

URANIUM, UORGANISKE OG OPLØSELIGE SALTE

Drikkevandkvalitetskriterium: 2 µg U/l

Denne vurdering omhandler vandopløselige uorganiske salte af naturligt uran.

Naturligt uran er en blanding af isotoperne ^{234}U , ^{235}U and ^{238}U (henholdsvis 0,005%, 0,72% og 99,3% efter vægt). Naturligt uran emitterer kun meget små mængder radioaktiv stråling (0,68 pCi/µg) og der er ikke fundet et uacceptabelt indhold af radioaktivitet i dansk drikkevand. Denne vurdering omhandler kun urans kemiske virkning.

De mest almindelige salte er:

Uranyl nitrate hexahydrate

CAS nr: 13520-83-7
Bruttoformel: $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Uranyl fluoride

CAS nr: 13536-84-0
Bruttoformel: $\text{F}_2\text{O}_2\text{U}$

Uranium tetrachloride

CAS nr: 10026-10-5
Bruttoformel: UCl_4

Uranyl acetate, dihydrate

CAS nr: 541-09-3
Bruttoformel: $\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Forekomst og anvendelse

Uran er naturligt forekommende i jordskorpen med en koncentration på ca. 3 mg/kg. Uran udvindes fra uranholdigt malm. Uranoxid bruges bl.a. i glødelamper, farver og bejdsere. Beriget uran bruges i atomreaktorer. Lavradioaktivt uran, som er restproduktet ved fremstilling af beriget uran, bruges bl.a. i panserbrydende ammunition og som kontravægt i fly.

Miljømæssige forhold

Uran i miljøet stammer fra vulkanudbrud, minedrift, bearbejdning af uranholdige produkter og som følge af afbrænding af kul. Uran er naturligt forekommende i grundvand. I Danmark er indholdet af uran i grundvand målt i intervallet fra 2 ng/l til 20 µg/l. I fødevarer er de højeste koncentrationer fundet i skaldyr, bløddyr og strandsnegl (9,5-31 µg U/kg). Indholdet i grøntsager og brød er ca. 2 µg U/kg.

Optagelse, omdannelse og udskillelse

Uran optages ufuldstændigt fra mave-tarmkanalen. Hos mennesker optages ca. 1-2% afhængigt af uransaltes opløselighed. Generelt medfører højere opløselighed højere optagelse. Efter optagelse fordeles uran til forskellige væv med højeste koncentrationer i knogler, lever og nyrer. Halveringstiden for uran i nyrerne hos rotter er på ca. 15 dage.

Sundhedsmæssige effekter

Data vedrørende effekter hos mennesker er meget sparsomme og begrænser sig til enkelte forgiftningstilfælde og epidemiologiske studier. Ved forgiftningstilfælde, efter indtagelse (ca. 15 g uranylacetat), ses først og fremmest effekter på nyrerne.

I flere epidemiologiske studier, fra bl.a. Canada og Finland, er der fundet sammenhæng mellem et højt indtag af uran fra drikkevand og effekter på nyrefunktionen.

Den akutte toksicitet ved indtagelse af uran hos forsøgsdyr er høj med LD_{50} -værdier på 114 mg U/kg legemsvægt hos rotte og 136 mg U/kg legemsvægt hos mus.

Der er udført adskillige længerevarende undersøgelser med forsøgsdyr (rotte, mus, kanin, hund), efter oral indgift af uran i form af opløselige salte, primært via drikkevandet. Varigheden af undersøgelserne var fra 4 uger og op til 2 år. Den kritiske effekt er påvirkning af nyrefunktionen, som er set i kaniner ved doser fra 0,05 mg U/kg legemsvægt/dag, i rotter ved doser fra 0,06 mg U/kg legemsvægt/dag, i hunde ved doser fra 15,4 mg U/kg legemsvægt/dag, og i mus ved doser fra 452 mg U/kg legemsvægt/dag.

Med udgangspunkt i en 91-dages undersøgelse (kanin, uranyl nitrat hexahydrat i drikkevand) kan det laveste effekt niveau (LOAEL) sættes til 0,05 mg U/kg legemsvægt/dag for effekter på nyrerne.

Der foreligger en række studier med forsøgsdyr (rotte, mus, kanin) til belysning af effekter på reproduktionsevnen og på udviklingen af fostret. Nedsat sædmængde og øget dødelig hos afkom er observeret hos mus ved doser fra henholdsvis 11,2 og 5,6 mg U/kg legemsvægt/dag efter oral indgift af uranylacetat dihydrat. Hos rotter og kaniner er der ikke set effekter på reproduktionsevnen eller fosterskader.

Med udgangspunkt i studierne på mus kan der fastsættes et nul-effekt niveau (NOAEL) på 11,2 mg U/kg legemsvægt/dag for effekter på reproduktionsevnen og et NOAEL på 2,8 mg U/kg legemsvægt/dag for påvirkning af udviklingen af fostret.

Der er meget få data vedrørende urans (i form af opløselige salte) skadelige virkninger på generne, og data giver hverken anledning til at frikende eller underbygge en eventuel mistanke mht. disse effekter.

Hverken undersøgelser i forsøgsdyr eller mennesker har rapporteret kræftfremkaldende effekter efter indtagelse af vandopløselige uran salte. På baggrund heraf vurderes, at opløselige uransalte sandsynligvis ikke er kræftfremkaldende efter oral indtagelse.

Reguleringer / vurderinger

Klassificering: Tx;R26/28 R33 N;R51/53.

B-værdi: -

Drikkevand: -

Grænseværdi, arbejdsmiljøet: 0,2 mg U/m³.

IARC (WHO): -

Grundlag for kvalitetskriterier

Den kritiske effekt af opløselige uran forbindelser vurderes at være nyreeffekter observeret hos rotte, mus, kanin og hund efter oral indgift af opløselige uran salte opløst i drikkevand.

En tolerabel daglig indtagelse (TDI) beregnes til 0,17 µg U/kg legemsvægt/dag med udgangspunkt i et LOAEL på 0,05 mg U/kg legemsvægt/dag for påvirkning af nyrerne hos hankaniner. 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 og en UF_{III} på 3 idet der tages udgangspunkt i en LOAEL i stedet for en NOAEL og for at tage hensyn til at der kun er begrænsede data vedr. kræftfremkaldende og genskadelige effekter. Der er ikke taget hensyn til, at den anvendte undersøgelse er af kort varighed (91 dage), da halveringstiden for uran i nyrerne er på ca. 15 dage, hvilket betyder, at nyreeffekterne efter indtagelse af uran er mere afhængig af størrelsen af dosis end af varigheden af indtaget.

Da mennesker primært udsættes for uran via drikkevand tolereres et bidrag på 100 % af TDI fra indtagelse af drikkevand.

Et sundhedsmæssigt baseret kvalitetskriterium i drikkevand beregnes til 2,1 µg U/liter, under for-

udsætning af at et barn (alder 1-10 år) dagligt indtager 0,08 liter drikkevand per kg legemsvægt. Drikkevandkvalitetskriteriet fastsættes til 2 µg U/liter.

Reference

Nielsen E, Greve K, og Ladefoged O (2008): Evaluation of health hazards by exposure to uranium, inorganic and soluble salts and proposal of a health based quality criterion for drinking water. Afdeling for Toksikologi og Risikovurdering, Fødevareinstituttet, Danmarks Tekniske Universitet. Baggrundsrapport udarbejdet for Miljøstyrelsen.

Juni 2008 ENI/T/DTU-FOOD.