



Bepaling van totaal-alfa activiteit in drinkwater

P. KWAKMAN, RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU

M. WITTE, RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU

L. BREEDEVELD, GEMEENTEWATERLEIDINGEN AMSTERDAM

In het Waterleidingbesluit staan maximumwaarden vermeld voor enkele radioactiviteitsparameters: voor tritium minder dan 100 Bq/l, voor totaal-alfa minder dan 0,1 Bq/l, voor totaal-beta minder dan 1,0 Bq/l en voor de indicatieve dosis minder dan 0,1 mSv/jaar. In samenwerking met Gemeentewaterleidingen Amsterdam (Leiduin) heeft het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu een simpele methode ontwikkeld om deze te bepalen. Na een eenvoudige monstervoorbehandeling van ruw- of reinwater worden de parameters met behulp van vloeistofscintillatietelling gemeten.

In Nederland wordt het milieu (luchtstof, regenwater en oppervlaktewater) continu bemonsterd en onderzocht op kunstmatig toegevoegde radioactiviteit¹. Het analyseren van drinkwater op radioactiviteit heeft echter geen hoge prioriteit. In het Waterleidingbesluit staat dat in drinkwater, naast de gebruikelijke chemische en biologische parameters, tevens op radioactiviteit gemeten dient te worden en wel op tritium, totaal-alfa en totaal-beta. Indien deze parameters beneden de bovengenoemde grenswaarden blijven, mag redelijkerwijs verondersteld worden dat de indicatieve dosis beneden de grens van 0,1 mSv per jaar blijft.

Radioactiviteit in drinkwater

Het meten van tritium en totaal-beta vormt voor de meeste laboratoria geen enkel probleem. Tritium wordt bepaald door het watermonster te destilleren en het destillaat te meten met vloeistofscintillatietelling. Totaal-beta wordt bepaald door het monster droog te dampen op een telschaal en met gasdoorstroomtelling de beta activiteit te meten. Het meten van de totaal-alfa activiteit door middel van de droogdampmethode is echter voor laboratoria die niet zijn uitgerust voor radioactiviteitsmetingen, lastig uitvoerbaar. De telefficiëntie die toegepast moet worden bij het berekenen van de totaal-alfa activiteit, wordt sterk beïnvloed door de wijze van droogdampen. Daarbij is het bestellen, gebruiken en houden van alfa standaarden, noodzakelijk voor de kalibratie van de meetapparatuur, aan regelgeving gebonden. Recent is door Eichrom een methode beschreven die gebruik maakt van een ionenwisselaar die selectief actiniden, zoals thorium, uranium, neptunium, plutonium en americium, adsorbeert². Dit is op zich niet zo verbazingwekkend, omdat de meeste actiniden een chemische valentie van 3+ of 4+ hebben. Voordeel van deze methode is een volumereductie van 100 ml naar de hoeveelheid gebruikte ionenwisselaar (in de orde van 0,5 gram) en het feit dat een aantal storende ionen in het watermonster, zoals kalium en calcium, een zeer lage affiniteit hebben voor de ionenwisselaar. Bijkomend voordeel is dat alfastralers met een telefficiëntie van bijna 100 procent gemeten kunnen worden door middel van vloeistofscintillatietelling. Dit maakt een

Radioactiviteitsbegrippen

Als de kern van een atoom instabiel is, zal deze door middel van het uitzenden van alfastraling (een deeltje van twee protonen en twee neutronen), betastraling (een electron) of gammastraling streven naar een meer stabiele situatie. Voorbeelden van alfastralers zijn ²³²Th, ²³⁸U, ²³⁹Pu, ²⁴¹Am en van betastralers ³H, ¹⁴C, ⁴⁰K en ⁹⁰Sr. In het algemeen mag gesteld worden dat alfastralers in het menselijk lichaam een orde van grootte toxischer zijn dan betastralers. Vandaar dat in de bovengestelde grenswaarden voor drinkwater een factor 10 verschil zit. In de berekening van de radiotoxiciteit wordt niet alleen rekening gehouden met de soort en de energie van de uitgezonden straling, maar ook met de chemische vorm, de verdeling over het menselijk lichaam en de snelheid van uitscheiden via urine of faeces.

kalibratie erg eenvoudig, waardoor het hanteren van alfastralers op het lab tijdens de introductie van de methode tot een minimum beperkt blijft.

Doel van het onderzoek was dan ook tweeledig: validatie van de door Eichrom beschreven procedure en het introduceren van de methode op het drinkwaterlaboratorium van GWA in Leiduin.

Optimalisatie van de Eichrom procedure

In het kort komt de Eichrom procedure op het volgende neer. Een watermonster van 100 ml wordt aangezuurd tot pH 2; 500 mg ionenwisselaar wordt toegevoegd en er wordt overnacht geroerd (minimaal vier uur). De ionenwisselaar wordt overgebracht in een telflesje en daaraan wordt 15 ml vloeistofscintillatiecocktail toegevoegd. Het telflesje wordt gedurende vier uur gemeten met een instelling die geschikt is om alfa-pulsen en beta-pulsen van elkaar te kunnen scheiden.

De bovenbeschreven Eichrom-methode is op enkele onderdelen aangepast. Zo is gebleken dat 300 mg voldoende is om ²⁴¹Am kwantitatief uit 100 ml water te adsorberen. De ionenwisselaarkorrels worden in een vacuümfilteropstelling afgescheiden van het watermonster. Het overbrengen van de ionenwisselaarkorrels in het telflesje leverde aanvankelijk geen kwantitatieve resultaten. Toevoegen van zowel het filter als de korrels leverde wel kwantitatieve resultaten. Waarschijnlijk blijven fijnverdeelde



Vloeistofscintillatietelling

Deze meettechniek is bij uitstek geschikt om zwakke beta-stralers, zoals ^3H en ^{14}C en alfastralers te meten. De uitgezonden deeltjes vormen een energiespoor in de oplossing, waardoor fluoroforen in de aangeslagen toestand raken. Het licht dat uitgezonden wordt, is gelijk aan het fluorescentie-spectrum. Aangezien de pulsduur als gevolg van een alfa-deeltje langer is dan dat van een beta-deeltje kan elektronisch onderscheid gemaakt worden tussen alfa- en beta-stralers. Alleen vloeistofscintillatie-tellers met 'Time Resolved alpha beta-discrimination' zijn daarvoor geschikt.

resten van het korrelmateriaal in de poriën van het filter achter.

De vloeistofscintillatietelling werd geoptimaliseerd met ^{241}Am als modelnuclide³. In een serie van 20 monsters rein- en ruwwater, waarvan een bekende hoeveelheid ^{241}Am werd toegevoegd, is voor dit nuclide een recovery van $100,7 \pm 1,3$ procent, een efficiëntie van $98,6$ procent en een detectiegrens van $0,03 \text{ Bq.l}^{-1}$ gevonden.

Introductie van de methode bij GWA

De introductie van de methode op het laboratorium van GWA (Leiduin) vergde slechts twee werkdagen en bestond hoofdzakelijk uit het testen en afregelen van een ander type vloeistofscintillatieteller dan de auteurs gewend waren. Indien een totaal-alfa activi-

teits-concentratie boven de grenswaarde van $0,1 \text{ Bq/l}$ aangetroffen wordt, kan ter controle eerst het watermonster een factor 5 of 10 ingedamppt worden alvorens de bepaling te herhalen. Is inderdaad sprake van een verhoogde alfa-activiteit, dan wordt een nadere analyse van het monster voorgeschreven. Hiervoor is bijzondere expertise noodzakelijk, zoals die onder meer aanwezig is bij het RIZA of het RIVM. Voor een drinkwaterlaboratorium is het immers niet kosteneffectief om dure en tijdrovende bepalingen in huis te hebben voor wellicht enkele analyses per jaar.

Conclusies

Het bepalen van de totaal-alfa activiteit in drinkwater met behulp van selectieve ionenwisselaars en vloeistofscintillatietelling blijkt

een eenvoudig uitvoerbare techniek. Ook voor laboratoria met beperkte middelen voor stralingsmetingen is deze bepaling routinematig goed uitvoerbaar. 

LITERATUUR

- 1) Knetsch G. (2002). Monitoring of radiation in the environment in the Netherlands. RIVM-rapport 610056 047/2002.
- 2) Eichrom Industries Inc. (2001). Determination of gross-alpha radioactivity in water. Analytical procedures ACW11.
- 3) Kwakman P. en M. Witte (2002). Determination of gross-alpha in drinking water and waste water using actinide resin and LSC. Paper presented at the 9th Int. Symp. on Environmental Radiochemical Analysis, Maidstone, 18-20 sept. 2002