

DIOXINER og DIOXIN-LIGNENDE PCB

Jordkvalitetskriterium: ikke relevant for direkte human eksponering fra jorden

Bruttoformel:

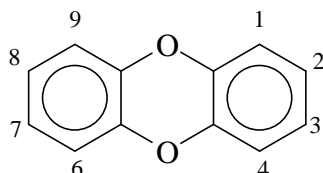
PCDD: $C_{12}H_{8n}Cl_nO_2$; $n = 1-8$

PCDF: $C_{12}H_{8-n}Cl_nO$; $n = 1-8$

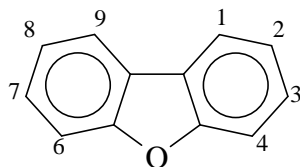
PCB: $C_{12}H_{10-n}Cl_n$; $n = 1-10$

Strukturformel:

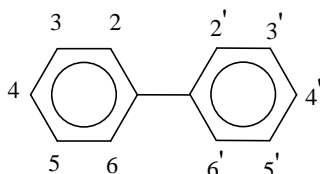
PCDD:



PCDF:



PCB:



PCDD, PCDF og PCB står for polychlorerede dibenzo-*p*-dioxiner, dibenzofuraner og biphenyler. Blandt PCDD og PCDF er 17 "dioxiner" særligt toksiske og 12 PCB har dioxinlignende effekt. WHO har opstillet toksicitetsækvivalensfaktorer (TEFs) for disse stoffer, således at mængden af stofferne i en blanding kan udtrykkes som en toksicitets-ækvivalent koncentration (TEQ) i relation til den mest toksiske dioxin 2,3,7,8-tetraCDD.

Fysisk-kemiske egenskaber

Molvægt: PCDD: 219-460. PCDF: 203-444. PCB: 189-499. Beskrivelse: PCDD og PCDF er farveløse faste stoffer eller krystaller. Kommercielle PCB blandinger: gule væsker. Smeltepunkt: PCDD: 240-326 °C. PCDF: 196-269 °C. PCB: 173 °C - ?. Damptryk: PCDD, PCDF og PCB har lave damptryk ($3,1 \times 10^{-4}$ - $1,1 \times 10^{-10}$ Pa). Flammepunkt: PCB er flammehæmmende. Vandopløselighed: PCDD, PCDF og PCB har generelt ringe vandopløselighed. Octanol/vandfordeling ($\log P_{ow}$): 6,0-8,2.

Forekomst og anvendelse

Kommercielle PCB-blandinger har indtil midt i

1980erne været anvendt i f.eks. kapacitorer, transformere, varmevekslere, hydrauliske systemer, blødgørere, blæk, lim, brandhæmmere, maling, skære- og smøreolier. Nye PCB-holdige produkter har ikke været tilladt i Danmark siden 1986 og fortsat brug af gamle produkter er kun tilladt i lukkede systemer.

PCDD og PCDF dannes som biprodukter ved fremstilling af chlorerede forbindelser, ved chlorblegning af papir og andre industrielle processer, der anvender chlor. De dannes også ved forbrændingsprocesser og affaldsforbrænding er en dominerende kilde.

PCDD, PCDF og PCB akkumuleres i fødekæderne. Fed fisk (op til 10 pg TEQ/g produkt), mælk og mejeriprodukter (op til 3 pg TEQ/g fedt) og kød og kødprodukter (op til 3 pg TEQ/g fedt) er de fødevarer, der indeholder mest PCDD og PCDF. I modermælk anses et niveau på ca. 30 pg TEQ/ g fedt at være et gennemsnitsniveau for Vesteuropa.

Indtagelsen af PCDD, PCDF og dioxinlignende PCB med fødevarer skønnes at være omkring 2 pg TEQ/kg lgv./dag. Fødevarer er den væsentligste kilde for befolkningen.

Miljømæssige forhold

I luften findes PCDD og PCDF overvejende bundet til partikler, og hovedparten deponeres på jord eller vand. Typisk er der i Europa målt fra 0.01 pg TEQ/m³ i landlige områder til 0.1-0.4 pg TEQ/m³ i byområder.

PCDD, PCDF og PCB akkumuleres i sediment på grund af deres lave vandopløselighed. Drikkevand indeholder mindre end 1 ng total-PCB/liter. Der er ikke danske undersøgelser af PCDD og PCDF i drikkevand, men forekomsten antages at være ubetydelig.

I jord bindes PCDD, PCDF og PCB til partikler og anses for at være meget immobile. Jord og sediment fra forskellige områder indeholder total-PCB i mængder fra <0.01 op til 2.0 mg/kg. Dansk jord indsamlet i 2001 fra både industri-, by- og landlige områder indeholdt 0,25-3 ng TEQ per kg tør vægt.

Optagelse, omdannelse og udskillelse

Dioxiner med op til 6 chloratomer optages godt fra mave-tarmkanalen (50-90%), mens optagelse ved indånding anses for at være betydeligt mere begrænset. Biotilgængeligheden af PCDD og PCDF efter hudkontakt er sandsynligvis mindre end 1%. PCDD, PCDF og PCB metaboliseres meget langsomt og ophobes derfor i kroppen, hovedsageligt i fedtvæv og i lever. For

2,3,7,8-tetraCDD er halveringstiden i mennesker fra 5,5 til 11 år.

Sundhedsmæssige effekter

De biokemiske og toksiske effekter af dioxiner medieres gennem binding til et intracellulært protein, den såkaldte aryl hydrocarbon receptor (AhR). Hudsygdommen chloracne er den bedst beskrevne effekt af dioxiner og dioxin-lignende PCB i mennesker efter industrielle ulykker eller forureningsepisoder. Andre beskrevne effekter er neurologiske symptomer, øget forekomst af hjerte-kar lidelser, øget risiko for sukkersyge, øget dødelighed pga. kroniske leverskader, immunologiske forandringer, kronisk bronchitis og luftvejsinfektioner, såvel som ændringer i niveauer af skjoldbruskkirtelhormoner og kønshormoner. Hos børn født af mødre eksponeret for høje niveauer er der set forsinket fysisk udvikling og adfærdsforstyrrelser.

Dioxin og dioxinlignende PCB anses for hormonforstyrrende. I forsøgsdyr er de mest følsomme effekter påvirkning af reproduktions-, nerve- og immun-systemernes udvikling i fostertilstanden. En enkelt dosis på 50-200 ng 2,3,7,8-tetraCDD til hunrotter på dag 15 i drægtighedsperioden bevirker feminisering (med bl.a. nedsat sædkvalitet) og nedsat immunforsvar hos det hanlige afkom.

PCDD, PCDF og PCB er negative i forskellige *in vitro* og *in vivo* testsystemer for genskadelende (mutagen og genotoksisk) effekt.

Dioxin og dioxinlignende PCB anses for kræftfremkaldende. 2,3,7,8-TetraCDD øger forekomst af tumorer, især levertumorer, hos mus og rotter. NOAEL for levertumorer i hunrotter er 1 ng/kg lgv./dag. I epidemiologiske studier af mennesker udsat for dioxiner i arbejdsmiljøet er der rapporteret svagt øget dosisafhængig forekomst af kræft dog uden at specielle kræftformer dominerede.

Reguleringer / vurderinger

Klassificering: PCB: R33 N;R50/53.

Jord: Tyskland: PCDD og PCDF: 5 ng TEQ/kg tør vægt.

Grænseværdi, arbejdsmiljøet: PCB: 0.01 mg/m³.

IARC (WHO): 2,3,7,8-tetraCDD: Gruppe 1.

Andre PCDD og PCDF: Gruppe 3.

EU: Maksimalgrænseværdier er fastsat for PCDD og PCDF i foderstoffer og fødevarer.

SCF: TWI: 14 pg WHO-TEQ/kg lgv./uge.

JECFA: PTMI: 70 pg WHO-TEQ/kg lgv./måned.

Grundlag for kvalitetskriterier

Det vurderes ikke relevant at fastsætte et sund-

hedsmæssigt baseret jordkvalitetskriterium mht. direkte udsættelse for PCDD, PCDF og dioxinlignende PCB.

Kvalitetskriterier i jord fastsættes primært for at beskytte børn, som kommer i hudkontakt med jord, eller som spiser den. PCDD, PCDF og dioxinlignende PCB er fast bundet til jordpartikler og hudabsorption og absorption efter peroral indtagelse anses for at være begrænset. Selvom absorptionen fra jord måtte antages at være lige så høj som fra fede fødevarer (50%), vil der ikke kunne forventes hverken akutte eller kroniske effekter hos børn som følge af de niveauer, der findes i Danmark (0.25-3 ng TEQ/kg tør vægt).

Risikovurderinger foretaget for nylig af EU's Videnskabelige Komite for Fødevarer (SCF) og FAO/WHO's ekspertgruppe JECFA tager udgangspunkt i kropsbelastningen hos voksne, drægtige hunrotter, hvor de kritiske effekter er set i disses hanlige afkom. På denne baggrund blev den daglige indtagelse, som ville føre til en "tolerabel" kropsbelastning hos mennesker (gravide kvinder), estimeret. SCF's tolerable ugentlige indtagelse svarer til 2 pg TEQ/kg lgv./dag, og på grund af disse stoffers meget lange halveringstider i mennesker vil det være 30-40 år, førend den "tolerabel" kropsbelastning på 4 ng TEQ/kg lgv. opnås. I denne sammenhæng vil et forhøjet indtag i en korterevarende periode, f.eks. hos børn, der leger på forurenede jord, ikke have nogen betydning.

Hvis det f.eks. antages, at et barn, der vejer 10 kg, hver dag i 2 år indtager 0,2 g forurenede jord med 3 ng TEQ/kg (hvilket må anses for at være et højt forureningsniveau i Danmark), så bliver den daglige indtagelse 0,06 pg/kg lgv. Denne ekstra dioxinindtagelse igennem 2 år vil efter 30-40 år kun bidrage med yderligere 0,003 ng TEQ/kg lgv. til den "tolerabel" kropsbelastning på 4 ng TEQ/kg lgv., som måtte være opnået ved indtagelse af 2 pg TEQ/kg lgv./dag med kosten. Dersom et jordkvalitetskriterium skulle have betydning, f.eks. forhindre, at mere end 1% af kropsbelastningen på de 4 ng TEQ/kg lgv. (40 pg TEQ/kg lgv.) stammede fra 2 års daglig indtagelse af forurenede jord, så skulle grænseværdien være 40 ng TEQ/kg jord. Et så højt forureningsniveau må anses for helt usædvanligt i Danmark.

Reference

Larsen J.C. and Nørhede P. (2004): Evaluation of health hazards by exposure to PCDD, PCDF and PCB. Institut for Fødevarer og Ernæring, Fødevaredirektoratet. Baggrundsrapport udarbejdet for Miljøstyrelsen.