

24.05.2021

Puutärpähti ja sen sisältämät monoterpeenit

HTP-ARVON PERUSTELUMUISTIO

Yksilöinti ja ominaisuudet

	Puutärpähti	alfa-Pineeni
CAS No:	8006-64-2	80-56-8
Indeksi No:	650-002-00-6	-
EINECS No:	232-350-7	-
Kaava:	<i>monoterpeenit:</i> C ₁₀ H ₁₆	C ₁₀ H ₁₆
Synonyymit:	tärpähti, öljy; pineenitärpähti mäntyttärpähti; havupuutärpähti	pin-2(3)-eeni
Molekyylipaino:	<i>monoterpeenit:</i> 136,24 g/mol	136,24 g/mol
Sulamispiste:	-60 – -50 °C	-55 °C
Kiehumispiste:	150–170 °C	155–156 °C
Leimahduspiste:	24–46 °C	31 °C
Tiheys:	0,85–0,87 g/cm ³	0,86 g/cm ³
Suhteellinen höyryn tiheys:	4,6–4,8 (ilma = 1)	4,7 (ilma = 1)
Muuntokerroin:	<i>monoterpeenit:</i> 1 ppm = 5,6 mg/m ³ 1 mg/m ³ = 0,18 ppm	1 ppm = 5,6 mg/m ³ 1 mg/m ³ = 0,18 ppm
Log K _{ow} (n-oktanoli/vesi jakaantumiskerroin):	-	4,5
Höyrynpaine:	n. 0,7 kPa (25 °C)	0,69 kPa (20 °C) 0,85 kPa (25 °C)

Puutärpähti on väritöntä tai kellertävää kirkasta nestettä, jolla on tunnusomainen pistävä haju. Puutärpähtin hajukynnys on noin 100–200 ppm (560–1120 mg/m³). Puutärpähti on monoterpeenien seos, jonka pääainesosat ovat *alfa*- ja *beta*-pineeni sekä *delta*-3-kareeni. Puutärpähti ja monoterpeenit ovat veteen niukkaliukoisia, mutta liukevat useimpiin orgaanisiin liuottimiin. (ACGIH 2014; DFG 2017)

Luokitus ja merkinnät:

CLP-asetuksen (EY No 1272/2008) mukaiset harmonisoidut vaaraluokka- ja kategoriakoodit: Flam. Liq. 3; Acute Tox. 4; Skin Irrit. 2; Eye Irrit. 2; Skin Sens. 1; Asp. Tox. 1; Aquatic Chronic 2

CLP:n mukaiset vaaralausekekoodit: H226; H302+H312+H332; H315; H319; H304; H411

[Valmistajien ja maahantuojien ehdottamat luokitukset löytyvät tästä linkistä.](#)

Esiintyminen, käyttö ja rajoitukset

Puutärpähti valmistetaan tislaamalla raakatärpätistä, jota saadaan selluteollisuuden sivutuotteena. Kemikaalituoterekisterin (Tukes) tietojen mukaan puutärpähtiä valmistettiin ja maahantuotiin Suomeen 10 172 tonnia vuonna 2018. Ilmoitettuja käyttökohteita olivat mm. maalit ja pinnoitteet sekä liuotinaaineet. Puutärpähtin sisältämiä monoterpeenejä (mm. *alfa*- ja *beta*-pineeni, *delta*-3-kareeni) esiintyy myös puun sahauksessa ja työstössä muodostuvissa höyryissä sekä muiden kasvien eteerisissä öljyissä.

Työterveyslaitoksen vuosina 2010–2020 työhygieenisten selvitysten yhteydessä työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä tekemien *alfa*-pineenimittausten (n=138) keskiarvopitoisuus oli 3,2 ppm (18 mg/m³), mediaanipitoisuus 0,15 ppm (0,85 mg/m³), 90. persentiili 12 ppm (68 mg/m³) ja vaihteluväli <0,004–40 ppm (<0,02–220 mg/m³) (TTL 2020). Vastaavissa *delta*-3-kareenimittauksissa (n=114) keskiarvopitoisuus oli 0,88 ppm (4,9 mg/m³), mediaanipitoisuus 0,06 ppm (0,33 mg/m³), 90. persentiili 3,0 ppm (17 mg/m³) ja vaihteluväli <0,004–9,5 ppm (<0,02–53 mg/m³). Korkeimpia monoterpeenipitoisuuksia mitattiin sahateollisuudessa. Osa mittauksista koski puutärpähtipohjaisten tuotteiden käyttöä.

Puutärpähtin REACH-rekisteröinnissä työntekijöiden pitkäaikaisen hengitystiealtistumisen DNEL-arvo (johdettu vaikutukseton altistumistaso) on annettu dimetyylidisulfidina

(0,78 mg/m³), jota saattaa esiintyä epäpuhtautena raakatäpätissä (ECHA 2020). *alfa*-Pineenin REACH-rekisteröinnissä työntekijöiden pitkäaikaisen hengitystiealtistumisen DNEL-arvoksi on annettu 3,8 mg/m³ (0,7 ppm) ja ihoaltistumisen DNEL-arvoksi 0,5 mg/kg painokiloa kohti vuorokaudessa (ECHA 2020). *alfa*-Pineenin DNEL-arvot perustuvat hiirillä ja rotilla toistuvan hengitystiealtistumisen kokeessa havaittuihin vaikutuksiin lisäkivesten siittiötiheydessä.

Huom. Tämä perustelumuuisto koskee puutäpättiä ja sen sisältämiä monoterpeenejä. Muisto ei koske mineraalitäpättiä (liuotinbenssiini, lakkabensiini), joka on alkuperältään ja koostumukseltaan erilainen tuote.

Aineenvaihdunta

Puutäpätin sisältämät monoterpeenit imeytyvät elimistöön hengitettynä, nieltynä ja ihon kautta (DFG 2017). Monoterpeenit metaboloituvat elimistössä nopeasti vastaaviksi alkoholeiksi ja karboksyylihapoiksi (mm. verbenoli, myrtenoli, myrteenihappo), jotka poistuvat elimistöstä virtsan ja uloshengitysilman mukana.

Terveysvaikutukset

Ihmisiä koskevat tiedot

Akuutit vaikutukset

Puutäpättihöyry ärsyttää silmiä ja ylempiä hengitysteitä aiheuttaen kurkun kirvelyä ja yskää. Suurten pitoisuuksien hengittäminen voi aiheuttaa päänsärkyä, huonovointisuutta, huumaantumista ja hengitysvaikeuksia (ACGIH 2014). Vanhassa, heikosti raportoidussa tutkimuksessa hetkellisen (3–5 min) altistumisen puutäpättihöyryille raportoitiin aiheuttaneen koehenkilöissä nenän ja kurkun ärsytystä pitoisuudessa noin 80 ppm (450 mg/m³) ja voimakasta kurkun, nenän ja/tai silmien ärsytystä pitoisuudessa 125 ppm (700 mg/m³) ja 175 ppm (980 mg/m³) (Nelson ym. 1943).

Puutäpättihöyryille 2 tunnin ajan pitoisuudessa noin 80 ppm (450 mg/m³) altistuneilla, kevyttä liikuntaa altistumisen ajan harjoittaneilla vapaaehtoisilla koehenkilöillä (n=8) raportoitiin lievää kurkun/hengitysteiden ärsytystä sekä lisääntynyt hengitystieresistanssi (Falk Filipsson 1996). Muita oireita tai muutoksia keuhkofunktioissa ei todettu. Vastaavassa kokeessa *alfa*-pineenille altistuneet koehenkilöt raportoivat silmien, nenän ja kurkun ärsytystä pitoisuudessa 80 ppm (450 mg/m³) (Falk ym. 1990).

Pitoisuudessa 40 ppm (225 mg/m³) tai 2 ppm (10 mg/m³) ei todettu ärsytysvaikutuksia. Muutoksia hengitystieresistenssissä ei havaittu. *delta*-3-Kareenille altistuneet koehenkilöt raportoivat lieviä ärsytysoireita pitoisuudessa 80 ppm (450 mg/m³) ja 40 ppm (225 mg/m³) (Falk ym. 1991). Pitoisuudessa 2 ppm (10 mg/m³) ei todettu ärsytysvaikutuksia. Muutoksia hengitystieresistenssissä ei havaittu.

Sahatyöntekijöillä (n=48), jotka altistuivat monoterpeeneille pitoisuudessa 2–28 ppm (11–157 mg/m³), silmien ärsytys lisääntyi lievästi työpäivän kuluessa (Eriksson ym. 1996). Keskimääräiselle monoterpeenipitoisuudelle 11–25 ppm (61–138 mg/m³) mentyyn työstössä altistuneet sahatyöntekijät raportoivat silmien ja hengitysteiden ärsytystä (Rosenberg ym. 2002). Puupölyaltistumisen todettiin voivan vaikuttaa todettuihin oireisiin.

Puutärpätti ärsyttää ihoa (ACGIH 2014). Silmiin roiskunut tärpätti aiheuttaa voimakasta silmien ärsytystä.

Toistuvan altistumisen vaikutukset

Neljänä päivänä kahden viikon aikana (3 h/pvä) *alfa*- ja *beta*-pineenin sekä *delta*-3-kareenin seokselle (10:1:5) pitoisuudessa 80 ppm (450 mg/m³) altistetuilla koehenkilöillä (n=8) todettiin lisääntynyt makrofagien ja syöttösolujen määrä keuhkokuuhteessa 20 tuntia viimeisen altistumisen jälkeen (Johard ym. 1993).

Puusepäntöissä monoterpeenipitoisuudelle 2–39 ppm (11–218 mg/m³) altistuneilla työntekijöillä (n=38) raportoitiin alentunutta keuhkojen toimintaa altistumattomaan verrokkiryhmään (n=417) verrattuna (Eriksson ym. 1997). Myös sahaushöyryjen sisältämille monoterpeeneille (keskipitoisuus noin 46 ppm (258 mg/m³)) altistuneilla työntekijöillä (n=48) raportoitiin alentunutta keuhkojen toimintaa altistumattomaan verrokkiryhmään (n=47) verrattuna (Hedenstierna ym. 1983). Altistumisen puupölylle ja mikro-organismeille todettiin voivan vaikuttaa havaittuihin tuloksiin. Puupellettien tuotannossa puupölylle (0,16–19 mg/m³) ja monoterpeeneille (0,1–5 ppm (0,64–28 mg/m³)) altistuneet työntekijät (n=39) raportoivat enemmän nenäoireita, yskää ja astmalääkityksen tarvetta kuin väestö keskimäärin (Löfstedt ym. 2017). Myös keuhkojen toiminnassa todettiin alenemaa. Todettujen hengitystievaikutusten arvioitiin liittyvän voimakkaaseen puupölyaltistumiseen.

Puutärpätti ja monoterpeenit voivat aiheuttaa ihoherkistymistä (DFG 2017). Puutärpättialtistumiseen liittyviä hengitystieherkistymisiä on raportoitu hyvin harvoin.

Eläinkokeiden havainnot

Akuutit vaikutukset

Puutärpähti ja monoterpeenit ovat lievästi myrkyllisiä. Puutärpähtin LD₅₀-arvo suun kautta rotilla on noin 4000 mg/kg painokiloa kohti ja LD₅₀-arvo ihon kautta ≥ 2000 mg/kg (ECHA 2020; DFG 2017). LC₅₀-arvo hengitettynä rotilla on noin 2300 ppm (13 000 mg/m³) (4 h) ja hiirillä noin 1600 ppm (9000 mg/m³) (4 h). *alfa*-Pineenin LD₅₀-arvo suun kautta rotilla on ≥ 500 mg/kg ja ihon kautta ≥ 2000 mg/kg.

Monoterpeenit ovat standardieläinkokeiden perusteella ihoa ärsyttäviä ja silmiä lievästi ärsyttäviä (ECHA 2020, DFG 2017). Hengitystieärsyttävyyttä kuvaava RD₅₀-arvo hiirillä on puutärpähtillä noin 1200 ppm (7000 mg/m³) ja (+)-*alfa*-pineenillä noin 1100 ppm (6500 mg/m³) (DFG 2017). Eurooppalaisille mäntylajeille ominaiset (-)-pineenit ovat eläinkokeiden perusteella vähemmän hengitysteitä ärsyttäviä kuin amerikkalaisille mäntylajeille ominaiset (+)-pineenit (DFG 2017).

Toistuvan altistumisen vaikutukset

Kokeessa, jossa hiiriä (5+5/ryhmä) ja rottia (5+5/ryhmä) altistettiin *alfa*-pineenille (96 %) hengitysteitse kahden viikon ajan (6 h/pvä; 5 pvä/vko) pitoisuudessa 100–1600 ppm (560–8960 mg/m³), raportoitiin kliinisiä myrkytysoireita ja maksan painon nousua altistumistasoilla ≥ 400 ppm (2240 mg/m³). Kuolleisuus lisääntyi altistumistasoilla ≥ 800 ppm (4480 mg/m³) (NTP 2016). Histopatologisina löydöksinä todettiin vain lieviä muutoksia nenän limakalvoilla hiirillä altistumistasoilla ≥ 800 ppm (4480 mg/m³).

14 viikon hengitystiealtistumiskokeessa, jossa hiiriä (10+10/ryhmä) ja rottia (10+10/ryhmä) altistettiin *alfa*-pineenille (96 %) pitoisuudessa 25–400 ppm (140–2240 mg/m³) (6 h/pvä; 5 pvä/vko), todettiin maksan painon nousua naarasrotilla altistumistasoilla ≥ 50 ppm (280 mg/m³) ja koirasrotilla ja hiirillä tasolla 400 ppm (2240 mg/m³) (NTP 2016). Koirasrotilla todettiin munuaisten painon nousua altistumistasoilla ≥ 100 ppm (560 mg/m³) ja kaikilla altistumistasoilla munuaisvaurioita, jotka todennäköisesti aiheutuivat koirasrotille spesifillä mekanismilla (*alfa*-2 μ -globuliini-nefropatia). Hiirillä raportoitiin virtsarakon epiteelisolujen hyperplasiaa altistumistasoilla ≥ 100 ppm (560 mg/m³) (NOAEC 50 ppm (280 mg/m³)).

Puutärpähti ja monoterpeenit (*beta*-pineeni ja *delta*-3-kareeni) ovat hiirillä ja marsuilla tehtyjen kokeiden perusteella ihoa herkistäviä (ECHA 2020, DFG 2017).

Genotoksisuus ja karsinogeenisuus

Puutärpähti ja *alfa*- ja *beta*-pineeni eivät ole aiheuttaneet genotoksisia vaikutuksia *in vitro* -kokeissa bakteereilla tai nisäkässoluilla (DFG 2002; DFG 2017). *alfa*-Pineeni ei myöskään lisännyt mikrotumien esiintyvyyttä hiiren luuydinsoluissa 14 viikon hengitystiealtistuskokeessa (NTP 2016). Vanhoissa initiaatio-promootio-kokeissa hiiren iholle annosteltu puutärpähti ei yksistään annosteltuna aiheuttanut karsinogeenisia vaikutuksia, mutta lisäsi karsinogeenisen 7,12-dimetyylibentso[a]antraseenin (DMBA) karsinogeenisuutta (promootio) (DFG 2002). Promootiovaikutus liittyi todennäköisesti puutärpähtin aiheuttamaan ihoärsytykseen ja ärsytyksen kiihdyttämään ihon solujen uusiutumiseen/lisääntymiseen.

Lisääntymistoksisuus

Kokeessa, jossa hiiriä ja rottia altistettiin *alfa*-pineenille (96 %) pitoisuudessa 25–400 ppm (140–2240 mg/m³) 14 viikon ajan (6 h/pvä; 5 pvä/vko), todettiin rotilla alentunut siittiötiheys lisäkiveksissä altistumistasoilla ≥ 200 ppm (1120 mg/m³) ja hiirillä altistumistasoilla ≥ 100 ppm (560 mg/m³) (NTP 2016). Muutoksia siittiöiden liikkuvuudessa tai muissa parametreissa ei havaittu.

alfa-Pineenin lisääntymis- ja kehitystoksisuutta selvittäneessä kokeessa (OECD 421), jossa koirasrottia altistettiin viiden viikon ajan ennen hedelmöitystä ja naarasrottia kolmen viikon ajan ennen hedelmöitystä sekä tiineyden ja kahden viikon imetyksen ajan suun kautta (3000–12 000 ppm ravinnossa), ei havaittu vaikutuksia lisääntymiskykyyn, jälkeläisten määrään tai kehitykseen (ECHA 2020). Korkeimmalla annostasolla (12 000 ppm ravinnossa; koiraat 749 mg painokiloa kohti, naaraat 677–1613 mg painokiloa kohti) havaittiin hyvin lievä hidastuma jälkeläisten kasvussa 1–2 viikon ikäisillä jälkeläisillä. Koirasrotilla todettiin annoksesta riippuvia vaikutuksia munuaisissa kaikilla annostasoilla. Vaikutuksia siittiötiheyteen kiveksissä tai lisäkiveksissä tai muita vaikutuksia lisääntymiselimiin ei todettu.

Puutärpähtin ja monoterpeenien riskinarviointeja

Saksalainen MAK-komitea esitti vuonna 2017 tekemässään arvioissa puutärpähtin työhygieeniseksi raja-arvoksi 8 tunnin altistumisessa 5 ppm (28 mg/m³) ja lyhytaikaisessa altistumisessa 10 ppm (56 mg/m³) (DFG 2017). Raja-arvo (8 h) perustui *alfa*-pineenillä tehtyyn 14 viikon hengitystiealtistuskokeeseen hiirillä ja rotilla (NTP 2016), jossa kriittiseksi vaikutukseksi arvioitiin hiirillä todettu virtsarakon epiteelisolujen hyperplasia annostasoilla ≥ 100 ppm (560 mg/m³) (NOAEC 50 ppm (280 mg/m³)). Arviointikertoimissa

huomioitiin kokeen lyhempi kesto (2), lajienväliset erot (2) ja korkeampi hengitysvolyymi työssä (2). Lyhytaikaisen altistumisen raja-arvon 10 ppm (56 mg/m³) arvioitiin suojaavan puutärpätin ärsytysvaikutuksilta (NOAEC 40 ppm (224 mg/m³)) ja lyhytaikaisen altistumisen paikallisilta vaikutuksilta keuhkoissa (LOAEC 80 ppm (448 mg/m³)). Pineenien arvioitiin imeytyvän merkittävässä määrin ihon läpi ja voivan myös aiheuttaa ihon herkistymistä.

Yhdysvaltalainen ACGIH esitti puutärpätille ja sen sisältämille monoterpeeneille (*alfa*- ja *beta*-pineeni ja *delta*-3-kareeni) työhygieenistä raja-arvoa 20 ppm (112 mg/m³) 8 tunnin altistumisessa (ACGIH 2014). ACGIH totesi, että työpaikoilla tehdyissä tutkimuksissa, joissa on todettu keuhkovaikutuksia terpeenipitoisuuden ylittäessä noin 10 ppm (56 mg/m³) on esiintynyt samanaikaista altistumista muille haihtuville hiilivedyille ja puupölylle. Vaikka iho voi olla merkittävä altistumisreitti, ACGIH ei suositellut puutärpätille tai monoterpeeneille ihohuomautusta, koska ihon kautta tapahtuneeseen altistumiseen liittyvistä systeemisistä vaikutuksista ei ole näyttöä. Puutärpätin ja monoterpeenien arvioitiin olevan ihoa herkistäviä.

HTP-arvon perusteet

Puutärpätin ja sen sisältämien monoterpeenien HTP-arvoa asetettaessa keskeisiä huomioitavia terveysvaikutuksia ovat vapaaehtoistutkimuksissa havaitut ärsytysvaikutukset altistumistasoilla ≥ 40 ppm (225 mg/m³) sekä toistuvan hengitystiealtistumisen kokeessa *alfa*-pineenillä hiirillä havaitut vaikutukset virtsarakkoon (NOAEC 50 ppm (280 mg/m³); LOAEC 100 ppm (560 mg/m³)). Toistuvan hengitystiealtistumisen kokeessa havaittuja vaikutuksia lisäkivesten siittiötiheyteen (NOAEC 50 ppm (280 mg/m³); LOAEC 100 ppm (560 mg/m³)) ei havaittu suun kautta tehdyssä kokeessa korkeammilla annoksilla.

Työturvallisuussäännöksiä valmisteleva neuvottelukunta esittää, että puutärpätille vuonna 2005 asetetut HTP-arvot 25 ppm (140 mg/m³) (8 tunnin vertailupitoisuus) ja 50 ppm (280 mg/m³) (15 min vertailupitoisuus) pidetään ennallaan. HTP-arvot koskevat puutärpätin sisältämien monoterpeenien yhteispitoisuutta ja vähentävät näille altistumiseen liittyviä terveysriskejä. HTP-arvojen asettamisessa on huomioitu terveysvaikutusten lisäksi altistumisen hallintaan liittyvät tekniset haasteet erityisesti sahateollisuudessa.

Koska monoterpeenit imeytyvät helposti ihon läpi, puutärpätille ja sen sisältämille monoterpeeneille on annettu huomautus ”iho”.

Eri asettajien ilman epäpuhtauksien vertailu

Eri maissa on puutäpätille voimassa seuraavanlaisia työilman pitoisuuden raja-arvoja:

Asettaja	Vuosi*	Vertailuaika				Huomautus
		8 h		15 min		
		ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	
Suomi	2005	25	140	50	280	iho
Ruotsi	1990	25	150	50	300	-
Tanska	-	25	140	50	280	-
Belgia	-	20	112	-	-	-
Iso-Britannia	-	100	560	150	850	-
Irlanti	-	20	112	150	850	-
Ranska	1987	100	560	-	-	-
Saksa (DFG)	2017	5	28	10	56	iho
Sveitsi	-	20	112	40	224	-
Espanja	-	20	113	-	-	-
USA (ACGIH)	2014	20	112	-	-	-

(IFA (2020); ACGIH (2018))

* Raja-arvon asettamisvuosi, jos tiedossa.

Viitteet

- ACGIH (2014). Turpentine and selected monoterpenes. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati (OH).
- ACGIH (2018). 2018 TLVs and BEIs. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati (OH).
- DFG (2017). Turpentine Oil. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn.
- DFG (2002). Turpentine. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn.
- [ECHA \(2020\). Registered substances. European Chemicals Agency, Helsinki.](#)
- Eriksson KA, Stjernberg NL, Levin JO, Hammarström U, Ledin MC (1996). Terpene exposure and respiratory effects among sawmill workers. *Scand J Work Environ Health* 22: 182-190.
- Eriksson KA, Levin JO, Sandström T, Lindström-Espeling K, Lindén G, Stjernberg NL (1997). Terpene exposure and respiratory effects among workers in Swedish joinery shops. *Scand J Work Environ Health* 23: 114-120.
- Falk AA, Hagberg MT, Löf AE, Wigaeus-Hjelm EM, Wang Z (1990). Uptake, distribution and elimination of α -pinene in man after exposure by inhalation. *Scand J Work Environ Health* 16: 372-378.
- Falk A, Löf A, Hagberg M, Wigaeus Hjelm E, Wang Z (1991). Human exposure to 3-carene by inhalation: toxicokinetics, effects on pulmonary function and occurrence of irritative and CNS symptoms. *Toxicol Appl Pharmacol* 110: 198-205.
- Falk Filipsson A (1996). Short term inhalation exposure to turpentine: toxicokinetics and acute effects in men. *Occup Environ Med* 53: 100-105.
- Hedenstierna G, Alexandersson R, Wimander K, Rosén G (1983). Exposure to terpenes: effects on pulmonary function. *Int Arch Occup Environ Health* 51: 191-198.
- [IFA \(2020\). GESTIS International Limit Values. Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin.](#)
- Johard U, Larsson K, Löf A, Eklund A (1993). Controlled short-time terpene exposure induces an increase of the macrophages and the mast cells in bronchoalveolar lavage fluid. *Am J Ind Med* 23: 793-799.
- Löfstedt H, Hagström K, Bryngelsson I-L, Holmström M, Rask-Andersen A (2017). Respiratory symptoms and lung function in relation to wood dust and monoterpene exposure in the wood pellet industry. *Up J Med Sci* 122: 78-84.
- Nelson KW, Ege JF, Ross M, Woodman LE, Silverman L (1943). Sensory response to certain industrial solvent vapors. *J Ind Hyg Toxicol* 25: 282-285.
- NTP (2016). NTP Technical Report on the Toxicity Studies of α -Pinene (CASRN 80-56-8) Administered by Inhalation to F344/N Rats and B6C3F1/N Mice. Toxicity Report 81. National Toxicology Program / US Department of Health and Human Services, Research Triangle Park (NC).

Rosenberg C, Liukkonen T, Kallas-Tarpila T, Ruonakangas A, Ranta R, Nurminen M, Welling I, Jäppinen P (2002). Monoterpene and wood dust exposures: work-related symptoms among Finnish sawmill workers. *Am J Ind Med* 41: 38-53.

TTL (2020). Työhygieenisten altistumismittausten rekisteri. Työterveyslaitos, Helsinki. Julkaisematon.