

## FLUORIDER, UORGANISKE FORBINDELSER

### Jordkvalitetskriterium: 20 mg F/kg jord

Fluorider er en gruppe kemiske forbindelser, der indeholder fluoridionen, eksempelvis simple fluorider, komplekse fluorider, mineraler. Dette datablad omhandler toksiciteten af fluoridionen og omfatter kun de uorganiske fluorider, hvorfra fluoridionen let frigøres i mave-tarmkanalen og dermed kan optages. Det skal understreges, at jordkvalitetskriteriet kun omfatter indholdet af frie fluoridioner og ikke det totale indhold af fluorid i jorden.

#### Forekomst og anvendelse

Fluor er et grundstof, der forekommer på oxidationstrinene 0 og -1. Fluor findes naturligt i mineraler som fluspat ( $\text{CaF}_2$  90-95%), kryolit ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) og fluorapatit ( $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]_3\text{CaF}_2$ ). Natriumfluorid forekommer også naturligt. Fluorider anvendes primært i stålindustrien, kemisk industri samt glas- og keramikindustrien.

#### Miljømæssige forhold

Fluorider i miljøet stammer fra naturlige kilder (vulkanudbrud, frigørelse fra klipper og mineraler) såvel som fra antropogene kilder.

I mineralske jordtyper er det gennemsnitlige fluoridindhold på 200-300 mg/kg (USA), mens indholdet i organiske jordtyper sædvanligvis er lave. Fluoridindholdet i det øverste jordlag kan være højere som følge af tilførsel via kunstgødning, pesticider m.m.

I grundvand er der fundet koncentrationer fra omkring 1 til 25 mg/l, men sædvanligvis er koncentrationen ikke over 10 mg/l.

#### Optagelse, omdannelse og udskillelse

Vandopløselige fluorider optages let og fuldstændigt efter indtagelse, mens mindre vandopløselige fluorider optages i ringere grad. Efter optagelse fordeles fluorid til hele organismen. Omkring 99% er bundet reversibelt i knogler og tænder. Fluorid udskilles primært via urinen.

#### Sundhedsmæssige effekter

Fluor er muligvis et essentielt sporstof for mennesker, men et dagligt behov har ikke kunnet angives. Den almene befolkning får primært fluorid via mad og drikkevand. Daglig indtagelse varierer fra område til område, værdier fra 0,2 til 5-6 mg/dag er rapporteret.

Letopløselige, uorganiske fluorider som f.eks. alkalifluorider er mere giftige efter indtagelse end

de mere tungtopløselige fluorider. Den dødelige dosis efter indtagelse af natriumfluorid er rapporteret til omkring 5-10 g for voksne, svarende til ca. 32-64 mg F/kg lgv. For småbørn er der rapporteret en dødelig dosis på omkring 5-16 mg F/kg lgv. for natriumfluorid. Hos voksne ses effekter i mavetarmkanalen i form af kvalme, opkastning og smerter efter indtagelse af 2-3 mg F/kg lgv.

Når fluorid ophobes i knoglerne, bliver disse skøre. Denne tilstand kaldes fluorose. Symptomerne er smerter i knogler og led samt begrænset bevægelighed. Udvikling af fluorose i knoglerne er konstateret efter indtagelse af drikkevand indeholdende 3-6 mg F/l. I meget svære tilfælde (koncentrationer i drikkevand >10 mg/l) kan tilstanden være invaliderende.

Fluorose ses også i form af skader på tandemaljen. Ved koncentrationer i drikkevand omkring 1 mg F/l kan der forekomme let misfarvning af tænder, mens koncentrationer over 1,5-2 mg F/l kan give anledning til skader i form af emaljeskørhed. Imidlertid beskytter fluorid (0,5-2 mg F/l i drikkevandet) mod udvikling af caries ved at tandemaljen bliver hårdere.

Efter oral administration af fluorider til både forsøgsdyr og til husdyr ses primært fluorose.

Fluorider passerer fra moderen over i fosteret. Der er ikke set fosterskader hos mennesker. Hos forsøgsdyr (rotter, kaniner) er der set fosterskader ved doser, som også gav toksiske skader på moderdyrene.

Tests på bakterier og insekter samt *in vivo* undersøgelser har ikke afsløret skadelige virkninger på generne (mutagenicitet og genotoksicitet). Forsøg med pattedyrceller har vist genskader ved fluoridkoncentrationer, der også er celletoksiske, men ikke ved lave koncentrationer. Data tyder således på, at fluorider ikke har mutagene eller genotoksiske egenskaber.

Der er ikke fundet sammenhæng mellem forekomst af kræft hos mennesker og koncentrationen af fluorid i drikkevand. I et enkelt forsøg er der hos hanrotter set forekomst af knoglekræft. Alt i alt tyder data på, at fluorider ikke er kræftfremkaldende.

## Reguleringer / vurderinger

### Klassificering:

kaliumfluorid: T;R23/24/25.

natriumfluorid: T;R25 R32 Xi;R36/38.

B-værdi: 0,001 mg F/m<sup>3</sup>.

Drikkevand: 1,5 mg F/l.

Grænseværdi, arbejdsmiljø: 2,5 mg F/m<sup>3</sup>. Der kan være fastsat andre værdier for specifikke forbindelser.

IARC/WHO: Gruppe 3, kan ikke klassificeres mht. kræftfremkaldende virkning hos mennesker.

## Grundlag for kvalitetskriterier

Ved fastsættelse af et sundhedsmæssigt baseret kvalitetskriterium for fluorid i jord vurderes de akutte effekter (kvalme, opkastning og smerter i mavetarmkanalen set hos voksne efter indtagelse af 2-3 mg F/kg lgv.) at være den kritiske effekt efter indtagelse af en større mængde jord (op til 10 g) hos småbørn. Dosis på 2 mg F/kg lgv. betragtes som det laveste observerede effektniveau (LOAEL).

En tolerabel daglig indtagelse (TDI) beregnes med udgangspunkt i LOAEL på 2 mg F/kg lgv. 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 mennesker; en UF<sub>III</sub> på 10, idet der tages udgangspunkt i et effektniveau. TDI beregnes til 0,02 mg F/kg lgv.

Da akutte virkninger er vurderet som den kritiske effekt, beregnes jordkvalitetskriteriet under forudsætning af, at et barn på 10 kg kan indtage en større mængde jord på op til 10 g, til 20 mg F/kg jord. Jordkvalitetskriteriet fastsættes til 20 mg F/kg jord. Det understreges, at jordkvalitetskriteriet kun omfatter indholdet af frie fluoridioner og ikke det totale indhold af fluorid i jorden.

Fluorose vurderes som værende den kritiske effekt efter indtagelse af uorganiske fluorider i drikkevand. Skader på tandemaljen ses ved lidt lavere koncentrationer i drikkevand (over 1,5-2 mg F/l) end skader på andre knogler (3-6 mg F/l). Ved fastsættelse af et sundhedsmæssigt baseret kvalitetskriterium for fluorid i drikkevand må der også tages hensyn til den beskyttende virkning mod udvikling af caries (0,5-2 mg F/l). Der er pt. fastsat et kvalitetskrav til drikkevand på 1,5 mg F/l. Denne kravværdi tilgodeser den gavnlige virkning af fluorid og tager samtidig højde for udvikling af skader på tandemaljen.

## Reference

Nielsen E. (1997): Evaluation of health hazards

by exposure to inorganic fluorides and estimation of limit values in ambient air, drinking water and soil. Institutet for Toksikologi, Levnedsmiddelstyrelsen. Baggrundsrapport udarbejdet for Miljøstyrelsen.

Januar 1997 ENI/IT.  
December 2002 ENI/IFSE.