

SULFURYYLIDIFLUORIDI

HTP-arvon perustelumuuistio

Yksilöinti ja ominaisuudet

CAS No	2699-79-8
EEC No	009-015-00-7
EINECS No	220-281-5
Kaava	SO ₂ F ₂
Synonyymit	Sulfuryylioksifluoridi Sulfuryylifluoridi Sulfonyylifluoridi
Molekyylipaino	102,07
Sulamispiste	-135,8°C
Kiehumispiste	-55,4°C
Tiheys	1,7 (-55°C)
Muuntokerroin	1 ppm = 4,17 mg/m ³ 1 mg/m ³ = 0,240 ppm
Höyrynpaine	1700 kPa (21°C)

Sulfuryylidifluoridi on väritön ja hajuton kaasu. Se liukenee tolueeniin ja alkoholiin, mutta on veteen niukkaliukoinen.

Varoitusmerkit	T, N
R-lauseet	23-48/20-50

Esiintyminen ja käyttö

Sulfuryylidifluoridia käytetään tuholaisten torjuntaan.

Levittämistöissä lyhytaikaiset pitoisuudet vaihtelevat 0,9-8,7 ppm:n välillä ja päiväkeskiarvot ovat yleensä alle 5 ppm. Pitoisuudet käsittelykohteissa ovat tavallisesti tasolla 4000 ppm, mutta voivat saavuttaa pitoisuuden 40 000 ppm. Altistumistasoksi on myös ilmoitettu 10-200 ppm sulfuryylidifluoridia puolitoista tuntia päivässä (Anger työtovereineen, 1986).

Kuljetuskontteja avattaessa on sulfuryylidifluoridin pitoisuus ollut kahden tunnin mittausaikana viiden metrin etäisyydellä 10 mg/m³, 20 m:n etäisyydellä 4 mg/m³ ja 30 m:n etäisyydellä 1 mg/m³ (Veldman ja Baur, 2007).

Aineenvaihdunta

Pieni osa sulfuryylidifluoridista (11 - 14 %) imeytyy hengitysteitse ja esiintyy verenkierrossa ja erityy virtsaan epäorgaanisena fluoridina. Puoliintumisaika on 1 - 2,5 tuntia rotilla.

Terveysvaikutukset

Ihmisiä koskevat tiedot

Sulfuryylidifluoridi voi ärsyttää silmiä ja hengitysteitä.

Tapaturmaisessa myrkytyksessä 30-vuotias mies hengitti sulfuryylidifluoridia neljän tunnin

ajan puutteellisesti ilmastoidussa tilassa. Pitoisuuden arveltiin olleen ainakin 5 ppm sulfuryylidifluoridia. Oireina esiintyi pahoinvointia, oksentelua, kouristelevaa vatsakipua ja kutinaa. Sidekalvot, sekä nielun ja nenän limakalvot verestivät, hengityksäänissä oli epäpuhtautta ja oikean jalan ulkosyrjälle ilmaantui tunnottomuutta. Veren kaliumpitoisuus laski (Taxay, 1966).

Kaksi kuolemantapausta sattui talonmistajien palattua sulfuryylidifluoridilla käsiteltyyn asuntoonsa. Myrkytysoireina olivat vaikea hengenahdistus, yskä, kouristukset, pahoinvointi, oksentelu, ruokahaluttomuus, happivaje ja sydänpysähdys sekä keuhkovaikutukset (Nuckolls työtovereineen, 1987).

Sulfuryylidifluoridilla aiheutettuja itsemurhia on kirjallisuudessa kuvattu. Myrkyllisyys perustuu fluoridi-ionin kohoamiseen. Kahdessa tapauksessa veripitoisuudet olivat 50, 42 ja 20 mg fluoridia/litra (Scheuerman, 1986).

Tuholaisten torjuntatyössä vähintään vuoden sulfuryylidifluoridille altistuneilla esiintyi vertailuryhmää enemmän oireita ja alentunut suorituskyky kaikissa tehdyissä kognitiivista toimintaa mittaavissa testeissä. Altistuminen oli pitoisuudelle 10-200 ppm sulfuryylidifluoridia maksimissaan 1,5 h/pv (Anger työtovereineen, 1986).

Termiittien torjuntaa sulfuryylidifluoridilla tehneillä ei tapausverrokkitutkimuksessa havaittu kohonnutta aivokasvainten riskiä (Pogoda ja Preston-Martin, 1997).

Tuholaisten torjuntatyössä keskimäärin 2,85 vuotta sulfuryylidifluoridille altistuneilla esiintyi subkliinisiä keskushermostovaikutuksia mukaan lukien hajuaistiin ja muistiin liittyviä vaikutuksia (Calvert työtovereineen, 1998).

Eläinkokeiden havainnot

Sulfuryylidifluoridin välitöntä myrkyllisyyttä kuvaava LC50 rotilla neljän tunnin hengitystiealtistuksessa on 991 ppm. Nieltyinä LD50 rotilla ja marsuilla on 100 mg/kg. Altistettaessa rottia, marsuja ja hiiriä hengitysteitse seitsemän tuntia päivässä pitoisuudelle 20 ppm sulfuryylidifluoridia havaittiin vähäisiä haittavaikutuksia 12 kuukauden altistuksen jälkeen. Näyttöä hiirien hampaiden fluoroosista saatiin (Dow Chemical Company, 1962, Dow Chemical Company, 1970).

Kun rottia altistettiin hengitysteitse pitoisuuksille 30, 100 ja 300 ppm sulfuryylidifluoridia kuusi tuntia päivässä viitenä päivänä viikossa kolmentoista viikon ajan, havaittiin kaikissa 100 ppm ja 300 ppm ryhmän rotissa hampaiden fluoroosia. Pitoisuudella 30 ppm ei vaikutuksia havaittu. Sen sijaan pitoisuudella 100 ja 300 ppm neurotoksisia ja/ tai neuropatologisia muutoksia oli havaittavissa (Mattsson työtovereineen, 1988). Pitoisuuksilla 100 ja 300 ppm esiintyi lisäksi munuaisten, aivojen ja hengityselimistön myrkyllisyyttä (Eisenbrandt ja Nitschke, 1989).

Kun koiria altistettiin hengitysteitse vuoden ajan kuusi tuntia päivässä viitenä päivänä viikossa pitoisuudelle 0, 20, 80 tai 200 ppm sulfuryylidifluoridia, nähtiin pitoisuudesta 80 ppm alkaen mikroskooppisia muutoksia keuhkoissa ja hampaissa (Quast työtovereineen, 1993).

Altistettaessa tiineitä rottia ja kaniineita hengitysteitse pitoisuudelle 25, 75 tai 225 ppm sulfuryylidifluoridia kuusi tuntia päivässä ainoa sikiölle haitallinen vaikutus oli alipainoisuus eniten altistuneiden kaniinien sikiöissä, mikä ilmeisesti johtui emotoksisuudesta (Hanley työtovereineen, 1989).

Lisääntymiserveyttä tutkittiin kahden sukupolven tutkimusjärjestelyssä altistamalla koiras- ja naarasrottia pitoisuudelle 0, 5, 20 ja 150 ppm sulfuryylidifluoridia hengitysteitse kuusi tuntia päivässä kahden sukupolven ajan. Pitoisuudella 20 ppm vaikutukset rajoittuivat lisääntyneeseen keuhkorakkuloiden syöjäsolujen aggregaatteihin. Pitoisuudella 150 ppm esiintyi hampaiden fluoroosia sekä lieviä neuropatologisia muutoksia aivoissa. Tutkijoiden johtopäätöksenä oli, että emosukupolven NOEL oli 5 ppm koiraille ja naaraille, ja lisääntymismyrkyllisyydelle ja hedelmällisyydelle 150 ppm (Breslin työtovereineen, 1993).

HTP-arvon perusteet

Sulfuryylidifluoridin HTP-arvoa asetettaessa keskeisiä ovat sen keskushermosto- ja fluoroosia aiheuttavat vaikutukset. Fluoroosia on havaittu subkroonisessa altistuksessa pitoisuudesta 20 ppm alkaen, mistä ekstrapoloimalla pitkäaikaiseen altistukseen päädytään pitoisuuteen alle 10 ppm.

Kemian työsuojeluneuvottelukunta esittää, että sulfuryylidifluoridin haitallisia vaikutuksia

voidaan vähentää säilyttämällä sen voimassa olevat työilmaraja-arvot 5 ja 10 ppm kahdeksan tunnin ja 15 minuutin vertailuajana.

Eri asettajien ilman epäpuhtauksien vertailu

Eri maissa on voimassa seuraavanlaisia työilman sulfuryyldifluoridipitoisuuden raja-arvoja.

Asettaja	Vuosi	Vertailuajika						Huomautus
		8 h		15 min		Hetkellinen		
		ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	
Suomi	2005	5	21	10	42	-	-	-
Ruotsi	2005	-	-	-	-	-	-	-
Norja	2003	5	20	-	-	-	-	-
Tanska	2005	5	20	-	-	-	-	-
Hollanti	2006	5	20	-	-	-	-	-
Saksa	1999	-	-	-	-	-	-	-
Englanti	2005	5	21	10	42	-	-	-
ACGIH	2006	5	-	10	-	-	-	-
EU	2004	-	-	-	-	-	-	-
Ehdotus, Suomi	2007	5	21	10	42	-	-	-

Viitteet

- Anger, W; Moody, L; Burg, J. ja muut (1986): Neurobehavioral evaluation of soil and structural fumigators using methyl bromide and sulfuryl fluoride, *Neurotoxicology* 7, 137-156
- Breslin, W; Liberacki, A; Kirk, H. ja muut (1993): Sulfuryl fluoride: two generation reproduction study in Sprague-Dawley rats, *Toxicologist* 13, 368
- Calvert, G; Muelkner, C; Fajen, J. ja muut (1998): Health effects associated with sulfuryl fluoride and methyl bromide exposure among structural fumigation workers, *Am J Public Health* 88, 1774-1780
- Dow Chemical Company (1962): Personal communication to ACGIH, Dow Chemical Co., Midland, MI
- Dow Chemical Company (1970): Personal communication to ACGIH, Dow Chemical Co., Midland, MI
- Eisenbrandt, D. ja Nitschke, K. (1989): Inhalation toxicity of sulfuryl fluoride in rats and rabbits, *Fundam Appl Toxicol* 12, 540-557
- Hanley, T; Calhoun, L; Kociba, R. ja muut (1989): The effects of inhalation exposure to sulfuryl fluoride on fetal development in rats and rabbits, *Fundam Appl Toxicol* 13, 79-86
- Mattsson, J; Albee, R; Eisenbrandt, D. ja muut (1988): Subchronic neurotoxicity in rats of the structural fumigant, sulfuryl fluoride, *Neurotoxicol Teratol* 10, 127-133
- Nuckolls, J; Galax, D; Smith, D. ja muut (1987): Fatalities resulting from sulfuryl fluoride exposure after home fumigation, *JAMA* 258, 2041-2044
- Pogoda, J. ja Preston-Martin, S. (1997): Household pesticides and the risk of pediatric brain tumours, *Environ Health Perspect* 105, 1214-1220
- Quast, J; Beekman, M. ja Nitschke, K. (1993). Sulfuryl fluoride: one-year inhalation toxicity study in beagle dogs, Midland, MI: The Dow Chemical Company, unpublished report
- Scheuerman, E. (1986): Suicide by exposure to sulfuryl fluoride, *J Forensic Sci* 31, 1154-8
- Taxay, E. (1966): Vikane inhalation, *J Occup Med* 8, 425-6
- Veldman, W. ja Baur, X. (2007): Luftmessungen in der Umgebung begaster und

