

## BARIUM, UORGANISKE VANDOPLØSELIGE FORBINDELSER

**Jordkvalitetskriterium: 100 mg Ba/kg jord**

**Drikkevandskvalitetskriterium: 700 µg Ba/l**

Dette datablad omhandler en vurdering af uorganisk, vandopløselige bariumforbindelser i relation til fastsættelse af kvalitetskriterier i jord og drikkevand med fokus på sundhedsmæssige effekter som følge af indtagelse af vandopløselige bariumforbindelser.

### Forekomst og anvendelse

Barium findes vidt udbredt i naturen i en række forbindelser, hvoraf de mest almindeligt forekommende forbindelser er barit (bariumsulfat) og witherit (bariumcarbonat).

Barium og bariumforbindelser anvendes indenfor en lang række områder, blandt andet ved fremstilling af legeringer, sæbe, gummi og linoleum, i cement, i glasindustrien, i elektronikindustrien, ved røntgenundersøgelser, i kosmetik og lægemidler, samt i blæk og malinger.

### Miljømæssige forhold

Barium udgør ca. 0,04% af jordskorpen. I Danmark er koncentrationen af barium i grundvandet målt til 65 µg/l (medianværdi) med en 90 percentil på 159 µg/l. Der er ingen danske data vedrørende koncentrationer i jord eller luft.

I vand kan bariumforbindelser detekteres meget længe efter udledning, med mindre barium fjernes ved for eksempel udfældning (ved tilstedeværelse af sulfat i vandet) eller overførsel til jord. Barium i jord er ikke særligt mobilt på grund af dannelse af vandopløselige salte samt bariums ringe evne til at danne opløselige komplekser med blandt andet humus.

### Optagelse, omdannelse og udskillelse

Opløselige bariumforbindelser optages efter oral indtagelse; optagelsen er mindre end 10% for voksne, men noget højere hos yngre personer. Optagelsen afhænger af flere forhold, blandt andet tilstedeværelse af føde i mavetarmkanalen, som medfører nedsat optagelse af barium, samt tilstedeværelse af sulfat i kosten, som medfører en udfældning af bariumsulfat. Efter optagelse ophobes barium i knoglerne (ca. 90% af den total kropslastning), hvor niveauet tilsyneladende er konstant livet igennem. Efter oral indtagelse udskilles barium primært med fæces (ca. 90%), men også i urinen. Den biologiske halveringstid for rotter er estimeret til omkring 90 til 120 dage.

### Sundhedsmæssige effekter

Der er rapporteret adskillige forgiftningstilfælde i relation til indtagelse af bariumforbindelser, primært bariumchlorid og bariumcarbonat. Den dødelige dosis for opløselige bariumforbindelser i ubehandlede tilfælde er vurderet til omkring 3 til 4 gram udtrykt som barium (ca. 50 mg Ba/kg legemsvægt (lgv.) for voksne), og tærskelen for effekter til omkring 0,2 til 0,5 gram (ca. 5 mg Ba/kg lgv. for voksne). Symptomerne på bariumforgiftning indtræder hurtigt efter indtagelse og inkluderer blandt andet kvalme, opkastning, kolik og diaré; derefter følger symptomer på påvirkning af hjerte- og skeletmuskulaturen, og i svære forgiftningstilfælde ses tab af reflekser samt muskellammelser, inklusive åndedrætsmuskulaturen, som kan medføre dødsfald.

Til belysning af effekter hos mennesker ved gentagen eksponering for vandopløselige bariumforbindelser er der et klinisk studie samt to epidemiologiske undersøgelser. I det kliniske studie på raske frivillige (mænd) sås ingen effekter på hjerte-karsystemet efter indtagelse af barium via drikkevandet (bariumchlorid 5-10 mg Ba/l svarende til ca. 0,11-0,21 mg Ba/kg lgv./dag) i 10 uger. I det ene epidemiologiske studie var der en forhøjet dødsfaldsratio for hjerte-kar sygdomme blandt indbyggere i et område med højt bariumindhold i drikkevandet (2-10 mg Ba/l) sammenlignet med indbyggere i et område med lavt bariumindhold i drikkevandet (mindre end 0,2 mg Ba/l); imidlertid var der i dette studie ikke taget højde for en lang række vigtige variable. I det andet epidemiologiske studie (opfølgende undersøgelse af det første studie) blev der ikke fundet forskel i blodtrykket hos indbyggerne i området med højt bariumindhold i drikkevandet (gennemsnit på 7,3 mg Ba/l svarende til 0,21 mg Ba/kg lgv./dag) sammenlignet med indbyggerne i området med lavt bariumindhold i drikkevandet (gennemsnit på 0,1 mg Ba/l svarende til 0,003 mg Ba/kg lgv./dag).

For rotter er orale LD<sub>50</sub>-værdier på henholdsvis 118 og 355 mg/kg lgv. rapporteret for bariumchlorid og bariumnitrat. For bariumchlorid er de laveste dødelige doser rapporteret fra 70 mg/kg lgv. i mus til 170 mg/kg lgv. i kaniner.

Hos rotter er der også set forhøjet blodtryk efter gentagen indtagelse af bariumchlorid med drikkevandet i op til 16 uger (nul-effektniveau (NOAEL) på 1 mg Ba/l; laveste observerede effektniveau (LOAEL) på 10 mg Ba/l) ved samtidig administration af foder med lavt indhold af spormineraler, calcium og kalium. I dyreeksperimentelle studier på rotter og mus indgivet barium via drikkevandet og samtidig administration af foder med et tilstrækkeligt indhold af mineraler ses primært effekter på nyrene. Baseret på 13-ugers og 2-års studier i rotter og mus vurderes NOAEL for påvirkning af nyrene til 45 mg Ba/kg lgv./ dag, idet der er observeret øget relativ nyrevægt hos hunrotter ved 75 mg Ba/kg lgv./ dag (LOAEL). For nyreskader, som kan afsløres ved histologiske undersøgelser, vurderes NOAEL på baggrund af de dyreeksperimentelle undersøgelser til 75 mg Ba/kg lgv./ dag for både rotter og mus.

Et et-generationsstudium på rotter og mus, der fik bariumchlorid via drikkevandet (i koncentrationer svarende til en daglig indtagelse på op til ca. 200 mg Ba/kg lgv./dag.) sås ingen påvirkninger af reproduktionsparametre eller fosterudviklingen, inklusive misdannelser.

Bariumchlorid og bariumnitrat har generelt ikke udvist genskadelige virkninger (mutagenicitet og genotoksicitet) i bakterietests eller i pattedyrceller *in vitro*; der er ingen *in vivo* undersøgelser.

I 2-års studier på rotter og mus er der ikke set øget forekomst af tumorer som følge af eksponering for bariumchlorid i drikkevandet ved koncentrationer svarende til daglige doser på op til 75/90 mg Ba/kg lgv./ dag for han-/hunrotter og op til 160/200 mg Ba/kg lgv./ dag for han-/hunmus).

## Reguleringer / vurderinger

### Klassificering:

Barium og bariumforbindelser (undtaget bariumsulfat og visse andre bariumsalte): Xn;R20/22.

Bariumchlorid: Xn;R20 T;R25.

Bariumcarbonat: Xn;R22.

### B-værdi: -

Drikkevand: 700 µg Ba/l (vejledende grænseværdi).

Grænseværdi, arbejdsmiljøet: 0,5 mg Ba/m<sup>3</sup> for opløselige bariumforbindelser.

IARC (WHO): -

## Grundlag for kvalitetskriterier

En tolerabel daglig indtagelse (TDI) beregnes med udgangspunkt i et observeret nul-effektniveau (NOAEL) på 0,21 mg Ba/kg lgv. hos

mennesker for effekter på hjerte-karsystemet i en epidemiologisk studie såvel som i en klinisk undersøgelse af frivillige personer. Der anvendes en UF<sub>I</sub> på 1, da humane data anvendes; en UF<sub>II</sub> på 10 for at beskytte særligt følsomme individer; en UF<sub>III</sub> på 1, da data er fra et velgennemført epidemiologisk studie og en velgennemført klinisk undersøgelse, der begge har undersøgt den relevante eksponeringsvej (oral indtagelse). TDI beregnes til 0,021 mg Ba/kg lgv.

Da den generelle befolkning primært udsættes for barium via føden tolereres et bidrag på kun 10% af TDI fra indtagelse af jord. Der foretages ikke tildeling af en procentdel af TDI ved fastsættelse af kvalitetskriteriet for drikkevand, idet TDI er baseret på et NOAEL fra studier, hvor barium er indtaget via drikkevandet, og hvor indtaget via føden er vurderet som værende lavt i forhold til indtaget via drikkevandet.

Et sundhedsmæssigt baseret kvalitetskriterium i jord baseret på børns jordspisning beregnes til 105 mg Ba/kg jord med udgangspunkt i TDI under forudsætning af, at et barn på 10 kg i gennemsnit indtager 0,2 g jord per dag. Jordkvalitetskriteriet fastsættes til 100 mg Ba/kg jord.

Et sundhedsmæssigt baseret kvalitetskriterium i drikkevand beregnes til 735 µg/l under forudsætning af, at en voksen person på 70 kg indtager 2 liter drikkevand per dag. Drikkevandkvalitetskriteriet fastsættes til 700 µg Ba/l.

## Reference

Nielsen E. and Ladefoged, O. (2006): Evaluation of health hazards by exposure to Inorganic water-soluble barium compounds. Afdeling for Toksikologi og Risikovurdering, Danmarks Fødevarerforskningscenter. Baggrundsrapport udarbejdet for Miljøstyrelsen.

Maj 2006 ENI/TR/T/DFVF.