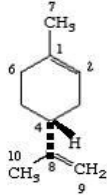


Limonen

B-værdi: 0,1 mg/m³ (lugtbaseret), hovedgruppe 2

CAS nr.: 5989-27-5
Bruttoformel: C₁₀H₁₆
Strukturformel:



Fysisk-kemiske egenskaber

Synonymer: Carven; cyclohexen, 4-isopropenyl-1-methyl-1; (+)-4-isopropenyl-1-methylcyclohexen; *d*-limonen; *D*-(+)-limonen; (+)-*R*-limonen; *d*-p-mentha-1,8-dien; p-mentha-1,8-dien, (*R*)-(+); (*R*)-1-methyl-4-(1-methyl-ethen-yl)-cyclohexen. **Molvægt:** 136,23 **Beskrivelse:** Farveløs væske med karakteristisk citrusagtig lugt. **Smeltepunkt:** -74,35°C, -75°C. **Kogepunkt:** 178°C (760 mmHg). **Massefylde:** 0,8411 g/ml (ved 20°C). **Damptryk:** 1,43 mmHg (190 Pa) (ved 20°C). **Flammepunkt:** 48°C. **Vandopløselighed:** 13,8 mg/l ved 25°C (praktisk taget uopløselig i vand). **Octanol/vandfordeling (logP):** 4,2. **Omregningsfaktor (i luft):** 1 ppm = 5,66 mg/m³. **Lugtgrænse:** 0,2-0,4 mg/m³ (luft).

Forekomst og anvendelse

d-Limonen er naturligt forekommende i æteriske olier fra citruskaller (op til 85 %) samt i vegetabilsk terpentint (<5 % og uden angivelse af enantiomer form). *d*-Limonen har længe været brugt som aromastof i føde- og drikkevarer. *d*-Limonen bruges desuden i parfumer og til parfumering af husholdningsprodukter. *d*-Limonen har i stigende omfang været brugt som organisk opløsningsmiddel til erstatning for chlorerede hydrocarboner og CFC-stoffer samt til affedning.

Miljømæssige forhold

d-Limonen er fundet i målelige koncentrationer såvel inde- som udendørs; gennemsnitsværdier indendørs fra 8 µg/m³ i Berlin til 140 µg/m³ i Norditalien og udendørs op til 2 µg/m³ i Los Angeles. *d*-Limonen oxideres hurtigt ved udsættelse for atmosfærens ilt.

Optagelse, omdannelse og udskillelse

d-Limonen absorberes godt via lungerne (op til 70%) og via mave-tarmkanalen (>80%) hos mennesker. Der er modstridende oplysninger vedr. absorption ved hudkontakt, men værdierne er generelt lave i forhold til absorption via lungerne.

Stoffet oxideres i mennesker primært til p-ment-1-en-8,9-diol, der udskilles via nyrene i form af glukuronidet. Flere arter af forsøgsdyr metaboliserer stoffet primært til perillyl-derivater. *d*-Limonen-1,2-epoxid dannes i meget ringe omfang. De fleste metabolitter udskilles i løbet af 24 timer efter eksponeringen.

Sundhedsmæssige effekter

d-Limonen har meget lav akut oral og dermal toksicitet i forsøgsdyr med LD₅₀-værdier omkring 5000 mg/kg legemsvægt (lgv.). Der er ingen oplysninger vedrørende akut toksicitet efter inhalation.

Hos mennesker sås nedsat vitalkapacitet (2%) efter inhalation af 450 mg/m³ *d*-limonen. Der var hverken irriterende symptomer eller effekter på centralnervesystemet.

Hos mus udsat for 6090 mg/m³ *d*-limonen sås nedsat respirationsfrekvens (50%). En reaktionsblanding af 272 mg/m³ *d*-limonen og 4 ppm ozon resulterede ligeledes i en nedsat respirationsfrekvens (33%), en effekt der blev yderligere forværret ved en efterfølgende udsættelse for *d*-limonen alene.

Ufortyndet *d*-limonen er moderat hudirriterende hos både mennesker og kaniner.

d-Limonen i ren, uoxideret form er ikke hudsensibiliserende, men efter reaktion med luftens oxygen danner der et kraftigt kontaktallergen.

Forsøg over længere tid er kun foretaget med oral dosering. Hos rotter er den fremherskende effekt en påvirkning af nyrene (kun hanrotter, forekomst af hyalindråber via α_{2u}-globulin mekanismen, som er specifik for hanrotter). Denne effekt er således ikke relevant for mennesker, der ligesom hunrotter, mus samt andre forsøgsdyr ikke danner disse specielle globuliner (andre lignende globuliner har vist sig ikke at kunne give effekten). Andre effekter set efter gentagen indgift i forsøgsdyr var let reduceret tilvækst og foderindtag. Hos hunde, der fik op til 1000 mg/kg lgv./dag i 6 måneder, sås forøget nyrevægt, men ingen histologiske forandringer i nyrene.

d-Limonen har ikke vist reproduktionsskader i forsøgsdyr ved nogen form for eksponering. Der er ingen data vedrørende påvirkning af fertiliteten. Fosterpåvirkning i form af forsinket prænatal udvikling er kun set ved orale doser, der tillige er toksiske for moderdyrene (rotter, mus og kaniner, NOAEL 591 mg/kg lgv./dag).

Hverken *d*-limonen eller *d*-limonen-1,2-epoxid har vist genotoksiske eller mutagene egenskaber i *in vivo* eller *in vitro* forsøg.

Der er ingen data med hensyn til carcinogenicitet hos mennesker. *d*-Limonen-1,2-epoxid har kun givet tumorer i nyrer hos hanrotter (via α_2 -globulin mekanismen, en mekanisme der er irrelevant for mennesker).

Reguleringer / vurderinger

Klassificering: R10 Xi;R38 R43 N;R50/53

Jord: -

Drikkevand: -

Grænseværdi, arbejdsmiljøet: ppm (mg/m³): -

IARC (WHO): Gruppe 3, der er ikke tilstrækkelig evidens til at klassificere *d*-limonen som kræftfremkaldende hos mennesker.

Grundlag for B-værdi

Et sundhedsmæssigt baseret kvalitetskriterium i luft beregnes med udgangspunkt i et observeret nul-effektniveau (NOAEC) på 450 mg/m³ for irritative effekter hos mennesker. Der anvendes en UF_I på 1, da humane data anvendes; en UF_{II} på 10 for at beskytte særligt følsomme mennesker; en UF_{III} på 10 idet datagrundlaget for luftkvalitetskriteriet ikke er fyldestgørende.

Det sundhedsmæssigt baserede kvalitetskriterium i luft beregnes til 4,5 mg/m³.

d-Limonen har en lav lugtgrænse i luft. Værdier er rapporteret i litteraturen fra omkring 0,006 til 5,6 mg/m³. Den sundhedsmæssigt baserede B-værdi vurderes ikke at kunne tage højde for eventuelle lugtgener som følge af udledning af *d*-limonen.

Ved bestemmelse af lugtgrænsen af et akkrediteret laboratorium, kan lugtgrænsen for både *d*-limonen og *l*-limonen bestemmes til henholdsvis 0,24 og 0,34 mg/m³. Ved et niveau på 1/3 af lugtgrænsen vil maksimalt 1-5 % af befolkningen kunne fornemme lugten, hvorfor B-værdien fastsættes til 0,1 mg/m³ - placering i hovedgruppe 2.

Reference

Nielsen E., Ladefoged O. and Søborg I. (2006). Evaluation of health hazards by exposure to *d*-limonene. Afdeling for Toksikologi og Risikovurdering, Danmark Fødevareforskning. Baggrundsrapport udarbejdet for Miljøstyrelsen.

Arne Oxbøl (2006). Determination of the odour threshold for limonene. Bestemmelse udarbejdet for Miljøstyrelsen.