

25.9.2023

Akryylinitriili

SITOVA RAJA-ARVO

Yksilöinti ja ominaisuudet

CAS No:	107-13-1
Indeksi No:	608-003-00-4
EC No:	203-466-5
Kaava:	C ₃ H ₃ N
Synonyymit:	propeeninitriili, vinyylisyanidi, syanoetylenei
Molekyylipaino:	53,1 g/mol
Sulamislämpötila:	-84 °C
Kiehumislämpötila:	78 °C
Höyryntiheys:	1,8 (ilma = 1)
Höyrynpaine:	11 kPa (20 °C)
Muuntokerroin:	1 ppm = 2,21 mg/m ³ 1 mg/m ³ = 0,45 ppm

Akryylinitriili on väritön, helposti haihtuva, pistävän hajuinen neste. Stabiiloinaton akryylinitriili polymeroituu kiivaalla reaktiolla lämmön ja valon vaikutuksesta.

Luokitus ja merkinnät

CLP-asetuksen (EY No 1272/2008) mukainen harmonisoitu luokitus: Flam. Liq. 2; Acute Tox. 3; Skin Irrit. 2; Eye Dam.1; Skin Sens 1; STOT SE 3; Carc. 1B, Aquatic Chronic 2

CLP:n mukaiset vaaralausekekoodit: H225, H301, H311, H331, H315, H318, H317, H335, H350, H411

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

Esiintyminen, käyttö ja rajoitukset

Akryylinitriiliä käytetään raaka-aineena polymeerien ja kemikaalien tuotannossa (ECHA 2018a). Kemikaalituoterekisterin (Tukes) mukaan akryylinitriiliä tuotiin Suomeen noin 1200 tonnia vuonna 2020, pääasiassa kemianteollisuuden raaka-aineeksi.

Työterveyslaitoksen vuosina 2011–2022 pääasiassa kemianteollisuudessa tekemissä työhygieenisissä selvityksissä akryylinitriilin keskipitoisuus työntekijöiden hengitysvyöhykkeeltä tehdyissä mittauksissa oli 0,1 mg/m³ (0,05 ppm) ja 90. persentiili 0,2 mg/m³ (0,1 ppm) (n=21) (TTL 2022a).

Aineenvaihdunta

Akryylinitriili imeytyy helposti hengitysteistä sekä ihon ja ruuansulatuskanaan kautta (ECHA 2018a). Akryylinitriili metaboloituu pääasiassa maksassa kahden metaboliareitin kautta: sitoutuminen glutationiin ja sytokromi 450 -entsyymien aikaansaama epoksideatio, jossa muodostuu 2-syaanietyyleenioksidia (CEO). CEO hydrolysoituu edelleen muodostaen mm. syanoetikkahappoa, 2-syaanietanoli ja syanidia (erittyy tiosyanaattina). Akryylinitriilin aineenvaihduntatuotteet erittyvät pääasiassa virtsaan (ECHA 2018a). Valtaosa elimistöön imeytyneestä akryylinitriilistä erittyy 24 tunnin sisällä.

Terveysvaikutukset

Ihmisiä koskevat tiedot

Akuutit vaikutukset

Lyhytaikaisen (20–45 min) altistumisen akryylnitriilille tasolla noin 16–100 ppm (35–220 mg/m³) on raportoitu aiheuttaneen hengitysteiden ärsytystä, päänsärkyä, hui-
mausta ja huonovointisuutta (Baxter 1979; ECHA 2018a). Suurille pitoisuuksille altistu-
minen voi aiheuttaa syanidimyrkytykselle ominaisia, mutta viivästyneitä vaikutuksia:
heikkoutta, hengitysvaikeuksia ja kouristuksia (TTL 2022b).

Toistuvan altistumisen vaikutukset

Toistuvan työperäisen akryylnitriili-altistumisen yhteydestä silmien ärsytysoireisiin ja
neurologisiin oireisiin on saatu viitteitä joissakin vanhemmissa tutkimuksissa altistu-
mistasoilla noin ≥ 1 ppm (~ 2 mg/m³), mutta nämä tutkimukset ovat pääasiassa heikko-
laatuisia eivätkä mahdollista tarkempaa annos-vasteanalyysiä (Muto ym. 1992; Ka-
neko & Omae 1992; ECHA 2018a).

Useat laajat kohorttitutkimukset ja näiden meta-analyysit eivät ole osoittaneet yh-
teyttä työperäisen akryylnitriili-altistumisen ja lisääntyneen syöpäriskin välillä (mm.
Symons ym. 2008; Blair ym. 1998; Marsh et al. 2015; Swaen ym. 2004; Collins & Ac-
quavella 1998; Alexander ym. 2021).

Eläinkokeiden havainnot

Akuutit vaikutukset

Akryylnitriili on välittömästi myrkyllistä suun kautta, ihon kautta ja hengitettynä. Ai-
neen LD50 rotalla suun kautta on noin 70–185 mg/kg painokiloa kohti, LD50 ihon
kautta noin 150–280 mg/kg painokiloa kohti ja LC50 hengitettynä noin 0,5–2,0 mg/L
(4 h) (ECHA 2018a). Akryylnitriili ärsyttää ihoa, silmiä ja hengitysteitä ja voi aiheuttaa
ihon herkistymistä.

Toistuvan altistumisen vaikutukset

Kokeessa, jossa rottia (100/sukupuoli/annos) altistettiin akryylnitriilille hengitysteitse
pitoisuudessa 20 ja 80 ppm (44 ja 177 mg/m³) kahden vuoden ajan (6 h/pvä; 5
pvä/vko) todettiin tulehdusmuutoksia rottien nenäepiteelisissä molemmilla annosta-
soilla (Quast ym. 1980). Toistuvan altistumisen kokeissa, joissa eläimiä on altistettu

akryylinitriilille suun kautta, on havaittu mm. uneliaisuutta, hengitysvaikeuksia, hematologisia muutoksia ja paikallisia vaikutuksia ruuansulatuskanavassa (ECHA 2018a).

Genotoksisuus ja karsinogeenisuus

Akryylinitriili on aiheuttanut genotoksisia vaikutuksia *in vitro* -kokeissa, joihin on sisällynyt metabolinen aktivaatio, mutta *in vivo* -kokeet ovat olleet pääsääntöisesti negatiivisia (ECHA 2018a).

Pitkäaikaisen altistumisen kokeessa, jossa rottia altistettiin akryylinitriilille hengitysteitse pitoisuudessa 20 ja 80 ppm (44 ja 177 mg/m³), todettiin altistetuilla eläimillä kontrollieläimiin verrattuna lisääntynyt esiintyvyys aivokasvaimissa (tilastollisesti merkitsevä korkeammalla annostasolla) (Quast ym. 1980). Pitkäaikaisen altistumisen kokeissa suun kautta akryylinitriili on aiheuttanut kasvaimia mm. aivoissa (rotta) ja ruuansulatuskanavan eri osissa (rotta ja hiiri) (ECHA 2018a).

Lisääntymistoksisuus

Kahden sukupolven lisääntymistoksisuuskokeessa, jossa rottia altistettiin hengitysteitse akryylinitriilille pitoisuudessa 5, 15, 45 ja 90 ppm (11–199 mg/m³) 10 viikon ajan ennen parittelua sekä parittelun, tiineyden ja imetyksen ajan (6 h/pvä; 7 pvä/vko), todettiin emoilla ja isillä alentunut painonkehitys ja tulehdusmuutoksia nenän limakalvoilla annostasoilla ≥ 45 ppm (99 mg/m³) (ECHA 2022). Altistumiseen liittyviä vaikutuksia kiimaan, sperman laatuun, hedelmöittymiseen, poikueiden kokoon tai sukupuolijakaumaan ei havaittu.

Kehitystoksisuuskokeessa, jossa tiineitä rottia altistettiin akryylinitriilille annostasolla 12, 25, 50, 100 ppm (27–221 mg/m³) (GD 6–20; 6 h/pvä), todettiin emoilla ja sikiöllä alentunut painonkehitys annostasoilla ≥ 25 ppm (55 mg/m³), mutta ei muita vaikutuksia sikiöiden kehitykseen (Saillenfait ym. 1993).

Akryylinitriilin riskinarviointeja

Euroopan kemikaaliviraston riskinarviointikomitea (RAC) totesi arviossaan akryylinitriilin olevan eläinkoekarsinogeeni, jonka karsinogeenisten vaikutusten mekanismeja ja relevanttiutta ihmiselle ei täysin tunneta (ECHA 2018b). RAC:n arvion mukaan epäsuorat (kynnysarvolliset) genotoksiset vaikutukset ovat todennäköisempi karsinogeenisuuden mekanismi akryylinitriilille kuin suora genotoksisuus, ja siksi lineaarinen annos-vastemalli todennäköisesti yliarvioisi syöpäriskiä. RAC ehdotti akryylinitriilin terveysperusteiseksi raja-arvoksi 1 mg/m³ (0,45 ppm) (kahdeksan tunnin vertailuaika) ja 4 mg/m³ (1,8 ppm) (15 min vertailuaika). Kahdeksan tunnin raja-arvo perustui (sub-

lineaariseen) annos-vastemallinnukseen aivokasvainten esiintyvyydestä rotilla kudessa pitkäaikaisen altistumisen kokeessa hengitysteitse ja suun kautta (Kirman ym. 2005). Mallinnettu BMDL₀₅-taso, eli työperäistä altistumista vastaava altistumistaso, jossa aivokasvainten esiintyvyys rotilla on 95 % todennäköisyydellä alle 5 %, oli 60 mg/m³ (28 ppm). RAC käytti arviointikertoimia 2,5 lajienväliselle ja 5 lajin sisäiselle vaihtelulle sekä arviointikerrointa 5 huomioimaan vaikutuksen vakavuus. Ehdotettujen raja-arvojen arvioitiin suojaavan myös akryylinitriilin muilta kuin karsinogeenisilta vaikutuksilta (ärsytysvaikutukset, neurotoksisuus).

Saksalainen raja-arvokomitea (AGS) arvioi pitkäaikaisen altistumisen kokeessa naarasrotilla todettujen aivokasvainten esiintyvyydestä tehdyn lineaarisen mallinnuksen (Quast ym. 1980; Felter & Dollarhide, 1997) perusteella, että työperäinen akryylinitriilialtistuminen tasolla 1,2 ppm (2,7 mg/m³) vastaa syöpäriskitasoa 4×10^{-3} ja tasolla 0,12 ppm (0,27 mg/m³) syöpäriskitasoa 4×10^{-4} (AGS 2010). AGS totesi, että akryylinitriilin karsinogeenisuuden taustalla vaikuttaa olevan muita mekanismeja kuin suoraa genotoksisuutta, ja esitti vaihtoehtoisesti myös terveysperusteisen raja-arvon 1,3 ppm (2,9 mg/m³), perustuen rotilla tehdyssä pitkäaikaisen altistumisen kokeessa todettuun LOAEC-tasoon 20 ppm (44 mg/m³) (Quast ym. 1980).

Sitova raja-arvo

Altistuminen akryylinitriilille voi eläinkokeiden perusteella aiheuttaa syöpää. Työperäiseen altistumiseen liittyvän syöpäriskin vähentämiseksi akryylinitriilille on asetettu sitova raja-arvo 0,45 ppm (1,0 mg/m³; 8 tunnin vertailuaika) ja 1,8 ppm (4,0 mg/m³; 15 min vertailuaika). Raja-arvoja sovelletaan 5.4.2026 alkaen (Vna syöpäsairauden vaaraa, aiheuttavista, perimää vaurioittavista ja lisääntymiselle vaarallisista tekijöistä työssä (113/2024)). Raja-arvot perustuvat työntekijöiden suojelemisesta syöpäsairauden vaaraa aiheuttavilta tekijöiltä työssä annettuun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiiviin 2004/37/EY. Raja-arvojen alittuessa riskin akryylinitriilin aiheuttamaan syöpään tai muihin terveysvaikutuksiin arvioidaan olevan hyvin vähäinen.

Akryylinitriili imeytyy helposti ihan kautta ja aineelle on siksi annettu huomautus ”iho”. Akryylinitriili on ihoa herkistävää ja aineelle on siksi annettu huomautus ”ihoherkistyminen”.

Eri asettajien ilman epäpuhtauksien raja-arvojen vertailu

Eri maissa on voimassa seuraavanlaisia työilman pitoisuuden raja-arvoja akryylnitriilille (EU-maat mainittu erikseen vain, jos raja-arvo poikkeaa EU:n sitovasta raja-arvosta):

Asettaja	Vuosi*	Vertailuaika				Huomautus
		8 h		15 min		
		ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³	
Suomi (HTP-arvo)	1987	2	4,4	4	8,8	iho
EU (BOELV)	2022	0,45	1	1,8	4,0	iho, ihoherkistyminen
Saksa (AGS)		1,2 0,12	2,6 0,26	9,6	20,8	
Iso-Britannia		2	4,4	-	-	
USA (NIOSH)		1		10		iho, kattoarvo
USA (OSHA)		2		10		iho, kattoarvo
USA (ACGIH)	2016	2	4,3	-	-	iho
Suomi (sitova raja-arvo)	2026	0,45	1	1,8	4,0	iho, ihoherkistyminen

(ACGIH 2022, IFA 2022)

* Raja-arvon asettamisvuosi, jos tiedossa.

Viitteet

ACGIH (2022). Acrylonitrile. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati (OH). <https://www.acgih.org/acrylonitrile/> (viitattu 20.12.2022)

AGS (2010). Exposure-risk relationship for acrylonitrile in BekGS 910. Ausschuss für Gefahrstoffe/Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin.

Alexander DD, Pastula ST, Riordan AS (2021). Epidemiology of lung cancer among acrylonitrile-exposed study populations: A meta-analysis. *Regul Toxicol Pharmacol* 122: 104896.

Baxter (1979). Evaluation and control of industrial exposure to acrylonitrile. *Ann Occup Hyg* 22: 429-435, in: ECHA (2018a). ANNEX 1 Background document in support of the Committee for Risk Assessment (RAC) evaluation of limit values for acrylonitrile in the workplace. European Chemicals Agency, Helsinki.

Blair A, Stewart PA, Zaebst DD, et al. (1998). Mortality of industrial workers exposed to acrylonitrile. *Scand J Work Environ Health* 24(2): 25-41.

Collins JJ, Acquavella JF (1998). Review and meta-analysis of studies of acrylonitrile workers. *Scand J Work Environ Health* 24(2): 71-80.

ECHA (2018a). ANNEX 1 Background document in support of the Committee for Risk Assessment (RAC) evaluation of limit values for acrylonitrile in the workplace. European Chemicals Agency, Helsinki.

ECHA (2018b). Committee for Risk Assessment RAC Opinion on scientific evaluation of occupational exposure limits for Acrylonitrile. European Chemicals Agency, Helsinki.

ECHA (2022). Registered substances factsheets. Acrylonitrile. European Chemicals Agency, Helsinki. <https://echa.europa.eu/fi/registration-dossier/-/registered-dossier/15561> (viitattu 20.12.2022)

Felter SP, Dollarhide JS (1997). Acrylonitrile: a re-evaluation of the database to support an inhalation cancer risk assessment. *Regul Toxicol Pharmacol* 26: 281-287.

IFA (2022). GESTIS International Limit Values. Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin. <https://limitvalue.ifa.dguv.de/> (viitattu 20.12.2022)

Kaneko K, Omae K (1992). Effect of chronic exposure to acrylonitrile on subjective symptoms. *Keio J Med* 41(1): 25-32.

Kirman CR, Gargas ML, Marsh GM, et al. (2005). Cancer dose-response assessment for acrylonitrile based upon rodent brain tumor incidence: use of epidemiologic, mechanistic, and pharmacokinetic support for non-linearity. *Regul Toxicol Pharmacol* 43: 85-103.

Marsh GM, Zimmerman SD (2015). Mortality among chemical plant workers exposed to acrylonitrile: 2011 follow-up. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 57(2): 134-145.

Muto T, Sakurai H, Omae K, et al. (1992). Health profiles of workers exposed to acrylonitrile. *Keio J Med* 41(3): 154-160.

Quast JF, Schwetz BA, Balmer MF, et al. (1980). A two-year toxicity and oncogenicity study with acrylonitrile following inhalation exposure of rats. Dow Chemical Co., Toxicology Research Laboratory, Midland, MI, in: ECHA (2018a). ANNEX 1 Background document in support of the Committee for Risk Assessment (RAC) evaluation of limit values for acrylonitrile in the workplace. European Chemicals Agency, Helsinki.

Saillenfait AM, Bonnet P, Guenier JP, de Ceaurriz J (1993). Relative developmental toxicities of inhaled aliphatic mononitriles in rats. *Fund Appl Toxicol* 20(3):365-375.

Swaen GMH, Bloemen LJJ, Twisk J, et al. (2004). Mortality update of workers exposed to acrylonitrile in the Netherlands. *J Occup Environ Med* 46(7): 691-698.

Symons JM, Kreckmann, KH, Sakr CJ, et al. (2008). Mortality among workers exposed to acrylonitrile in fiber production: An update. *J Occup Environ Med* 50(5):550-560

TTL (2022a). Työhygieenisten altistumismittausten rekisteri. Työterveyslaitos, Helsinki. Julkaisu-

maton.

TTL (2022b). OVA-ohje: Akryylinitriili. <https://www.ttl.fi/ova/akryylinitriili> (viitattu 20.12.2022)