetuksella N:o 1935/2004. Tämän lisäksi joillekin materiaaleille on aihekohtaisia EU-säädöksiä (esim. muovi, sellofaani, keramiikka, kierrätysmuoviprosessit sekä aktiiviset ja älykkäät tarvikkeet). Suomessa on omaa kansallista lainsäädäntöä tarvikkeista liukeneville eräille raskasmetalleille. Lainsäädäntö on saatavilla maa- ja metsätalousministeriön Internet-sivuilta osoitteesta: [http://www.mmm.fi/attachments/elintarvikkeet/5HxRpgcvy/kontaktimateriaalit_16.6.2009.pdf]

Lainsäädäntö ja ajankohtaista tietoa aiheesta on saatavilla myös Eviran Internet-sivuilta.

Elintarvikelaki (23/2006) koskee soveltuvin osin myös elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuvia materiaaleja ja tarvikkeita. Se määrittelee toimivaltaiset valvontaviranomaiset, näiden toimivaltuudet ja toimenpiteet määräystenvastaisissa tilanteissa. EY:n yleinen valvonta-asetus N:o 882/2004 velvoittaa viranomaisia valvomaan myös elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuvia materiaaleja ja tarvikkeita.

Pohjoismaisena yhteistyönä on laadittu lisäksi kolme julkaisua, joista on hyötyä sekä toimijoille että valvojille

- TemaNord 2008:517 ja 2008:709, Food contact materials, In-house documentation and traceability, Nordic check list to industry and trade
- TemaNord 2008:515 Report: Paper and board in Food Contact Materials
- TemaNord 2012:521, Food contact materials and articles: Printing Inks, Check lists for compliance in industry and trade and control by food inspection

Evira laatii valvontaohjeet kontaktimateriaalien valvontaan niiden valmistusta ja käyttöä varten.

Toimijoiden vastuut

Elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuvien materiaalien ja tarvikkeiden hyvistä tuotantotavoista (GMP) on annettu EY-asetus n:o 2023/2006. Sen mukaan tarvikkeiden ja materiaalien valmistajien on huolehdittava, että tuotantotoiminnassa noudatetaan hyviä tuotantotapoja koskevia yleisiä sääntöjä. Tämä tarkoittaa käytännössä, että niiden on velvollisuus tuntea ja omavalvonnan/laatu järjestelmän avulla hallita käsittelemiensä materiaalien turvallisuus ja muu vaatimustenmukaisuus. Kunkin pakkausketjun toimijan on välitettävä asiakkaalleen kirjallisesti tieto tuotteidensa vaatimustenmukaisuudesta. Kontaktimateriaalit on myös oltava jäljitettävissä yksi porras eteenpäin ja taaksepäin. Asetuksen (EU) n:o 10/2011 liitteessä on muovisten kontaktimateriaalien vaatimustenmukaisuusilmoitukselle oma kaavansa. Myös ke-raamisten tuotteiden vaatimustenmukaisuusilmoitukselle on oma kaavansa (KTM:n asetus 165/2006, Liite 3).

Elintarvikkeita valmistavien yritysten tulee omavalvonnallaan hallita tuotteidensa vaatimustenmukaisuus ml. oikeanlaisten pakkausmateriaalien ja muiden kontakti-

materiaalien käyttö. Elintarvikealan toimijan on tunnettava, millaisia yleisiä vaatimuksia käsiteltävät ja pakattavat elintarvikkeet asettavat kontaktimateriaaleille, ja sen perusteella hankittava kuhunkin käyttötarkoitukseen sopivia materiaaleja. Elintarvikealan toimijan on varmistettava materiaalien kelpoisuus vaatimustenmukaisuusilmoitusten avulla.

Keskeistä valvonnan kannalta

Pakkausmateriaaleista peräisin oleva vierasainesaanti saadaan alhaiselle tasolle käyttämällä vain säädösten mukaisia ja kuhunkin käyttötarkoitukseen sopivia pakkaustarvikkeita.

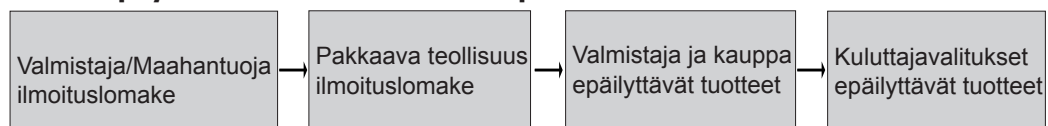
Elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuvien materiaalien ja tarvikkeiden valmistajien, maahantuojien ja markkinoijien suorittama omavalvonta on kestävä tuotannon ja maahantuonnin perusta. Omavalvonta käsittää toimijan järjestelmälliset toimenpiteet, joilla se pyrkii varmistamaan kontaktimateriaaleja koskevien vaatimusten noudattamisen. Omavalvonta perustuu hyvien tuotantotapojen noudattamiseen.

Elintarvikevirasto laati aiheesta julkaisun 8/2004: Elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuvat tarvikkeet - vaatimukset ja valvontavelvoitteet

- Kuntatasolla tulee enenevässä määrin huolehtia siitä, että elintarvikepakkauksia valmistavien, markkinoivien ja elintarvikkeita pakkaavien yritysten ja kaupan omavalvonta on kunnossa.
- Omavalvonnan osana tulee edellyttää asianmukaisesti täytettyjä vaatimustenmukaisuusilmoituksia ja muuta aineistoa, joka osoittaa tuotteen elintarvikekelpoisuuden.
- Pakkausmateriaalien ainesosia on tuhansia. Kaikkien niiden valvominen erikseen on mahdoton tehtävä. Seuraavat valvonnan kohteet asetetaan etusijalle:
 - Hyvien tuotantotapojen toteutuminen kontaktimateriaaleja valmistettaessa
 - Vaatimustenmukaisuusilmoitusten tarkastus elintarvikeyritysten omavalvonnassa
 - Muovikalvojen kokonaismigraatiot
 - Muovikalvojen pehmittimet
 - Lastenastioiden metallit
 - Säilyketölkkiä lakat ja tina
 - Kierrätyskuitujen hygieniä ja oikea käyttö

Evira on laatinut aiheesta valvontaohjeet viranomaisille, 17018/2: Elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuvia materiaaleja ja tarvikkeita koskeva valvontaohje sekä siihen liittyvät kaksi tarkastuslomaketta.

Pelloilta pöytään – Valvonnan kriittiset pisteet



Lähteet:

1. Elintarvikeviraston julkaisu 8/2004: Elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuvat tarvikkeet - vaatimukset ja valvontavelvoitteet
2. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, www.evira.fi
3. Pohjoismaiden Ministerineuvosto, <http://www.norden.org/pub/sk/index.asp?subject=LevnedsM>

27.1 Ftalaatit

Ftalaatit ovat ryhmä kemiallisia yhdisteitä, joita käytetään muovien, kuten polyvinyylikloridin (PVC), pehmentämiseen. Ftalatteja esiintyy ruoan pakkausmateriaalien ohella esimerkiksi rakennusmateriaaleissa, huonekaluissa, vaatteissa, kosmetiikassa, lääkkeissä, leluissa, autoissa, puhdistusaineissa ja hyönteismyrkyissä. Ftalaattien runsaiden käyttökohteiden takia näille altistumista on käytännössä mahdotonta kokonaan välttää.

Di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti (DEHP) on yksi laajimmalle levinnyt ftalaatti, jota käytetään muun muassa ruoan pakkausmateriaaleissa. Muita yleisesti käytettyjä ftalatteja ovat butyylibentsyyliftalaatti (BBP), dibutyyliftalaatti (DBP), di-isodekyyliftalaatti (DIDP) ja di-isononyyliftalaatti (DINP).

Vuonna 2003 läntisessä Euroopassa käytettiin ftalatteja yhteensä yli 800 000 tonnia, joista DEHP:in osuus oli 24 %. Viime vuosina DEHP:in käyttöä on korvattu DIDP:llä ja DINP:llä.

Saanti

Ftalatteja päätyy ihmisten elimistöön sekä ruoan että hengityksen mukana tai ihon läpi tapahtuvana kulkeutumisena. Ihmisen altistuminen ftalateille alkaa jo sikiövaiheessa. Ftalaattien kokonaissaannin arviointi on vielä puutteellista.

Terveydelliset häiritsevät vaikutukset

Kriittiset vaikutukset

- Ftalaattien vaikutus lasten kehitykseen on suurin huolenaihe.
- Hormonaalisia häiriöitä
- Heikentävät ihmisten kehittymistä ja hedelmällisyyttä
- Ei näyttöä syöpävaarallisuudesta
- Ftalaattien yhteisvaikutuksista riittämättömästi tietoa

Ftalaattien korkeimmat siedettävät päivittäiset saannit

Ftalaatti	TDI mg/kg rp/vrk
Di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti (DEHP)	0,05
Butyylibentsyyliftalaatti (BBP)	0,5
Dibutyyliftalaatti (DBP)	0,01
Di-isodekyyliftalaatti (DIDP)	0,15
Di-isononyyliftalaatti (DINP)	0,15

Arvioitu saanti

- Ftalaattien saantia elintarvikkeista on arvioitu Tanskassa vuonna 2003.
- Saannit ovat aikuisilla alle TDI-arvojen, mutta lapset voivat altistua esimerkiksi valmisruokien pakkauksista siirtyville ftalateille niin, että TDI ylittyy.

Ftalaattien saanti ruoasta Tanskassa v.2003 (6) (mg/kg rp/vrk)					
	Aikuiset	7-14 v	1-6 v	6-12 kk	0-6 kk
DEHP	0,005	0,011	0,026	0,024	0,010
BBP	0,001	0,002	0,006	0,004	0,002
DBP	0,002	0,004	0,008	0,008	0,016
DIDP	0,003	0,007	0,020	0,011	0,003
DINP	0,005	0,010	0,030	0,016	0,003

Lainsäädäntö

Asetus (EU) n:o 10/2011 (aiemmin direktiivi 2007/19/EY) rajoittaa 1.7.2008 lähtien ftalaattien bentsyylibutyyliftalaatti (BBP), di-isonyyliftalaatti (DINP) ja di-isodekyyliftalaatti (DIDP) käytön kertakäyttöisten PVC-muovituotteiden valmistuksessa ja maahantuonnissa vain sellaisiin tuotteisiin, jotka on tarkoitettu kosketukseen rasvattomien elintarvikkeiden kanssa. Tämän johdosta näitä ftalaatteja sisältävien kertakäyttöisten PVC-muovimateriaalien ja –tarvikkeiden pakkauksiin tai tuotteiden mukana toimitettavaan tietoihin on liitettävä käyttöohje ”Ei sovellu kosketukseen rasvaisten elintarvikkeiden kanssa” tai muu vastaava informaatio.

Johtopäätöksiä valvonnasta

- Viranomaisten tulee valvoa, että PVC-muoveja käytetään oikeissa kohteissa ja tilanteissa.

Lähteet:

1. Bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) for use in food contact materials, Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC), Question N° EFSA-Q-2003-191, The EFSA Journal (2005) 243, 1-20
2. Butylbenzylphthalate (BBP) for use in food contact materials, Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC), Question N° EFSA-Q-2003-190, The EFSA Journal (2005) 241, 1-14
3. Di-Butylphthalate (DBP) for use in food contact materials, Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Material in Contact with Food (AFC), Question N° EFSA-Q-2003-192, The EFSA Journal (2005) 242, 1-17
4. Di-isodecylphthalate (DIDP) for use in food contact materials, Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC), Question N° EFSA-Q-2003-195, The EFSA Journal (2005) 245, 1-14
5. Di-isononylphthalate (DINP) for use in food contact materials, Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC), Question N° EFSA-Q-2003-194, The EFSA Journal (2005) 244, 1-18
6. A.K. Müller, E. Nielsen, O. Ladefoged, Human exposure to selected phthalates in Denmark, FødevarerRapport 2003:15, The Danish Veterinary and Food Administration

27.2 Bisfenoli A

Bisfenoli A:ta käytetään polykarbonaattien ja epoksihartsin valmistuksessa; se on asetuksen (EU) n:o 10/2011 mukaan sallittu muovin valmistusaines. Näitä aineita käytetään useilla tavoilla kulutushyödykkeissä. Esimerkkejä ovat ruoka- ja juomasäiliöt, joiden sisäpinnalla on epoksihartsia, sekä polykarbonaattiastiat ja -pullot (esim. äidinmaitovastikkeen käytön yhteydessä). Lisäksi kuluttajat altistuvat bisfenoli A:lle monien kulutustavaroiden ja hammaspaikkojen kautta.

Terveydelliset hättävähäikutukset (1)

Kriittinen vaikutus

- Bisfenoli A:lla on havaittu heikkoa estrogeenistä aktiivisuutta.
- Bisfenoli A vaikutuksista lisääntymiseen ja endokriinisistä vaikutuksista on ristiriitaisia tutkimustuloksia.

Korkein siedettävä saanti

- TDI = 0,05 mg/kg rp/vrk (EFSA 2010, 2011)

Arvioitu saanti (EFSA 2010)

- Lapset: 5,3 µg/kg rp/vrk
- Aikuiset: 1,5 µg/kg rp/vrk

EFSA tekee bisfenoli A:sta uuden kattavan saanninarvioinnin ja antaa uuden lausunnon sen turvallisuudesta vuoden 2013 loppuun mennessä.

Lainsäädäntö

Elintarvikkeiden kanssa kosketukseen joutuvista muovisista materiaaleista ja tarvikkeista määrätään komission asetuksessa (EU) N:o 10/2011, jossa bisfenoli A:n ainekohtainen siirtymän raja-arvo (SML) elintarvikkeessa on 0,6 mg/kg.

Komission täytäntöönpanoasetus (EU) N:o 321/2011 asetuksen 10/2011 muuttamisesta siltä osin kuin on kyse bisfenoli A:n käyttörajoituksesta imeväisten muovisissa tuppulloissa.

Lähteet:

1. Scientific Opinion on Bisphenol A; 1a., the EFSA Journal 2010; 8 (9): 1829 ja 1b. the EFSA Journal 2011; 9 (12): 2475

27.3 BADGE (Bisfenoli A:n diglysidyylietteri)

BADGE:a käytetään epoksiharts-, organosoli- ja polyesteripohjaisten säilyketölkeissä käytettävien sisäpintoitteiden valmistuksessa, minkä seurauksena BADGE:a tai sen johdannaisia voi kulkeutua elintarvikkeisiin. Kaikkien BADGE:n reaktiotuotteiden ominaisuuksia ei toistaiseksi tunneta.

Terveydelliset hättävähäikutukset

Kriittinen vaikutus

- BADGE:lla on alhainen akuutti toksisuus. Se voi aiheuttaa ärsytystä iholla ja silmissä.
- BADGE:n syöpähäarallisuudesta ei ole näyttöä.

Korkein siedettävä saanti

- TDI = 0,15 mg/kg rp/vrk

Arvioitu saanti

- 0,05 – 2,3 µg/kg rp/vrk (EU:n elintarvikealan tiedekomitea SCF, 2002)

Lainsäädäntö

Komission asetuksessa 1895/2005 määrätään tiettyjen epoksijohdannaisten käytön rajoittamisesta elintarvikkeiden kanssa kosketuksiin joutuissa materiaaleissa ja tarvikkeissa.

Lähteet:

1. The EFSA Journal (2004) 86, 1-40, Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC) on a request from the Commission related to 2,2-Bis(4-hydroxyphenyl)propane bis(2,3-epoxypropyl)ether (Bisphenol A diglycidyl ether, BADGE)

28 Kasvinsuojeluaineet

Torjunta-aineet jaetaan käyttötarkoituksensa mukaan kasvintuotannossa käytettäviin kasvinsuojeluaineisiin sekä muihin biosideihin. Kasvinsuojeluaineilla tarkoitetaan tehoaineita sekä yhtä tai useampaa tehoainetta sisältäviä valmisteita, joita käytetään

- suojelemaan kasveja tai kasvituotteita kasvintuhoojalta tai -taudilta
- vaikuttamaan kasvien elintoimintoihin muulla tavoin kuin ravinteina
- vaikuttamaan kasvituotteiden säilyvyyteen
- tuhoamaan haitallisia kasveja
- tuhoamaan kasvinosia tai estämään kasvien haitallista kasvua.

Suomessa käytetään kasvinsuojeluaineita maataloudessa noin 0,7 kg/ha/vuosi. Määrä on kansainvälisesti verrattuna pieni, mutta sama kuin esimerkiksi Ruotsissa. Kylmässä ilmastossamme maassa aineet säilyvät paremmin seuraavalle satokaudelle. Lisäksi meillä on lyhyempi satokausi ja erilainen tuotantokasvien valikoima. Käytetyistä aineista 70 – 80 % on rikkakasvien torjunta-aineita. Esimerkiksi Espanjassa käytetään kasvitautien ja tuholaisten torjunta-aineita yhtä paljon kuin rikkakasvien torjunta-aineita.

Tuotteita joista saadaan eniten kasvinsuojeluaineita

Kotimaiset

- Mansikka
- Omena

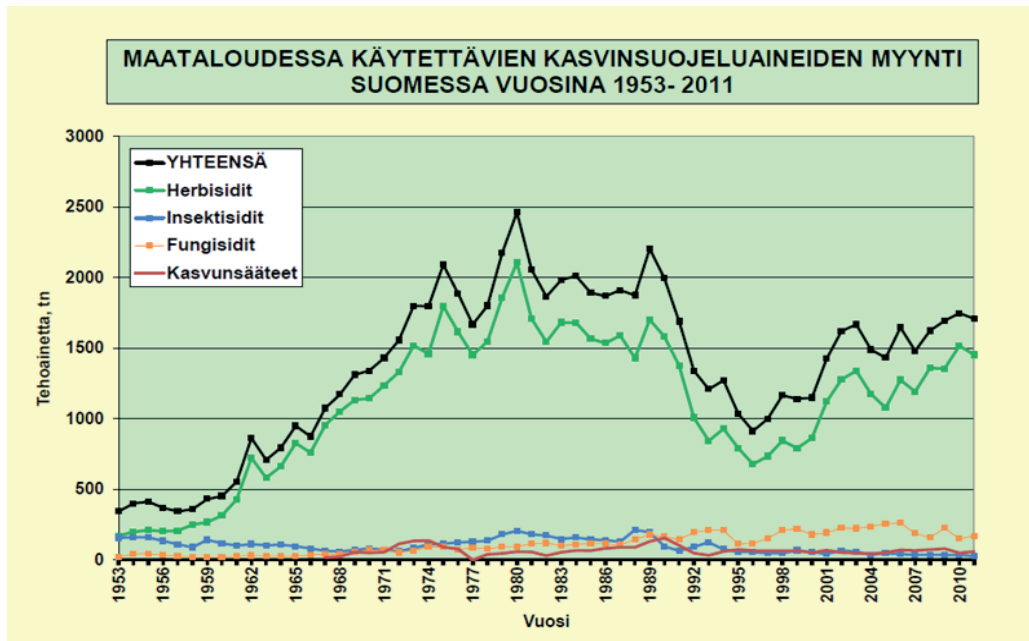
Maahantuodut

- Appelsiini
- Banaani
- Viinirypäleet
- Mansikka ja vadelma
- Omena ja päärynä
- Tomaatti ja paprika

Kasvinsuojeluaineiden käyttö (1)

Suomessa oli vuoden 2012 alussa 375 hyväksyttyä kasvinsuojeluainevalmistetta ja ne sisälsivät 153 eri tehoainetta. Erilaisten tehoaineiden lukumäärä on EU:n

riskinarviointiohjelman seurauksena merkittävästi vähentynyt. Vuonna 1991 sisämarkkinoilla olleista noin tuhannesta tehoaineesta on noin kaksi kolmasosaa poistunut tai poistettu markkinoilta. Kasvinsuojeluaineiden myyntimääristä Suomessa on pidetty tilastoa vuodesta 1953. Kasvinsuojeluaineiden myynti maatalous- ja puutarhakäyttöön on vaihdellut 2000-luvulla 1 400 ja 1 700 tonnilla ja oli vuonna 2011 1 708 tn (tehoaineeksi laskettuna). Määrällisesti suurin ryhmä oli rikkakasvien torjuntaan tarkoitetut valmisteet.

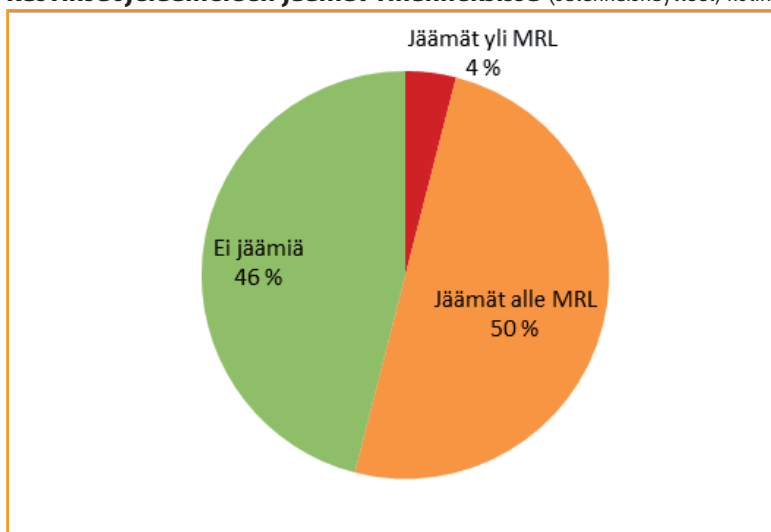


Jäämät elintarvikkeissa (2)

Kasvinsuojeluaineiden jäämiä esiintyy yleisimmin tuoreissa hedelmissä ja vihanneksissa sekä viljoissa. Vuonna 2011 tutkituista hedelmänäytteistä kaksi kolmasosaa ja vihanneksista ja viljoista noin puolet sisälsi yhden tai useamman aineen jäämiä. Erityisesti maahantuoduissa hedelmissä on yleisesti pakkausasemilla käytettävien kasvitautien torjunta-aineiden jäämiä. Hedelmistä ja vihanneksista löydettiin yhteensä 165 eri tehoaineen jäämiä. Viljoissa todettiin vain 23 eri tehoaineen jäämiä. Viljoissa todettiin useimmin lakoutumisen estämiseen käytettävän klormekvatin sekä varastosiiloissa tuholaisen torjuntaan käytettävien kaasutusaineiden jäämiä. Pitkälle jalostetuissa elintarvikkeissa kasvinsuojeluaineiden jäämiä esiintyy harvemmin, koska raakatuotteiden kuorimisessa, ja kuumennusprosesseissa jäämiä poistuu tai hajoaa. Jäämiä kuitenkin esiintyy esimerkiksi viineissä, perunavalmisteissa, teessä, kuivatuissa yrteissä ja kylmäpuristetuissa öljyissä. Eläinperäisissä elintarvikkeissa ei ole viime vuosina löydetty kasvinsuojeluaineiden jäämiä.

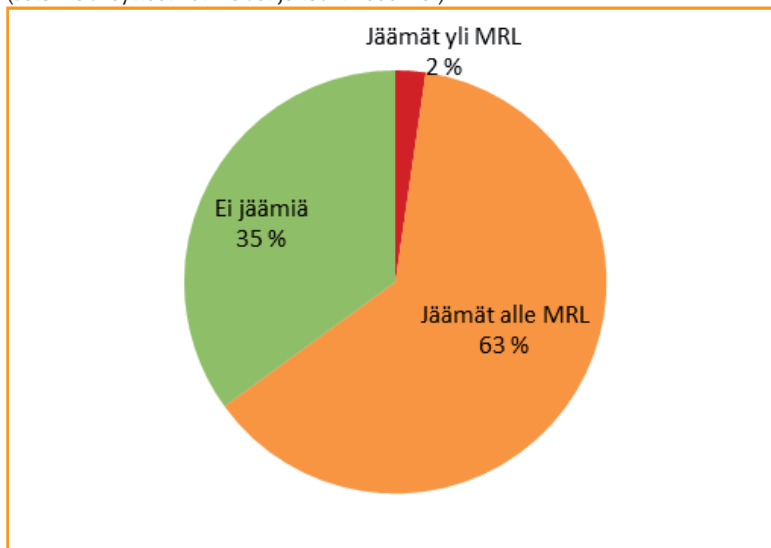
Kasvinsuojeluaineiden jäämiä esiintyy tuontielintarvikkeissa kotimaisia useammin. Vuonna 2011 tutkituista kotimaisista elintarvikkeista 30 % sisälsi yhden tai useamman kasvinsuojeluaineen jäämiä mutta tuontielintarvikkeissa vastaava luku oli lähes kaksinkertainen. Kasvinsuojeluaineiden jäämät ovat keskimäärin hyvin hallinnassa mutta vuosittain tutkituista maahantuoduista elintarvikkeista 3 – 6 % on sisältänyt sallitun enimmäismäärän ylittäviä jäämiä. Luonnonmukaisessa tuotannossa kasvinsuojeluaineiden käyttö on pääsääntöisesti kielletty lukuun ottamatta eräitä luonnonyhdisteitä. Näin ollen luomutuotteissa esiintyy jäämiä vain harvoin.

Kasvinsuojeluaineiden jäämät vihanneksissa (satunnaisnäytteet, kotimaiset ja tuontivhannekset)

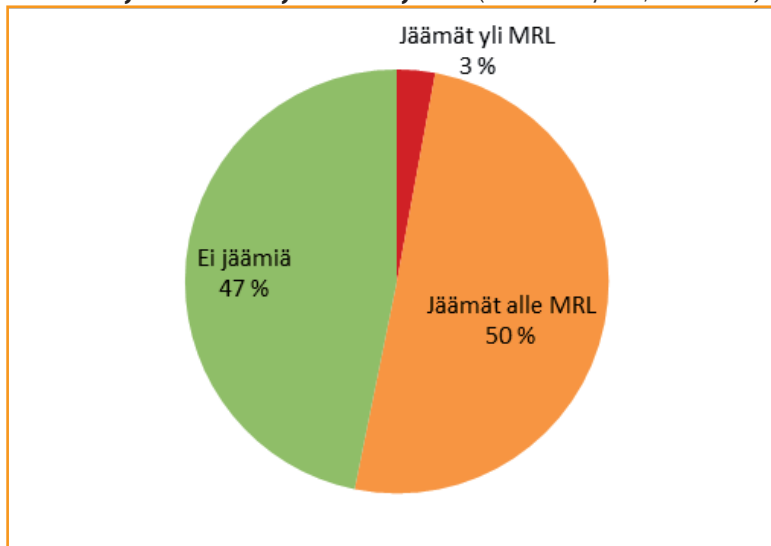


Kasvinsuojeluaineiden jäämät hedelmissä ja pähkinöissä

(satunnaisnäytteet kotimaiset ja tuontihedelmät)



Kasvinsuojeluaineiden jäämät viljoissa (satunnaisnäytteet, kotimaiset ja tuontiviljat)



Saanti ja terveydelliset haittavaatimukset ja saanti (1-5)

Suomalaisten kasvinsuojeluaineiden elinikäisen saannin elintarvikkeista on todettu olevan turvallisella tasolla Eviran julkaisemassa tutkimuksessa vuonna 2011. Kasvisten merkittävän hyödyn terveyden kannalta ei todettu vaarantuvan kasvinsuojeluaineiden vaikutuksesta ja yleisesti todettiin, että kasvisten käyttöä olisi tarpeen lisätä. Kasvinsuojeluaineiden saantia seurataan myös EU-tasolla ja EFSA julkaisee vuosittain koko unionia koskevan raportin kasvinsuojeluainejäämien valvonnan tuloksista.

Myös suomalaisten lyhytaikaisen altistuksen todettiin olevan pääsääntöisesti turvallisella tasolla. Lapsille suositellaan kotimaisten ja EU-tuotteiden suosimista ruokavaliassa, sillä tuontielintarvikkeissa on havaittu enemmän määrästenvastaisia tuotteita kuin EU-maissa tuotetuissa tuotteissa. Lisäksi luonnonmukaisessa tuotannossa ei ole muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta sallittua käyttää kasvinsuojeluaineita, joten jäämiä esiintyy luomutuotteissa harvoin.

Kriittiset vaikutukset

- Erittäin vaihtelevia, riippuvat tehoaineesta

Aineen turvallista saantia koskevat arvot

- Ainekohtainen ADI-arvo
- ARfD-arvo (Acute Reference Dose)

Suomalaisten arvioitu saanti

- Pitkäkestoinen altistus suomalaisilla on turvallisella tasolla
- Lyhytaikainen altistus suomalaisilla on pääsääntöisesti turvallisella tasolla

Eniten altistuvat ryhmät

- Pienet lapset jotka syövät runsaasti EU:n ulkopuolelta tuotuja tuotteita, turvallinen saantitaso voi ylittyä organofosfaateilla ja karbamaateilla

Lainsäädäntö

Kasvi- ja eläinperäisten elintarvikkeiden sekä rehujen kasvinsuojeluainejäämien sallituista enimmäismääristä ja valvonnasta säädetään asetuksella (EY) N:o 396/2005. Luettelo tuotteista, joihin enimmäismääriä sovelletaan, on annettu asetuksella (EY) N:o 178/2006. Syksystä 2008 alkaen sallitut enimmäismäärät (MRL) on määritetty asetuksissa (EY) N:o 149/2008 ja (EY) N:o 260/2008 (sekä näiden muutoksilla).

Asetuksella on ensimmäistä kertaa kokonaan yhdenmukaistettu kasvinsuojeluaineiden enimmäismäärät EU:n alueella. Mikäli tietylle tehoaineelle tai tuotteelle ei ole vahvistettu enimmäismäärää sovelletaan oletustoleranssia 0,01 mg/kg.

Lastenruokien, äidinmaidon korvikkeiden ja vieroitusvalmisteiden kasvinsuojeluainejäämille on määrätty muita elintarvikkeita tiukemmat enimmäismäärät Kauppa- ja teollisuusministeriön asetuksilla asetuksella 1215 ja 1216/2007.

Enimmäismäärät on helpoimmin löydettävissä komission sivustolla ylläpidettävästä tietokannasta: http://ec.europa.eu/food/plant/protection/pesticides/database_pesticide_en.htm

Valvonta ja johtopäätöksiä valvonnasta

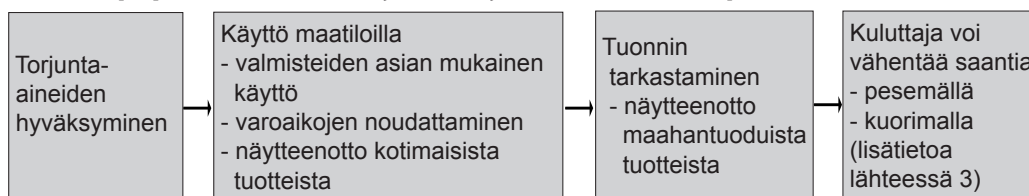
Kasvinsuojeluaineiden hyväksymisestä säädetään kasvinsuojeluaineiden markkinoille saattamisesta annetusta asetuksessa (1107/2009/EY). Turvallisuus ja kemikaalivivasto Tukes päättää kasvinsuojeluaineiden hyväksymisestä ja pitää rekisteriä hyväksytyistä käyttökohteista. Ennen kasvinsuojeluaineen hyväksymistä selvitetään mm. sen käyttötarkoitus, tehokkuus, käytöstä aiheutuvat jäämät, riskit terveydelle, ympäristölle ja kuluttajille. Valmisteen sisältävät tehoaineet pitää olla hyväksytyt EU:ssa. Lisäksi valmisteen sisältämille tehoaineille pitää olla kaikissa käyttökohteissa EU:ssa asetettu enimmäismäärä, MRL-arvo. Se perustuu tehoainearvioinneissa laadittuihin jäämän määritelmiin. Kuluttajaturvallisuuden arvioinnissa käytetään laajempaa määritelmää, joka ottaa huomioon muuttumattoman tehoaineen lisäksi kaikki kasveissa, tuotantoeläimissä sekä elintarviketeollisuuden prosesseissa muodostuvat hajoamis- ja aineenvaihduntatuotteet (asetus 1107/2009/EY).

Kasvinsuojeluaineiden jäämien valvontaa ohjaa Evira, joka laatii valvontasuunnitelmat yhdessä muiden viranomaisten kanssa. Näytteet kotimaisista elintarvikkeista otetaan suoraan maataloilta tai vähittäismyymyntipisteistä. Maahantuotavien ja muista EU-maista Suomeen toimitettavien kasviperäisten elintarvikkeiden valvontavastuu on Tullilla. Maahantuodut tuotteet tutkitaan tuontivaiheessa. Laboratoriotutkimuksista vastaa pääosin Tullilaboratorio.

Vuodesta 2009 alkaen on edellytetty myös eläinperäisten elintarvikkeiden valvontaa. Eläinperäiset elintarvikkeet tutkitaan Eviran laboratoriossa.

- Kasvinsuojeluaineiden pitoisuuksia tulee edelleen valvoa ja seurata saantia koska uusia valmisteita tulee jatkuvasti markkinoille.
- Analyysimenetelmiä tulee jatkuvasti päivittää uusien tehoaineiden toteamiseksi
- Valvonta tulee kohdistaa niihin tuoteryhmiin, joissa on todettu runsaasti kasvinsuojeluaineiden jäämiä (mansikat, herukat, sitrushedelmät, omenat, viljat ja lehtivihannekset) sekä runsaasti kulutettavaan tuotteisiin (peruna, viljat, kurkku, tomaatti ja salaattit).
- Vaikka kasvinsuojeluaineiden jäämät elintarvikkeissa ovat keskimäärin varsin pieniä, pitoisuudet yksittäisissä tuote-erissä vaihtelevat runsaasti. Sallittujen enimmäismäärien ylityksiä on todettu markkinoilla olevista tuotteista otetuissa näytteissä.
- Uutta tietoa aineiden turvallisuudesta kertyy jatkuvasti. Ne johtavat aiempien arvioiden uuteen tarkasteluun.
- Akuutisti toksisten aineiden jäämien valvontaa pitää tehostaa.

Pellolta pöytään – Kasvinsuojeluainejäämien kriittiset pisteet



Lähteet:

1. Tukes, (<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Kasvinsuojeluaineet/Myyntitilastot/>)
2. Evira: Kasvinsuojeluaineiden jäämävalvonta Suomessa - 2011, (<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/julkaisut/?a=view&productId=351>)
3. Evira: Tiesitkö tämän kasvinsuojeluainejäämistä (<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/julkaisut/?a=view&productId=306>)
4. The 2010 European Union Report on Pesticide Residues in Food (<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3130.htm>)
5. Evira, Ravinnon kasvinsuojeluainejäämät – kumulatiivinen riskinarviointi 2011 (<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/julkaisut/?a=view&productId=234>)

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira

Riskinarvioinnin tutkimusyksikkö
Mustialankatu 3, 00790 Helsinki
Puhelin 029 530 0400, Faksi 029 530 4350
www.evira.fi

Eviran julkaisuja 2/2013
ISSN 1797-299X, ISBN 978-952-225-121-3 (pdf)

