

5.4.1995

d-limoneeni

PERUSTELUMUISTIO HTP-ARVOLLE

Yksilöinti ja ominaisuudet

CAS No:	5989-27-5
Kaava:	C ₁₀ H ₁₆
Tiheys:	0,841
Sulamispiste:	-74,4 °C
Kiehumispiste:	176 °C
Molekyylipaino:	136,23
Leimahduspiste:	48 °C
Höyrinpaine:	0,19 kPa (20 °C)
Muuntokerroin:	1 ppm = 5,56 mg/m ³ 1 mg/m ³ = 0,177 ppm
Synonyymit:	(R)-(+)–limoneeni (+)– limoneeni (R)– limoneeni (R)–1–metyl–4–(1–metyletenyl)syklohekseni (R)-(+)–p–menta–1,8–dieeni

d-limoneeni on väritön, syttyvä, sitruunanhajuinen neste, joka liukenee orgaanisiin liuottimiin, mutta on käytännöllisesti katsoen liukenematon veteen.

Käyttö ja esiintyminen

d-limoneenia esiintyy sitrushedelmien kuorissa, kuminan, tillin, fenkolin ja sellerin öljyssä sekä täppätissä. Sitä käytetään teollisuuden kloorattuja hiilivetyjä korvaavana liuottimena mm. rasvanpoistoon, elektroniikkateollisuudessa piirilevyjen puhdistuksessa sekä hajusteena ja elintarvikkeiden lisäaineena. Metallipintojen rasvanpoistossa altistustaso riippuu käytetystä työmenetelmästä, minkä vuoksi työilman mittaustulokset vaihtelevat laajalla alueella 0,9–400 mg/m³. Elektroniikkateollisuudessa piirilevyjen pesussa altistustasoksi on mitattu keskimäärin 10 g/m³, mutta käsityövaiheissa pitoisuus on voinut nousta tasolle 200 mg/m³. Painokoneiden telojen pesussa ilmapitoisuudet kiinteistä mittauspisteistä olivat keskimäärin 69,7 mg/m³ ja henkilökohtaisista keräimistä 22,7 mg/m³.

Toisessa tutkimuksessa altistustaso oli henkilökohtaisten näytteiden perusteella noin 2 mg/m³.

Aineenvaihdunta

Kahdeksalla vapaaehtoisella koehenkilöllä tehtyjen tutkimusten perusteella todettiin hengitystiaaltistuksessa 63–68 % sisäänhengitetystä d-limoneenista imeytyvän, kun altistusajaksi oli kaksi tuntia ja ilmapitoisuus 10–450 mg/m³ (Falk ja muut, 1993). Ihon läpi imeytyminen on vähäisempää. Sen sijaan ruuansulatuskanavasta d-limoneeni imeytyy nopeasti.

Imeytymisen jälkeen d-limoneeni poistui verenkierrosta kolmessa vaiheessa, joiden puoliintumisajat olivat 2, 6, 32 ja 750 minuuttia. Eläinkokeissa suurimmat pitoisuudet jakaantumisen jälkeen on todettu maksassa, munuaisissa ja lisämunuaisissa. Vapaaehtoisilla koehenkilöillä tehtyjen havaintojen perusteella tutkijat ovat esittäneet, että ihmisellä d-limoneenilla on suuri taipumus hakeutua rasvakudokseen (Falk ja muut, 1993).

Aineenvaihduntatuotteet vaihtelevat lajista riippuen. Ihmisellä ja marsulla pääaineenvaihduntatuote virtsassa on 8-hydroksi-p-ment-1-en-9-yyli-beta-D-glukopyranosidiuronihappo.

Altistettaessa ihmisiä ja koe-eläimiä suun kautta erittyy 75–95 % annoksesta virtsaan ja alle 10 % ulosteen mukana 2–3 päivän kuluessa. Noin 1 % sisäänhengitetystä d-limoneenista poistuu uloshengitysilman hiilidioksidina, kun vapaaehtoisia altistetaan hengitysteitse kahden tunnin ajan pitoisuudelle 450 mg/m³.

Terveysvaikutukset

d-limoneeni ärsyttää ihoa ja silmiä. Ilmassa muodostuu hapettumistuotteita, jotka voivat herkistää.

Eläinkokeiden havainnot

Useissa tutkimuksissa on havaittu d-limoneenin aiheuttavan koirasrotille munuais-tautia, ns. alfa-2-u-globuliini-nefropatiaa. Naarasrotille, hiirille tai muille tutkituille koe-eläimille ei tätä sairautta ole tiettävästi kehittynyt. On katsottu, että kyseessä on koirasrotille spesifisen proteiinin, alfa-2-u-globuliinin aiheuttama tautitila, johon voi liittyä sekä munuaiskasvaimia että hyvänlaatuisia munuaisvaurioita (NTP, 1990).

Ihmisiä koskevat havainnot

Altistettaessa vapaaehtoisia koehenkilöitä kahden tunnin ajan hengitysteitse pitoisuuksille 0, 10, 225 ja 450 mg/m³ todettiin pienehkö, mutta tilastollisesti merkitsevä keuhkojen toiminnan heikkeneminen alentuneena vitaalikapasiteettina korkeimmalla altistustasolla (Falk ja muut, 1993).

HTP-arvon perusteet

Tämänhetkisen käsityksen mukaan d-limoneeni aiheuttaa munuaiskasvaimia vain koirasrotille, eikä raja-arvoa työilmapitoisuudelle siksi voida asettaa tämän vaikutuksen perusteella.

d-limoneenin HTP-arvoa arvioitaessa keskeinen on sen vaikutus keuhkojen toimintaan. Koska altistuttaessa 2 tunnin ajan pitoisuudelle 450 mg/m³ (80 ppm) todettiin keuhkojen toiminnan heikkenemistä vapaaehtoisilla koehenkilöillä, voidaan 8 tunnin altistuksessa arvioida haitallisen pitoisuuden olevan noin 25 ppm ja 50 ppm 15 minuutin altistuksessa.

Eri maissa on voimassa seuraavanlaisia työpaikan ilman raja-arvoja:

Asettaja	Vuosi	Keskiarvotusaika		
		8h ppm	15 min ppm	Hetkellinen ppm
Suomi (HTP)	1993	–	–	–
Norja	1991	–	–	–
Ruotsi	1993	25	50	–
Tanska	1992	–	–	–
Saksa	1993	–	–	–
Englanti	1992	–	–	–
Yhdysvallat	1989	–	–	–
ACGIH	1993	–	–	–
Ehdotus (HTP)	1994	25	50	–

Viitteet

Falk Filipsson, A., Löf, A., Hagberg, M., ja muut (1993):d-Limonene Exposure to Humans by Inhalation: Uptake, Distribution, Elimination, and Effects on the Pulmonary Function. *J Toxicol Environ Health* 38 (1993), 77–88.

NTP, Technical Report on the Toxicology and Carcinogenesis Studies of d-Limonene in F344/N Rats and B6C3F1 Mice (Gavage Studies), January 1990. NIH Publication No 90–2802.