

Kwikvergiftiging in Japan

Veel kwikverbindingen zijn giftig. Een van de bekendste gevallen van kwikvergiftiging vond plaats in de jaren vijftig van de vorige eeuw in Minamata (Japan). Veel mensen werden daar vergiftigd door voedsel dat was besmet met methylkwikchloride (CH_3HgCl). Deze stof kwam in het zeewater terecht als industrieel afval. In water stelt zich het volgende evenwicht in:



- 2p 1 Geef de evenwichtsvoorwaarde voor dit evenwicht.

Methylkwikchloride wordt door organismen die in het water leven, zoals plankton en vissen, in het vetweefsel opgenomen in de vorm van het ongeïoniseerde CH_3HgCl . In zeewater is de $[\text{CH}_3\text{HgCl}]$ ongeveer $1,5 \cdot 10^5$ keer zo groot is als de $[\text{CH}_3\text{Hg}^+]$.

- 2p 2 Leg uit of in rivierwater de $[\text{CH}_3\text{HgCl}]$ ook $1,5 \cdot 10^5$ keer zo groot is als de $[\text{CH}_3\text{Hg}^+]$ of dat dit kleiner is of nog groter.

In een voedselketen wordt plankton geconsumeerd door kleine vissen, kleine vissen door grotere vissen en (grote) vissen door mensen. Omdat methylkwikchloride nauwelijks uit vetweefsel verdwijnt, wordt bij elk volgend organisme in de voedselketen de concentratie in het vetweefsel hoger. Dit verschijnsel heet bio-accumulatie. Zo is het mogelijk dat hoge concentraties van methylkwikchloride in vissen worden aangetroffen, terwijl in het water waarin de vissen leven, de concentratie van methylkwikchloride laag is. In de milieutoxicologie wordt het begrip bio-concentratie-factor (BCF) gehanteerd:

$$\text{BCF} = \frac{\text{gehalte } \text{CH}_3\text{HgCl} \text{ in vis (massa - ppm)}}{\text{gehalte } \text{CH}_3\text{HgCl} \text{ in zeewater (massa - ppm)}}$$

Men heeft destijds in Japan in vissen die door mensen als voedsel werden gebruikt een gehalte van $1,1 \cdot 10^2$ massa-ppm methylkwikchloride aangetroffen. Onder andere met dit gegeven is te berekenen hoeveel milligram kwik per liter zeewater aanwezig was. Het is gebruikelijk om dit kwikgehalte uit te drukken in mg Hg per liter.

- 4p 3 Bereken hoeveel mg Hg per liter aanwezig was in het zeewater waarin de vissen hebben geleefd. Ga ervan uit dat $\text{BCF} = 8,4 \cdot 10^3$. Gebruik een gegeven uit Binas-tabel 11.

Het methykwikchloride dat mensen binnenkrijgen, wordt direct in het lichaam opgenomen via het maag-darmstelsel. Methykwikchloride reageert met aanwezig vrij cysteïne of een cysteïne-eenheid in een eiwit. Bij deze reactie wordt een covalente binding (atoombinding) gevormd tussen een kwikatoom en een zwavelatoom. Tevens splitst van een molecuul methykwikchloride een Cl^- ion af en van de cysteïne-eenheid een H^+ ion. Wanneer deze reactie heeft plaatsgevonden met een eiwit dat een enzymfunctie heeft, kan dat enzym zijn werking soms niet meer uitvoeren.

- 4p 4 Geef met behulp van structuurformules de vergelijking van de reactie tussen een molecuul methykwikchloride en het eiwitfragment ~ Leu – Cys ~.
- 1p 5 Leg uit waarom het enzym na deze reactie zijn werking niet meer kan uitvoeren.