

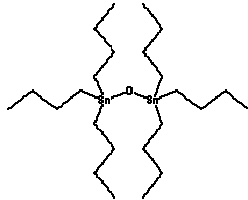
TRIBUTYLTIN FORBINDELSER (TBT)

Jordkvalitetskriterium: 1 mg Sn/kg jord (summen af TBT)
Drikkevandkvalitetskriterium: 0,1 µg Sn/l (summen af TBT)

Denne vurdering omhandler tributyltin forbindelser, i det efterfølgende forkortet TBT. TBT består af 3 butylgrupper bundet til tin samt en fjerde gruppe bundet til tin. Det er denne fjerde gruppe, der er afgørende for forskelle i de forskellige TBT's fysiske-kemiske og toksikologiske egenskaber. Der er kun data for nogle få TBT, f.eks. TBT-oxid (TBTO), som er den bedst undersøgte TBT, og TBT-chlorid (TBTCI).

CAS nr: 56-35-9 (TBTO)
Bruttoformel: $(n-C_4H_9)_3Sn-X$
X er en anion eller en anden organisk gruppe

Strukturformel: TBTO



Fysisk-kemiske egenskaber - for TBTO

Synonymer: hexabutyldistannoxan. Molvægt: 596,11. Beskrivelse: svagt gullig væske. Smeltepunkt: $< -45^\circ\text{C}$. Kogepunkt: - Massefylde: 1.17 g/ml. Damptryk: 7.5×10^{-6} mmHg (0,001 Pa). Flammepunkt: - Vandopløselighed: 4 mg/l. Octanol/vandfordeling (logP): 3.2-3.9. Omregningsfaktor (i luft): - Lugtgrænse: -.

Forekomst og anvendelse

TBT forekommer generelt i miljøet som følge af anvendelsen i forskellige produkter.

TBT er potente biocider med virkning på en række organismer i vandmiljøet f.eks. bakterier, svampe, alger, bløddyr og krebsdyr. TBT anvendes primært som antibegroningsmiddel i malinger til lystbåde og skibe samt som beskyttelsesmiddel til træ, murværk, tekstiler og i industrielle processer. EU har med virkning fra juli 2003 forbudt anvendelsen af TBT som antibegroningsmiddel i malinger til lystbåde og skibe. Den internationale marineorganisation (IMO) har med virkning fra januar 2008 nedlagt forbud mod skibe, der er behandlet med TBT-holdige produkter.

Miljømæssige forhold

TBT findes i vand, sediment og biota. Især ses forhøjede koncentrationer af TBT i kystnære strækninger tæt på lystbådehavne. I lystbådehavne samt i større havne er der rapporteret koncentrationer i vandet varierende fra 20 til 460 ng TBT/liter og i havvand fra 1 til 10 ng TBT/liter. I sediment fra kystnære områ-

der i Danmark er der målt koncentrationer fra 0,5 til 65,8 µg Sn/kg tørvægt (svarende til ca. 1,2 til 160 µg TBT/kg tørvægt).

En stor del af det frigjorte TBT bindes til suspenderede partikler eller organisk materiale i vandet og kan på denne måde overføres til sedimentet ved bundfældning. I sedimentet persisterer TBT i mange år. TBT kan også undergå biologisk nedbrydning i vand med rapporterede halveringstider i havvand varierende fra 1 dag til flere uger afhængigt af forholdene.

Der er ikke fundet data vedrørende forekomst og nedbrydning af TBT i jord.

TBT bioakkumulerer i akvatiske organismer, inklusiv skaldyr. I en dansk undersøgelse af fisk og skaldyr varierede indholdet af TBT (gennemsnit) fra under detektionsgrænsen (ca. 0,1 µg Sn/kg vådvægt (vv)) til 12,2 µg Sn/kg vv (svarende til ca. 0,24 til 29,7 µg TBT/kg vv).

Optagelse, omdannelse og udskillelse

TBT optages langsomt og ufuldstændigt fra mave-tarmkanalen (ca. 20-55%) og via huden (1-10%). Efter optagelsen fordeles TBT hurtigt til de fleste organer og væv, især til lever og nyrer. TBT kan også passere blod-hjernebarrieren og placentabarrieren (moderkagen). TBT omsættes hurtigt i leveren, og metabolitter (dibutyltin, butanol, forskellige hydroxy-, carboxy- og oxoforbindinger) kan måles i blod og lever ca. 3 timer efter indtagelse. TBT og metabolitter udskilles hovedsageligt med fæces og i mindre grad med urinen. Hos mus er halveringstiden estimeret til ca. 23-29 dage.

Sundhedsmæssige effekter

Data vedrørende effekter hos mennesker er meget sparsomme og begrænser sig til enkelte rapporter vedrørende irritation af luftveje, øjne og hud.

Den akutte toksicitet af TBT hos forsøgsdyr er høj efter oral indgift (LD₅₀-værdier fra 94 til 234 mg/kg hos rotter og fra 44 til 230 mg/kg hos mus) og moderat hos rotter efter hudkontakt (LD₅₀-værdi omkring 600 mg/kg). Symptomerne, som oftest først ses efter nogle dage, inkluderer effekter på hormonsystemer samt skader på lever og milt.

TBT giver moderat til svær grad af hud- og øjenirritation, ligesom der også er set tegn på irritation af luftveje efter inhalation i form af flåd fra næsen samt lungeødem.

TBTO viste ikke tegn på hudsensibilisering i en test med marsvin (Guinea-pig Maximisation Test).

Der er udført adskillige længerevarende undersøgelser med forsøgsdyr (primært rotter men også mus og

aber) med oral indgift af TBTO. Varigheden af undersøgelserne varierer fra få uger op til 2 år. De kritiske effekter er påvirkning af immun- og hormonsystemet.

På immunsystemet ses effekter i form af påvirkning af thymus og milt (nedsat vægt og histologiske forandringer), øget koncentration af immunoglobuliner i serum, nedsat antal leucocytter (en type hvide blodlegemer) og lymfocytter (en type hvide blodlegemer) samt nedsat respons overfor forskellige typer mikroorganismer og virus.

På hormonsystemet ses effekter i form af nedsat vægt af skjoldbruskkirtlen samt binyrer, histologiske forandringer i skjoldbruskkirtlen, og nedsat koncentration af flere hormoner som f.eks. insulin og skjoldbruskkirtelhormoner.

Derudover ses også ved højere doser generelle effekter i form af nedsat overlevelse, nedsat legemsvægt og/eller tilvækst samt øget levervægt og histologiske forandringer i leveren.

Med udgangspunkt i en 2-års undersøgelse i rotter kan der fastsættes et nul-effekt niveau (NOAEL) på 0,019 mg/kg legemsvægt/dag for effekter på immun- og hormonsystemet.

Der er også udført en række reproduktionsundersøgelser med forsøgsdyr (rotter, mus og kaniner) med oral indgift af TBTO eller TBTCI. I et 2-generationsstudie er der set effekter på kønsorganer hos begge køn, inklusiv en øget ano-genital afstand hos hunner som indikerer en maskulinisering.

Der er også set en lang række effekter på udviklingen af fosteret som følge af eksponering for TBT i drægtighedsperioden. Mest følsomt er immunsystemet, hvor der er set en påvirkning (øget koncentration af immunoglobuliner i serum og nedsat respons overfor mikroorganismer) ved det laveste dosisniveau på 0,025 mg TBTCI/kg legemsvægt/dag, der er anvendt i disse studier. Dette dosisniveau vurderes således som det laveste effektiveau (LOAEL) for påvirkning af immunsystemet.

TBTO er undersøgt for skader på generne i en række forskellige testsystemer. Resultaterne af disse undersøgelser tyder ikke på, at TBTO har skadende virkning på generne.

Der foreligger 2-års undersøgelser med rotter og mus givet TBTO oralt. Der sås ingen tumorer hos mus. Hos rotter er der set visse tumorer, som sandsynligvis skyldes en længerevarende påvirkning af hormon- og/eller immunsystemet. Det vurderes derfor, at der findes en tærskel for udvikling af disse tumorer, dvs. et dosisniveau hvorunder der ikke ses tumorer. NOAEL på 0,019 mg/kg legemsvægt/dag fastsættes for effekter på immun- og hormonsystemet vil derfor også tage højde for udvikling af tumorer.

Reguleringer / vurderinger

Klassificering: Xn;R21 T;R25 T;R48/23/25 Xi; R36/38 N; R50/53.

B-værdi: 0,0005 mg/m³ (TBTO, tributyltinnaphthenat).

Drikkevand: 2 µg TBTO/liter (WHO).

Grænseværdi, arbejdsmiljøet: 0,002 ppm (0,05 mg/m³).

IARC: -

Grundlag for kvalitetskriterier

Den kritiske effekt ved eksponering for TBT vurderes at være effekterne på hormon- og immunsystemet observeret hos rotter og mus.

En tolerabel daglig indtagelse (TDI) beregnes til 0,08 µg TBTCI/kg legemsvægt/dag (0,03 µg Sn/kg legemsvægt/dag) med udgangspunkt i LOAEL på 0,025 mg TBTCI/kg legemsvægt/dag for påvirkning af immunsystemet (øget koncentration af immunoglobuliner i serum og nedsat respons overfor mikroorganismer) hos afkom af rotter udsat for TBTCI i drægtighedsperioden. Der anvendes en usikkerhedsfaktor UF_I på 10, idet mennesker kan være mere følsomme end forsøgsdyr; en UF_{II} på 10 for at beskytte særligt følsomme mennesker; en UF_{III} på 3 for anvendelse af et LOAEL i stedet for et NOAEL.

Da mennesker primært udsættes for TBT via levnedsmidler og forbrugerprodukter tolereres et bidrag på kun 50 % af TDI fra jord og på kun 10% fra drikkevand.

Et sundhedsmæssigt baseret kvalitetskriterium i jord baseret på børns jordspisning beregnes til 1 mg Sn/kg jord, under forudsætning af at et barn på 13 kg i gennemsnit indtager 0,2 g jord per dag. Jordkvalitetskriteriet fastsættes til 1 mg Sn/kg jord og gælder for summen af TBT.

Et sundhedsmæssigt baseret kvalitetskriterium i drikkevand beregnes til 0,1 µg Sn/liter, under forudsætning af at et barn (alder 1-10 år) dagligt indtager 0,03 liter drikkevand per kg legemsvægt. Drikkevandkvalitetskriteriet fastsættes til 0,1 µg Sn/liter og gælder for summen af TBT.

Reference

Müller AK, Nielsen E and Ladefoged O (2007): Evaluation of health hazards by exposure to tributyltin compounds (TBT) and proposal of health based quality criteria for soil and drinking water. Afdeling for Toksikologi og Risikovurdering, Fødevarereinstituttet, Danmarks Tekniske Universitet. Baggrundsrapport udarbejdet for Miljøstyrelsen.