

water aanwezige toxinen vrijwel niet verwijderd worden. Naast de inactivering en verwijdering van botulinum toxinen door verschillende zuiveringsprocessen blijkt dat toxinen in het oppervlaktewater en in het daaruit geproduceerde drinkwater spontaan hun activiteit verliezen. Een verklaring hiervoor is moeilijk te geven aangezien botulinum toxinen in gedestilleerd water wel stabiel zijn.

Samengevat kan dan ook gesteld worden dat mede door de geringe stabiliteit van botulinum toxinen in oppervlaktewater de kans klein is dat toxinen via het oppervlaktewater in het drinkwater terecht komen. Wanneer bovendien tijdens het productieproces ozon en/of chloor aan het water worden gedoseerd, is deze kans zelfs nihil.

6. Samenvatting

Onderzocht werd de stabiliteit van botulinum toxinen in oppervlaktewater en in het daaruit geproduceerd drinkwater. Bovendien werd de invloed van diverse zuiveringsprocessen nagegaan op de verwijdering en inactivatie van botulinum toxinen.

Botulinum toxinen verliezen in oppervlaktewater en in het daaruit geproduceerde drinkwater spontaan hun activiteit. Een 99 % inactivering van de toxinen vergt 5 à 8 dagen.

Door zowel chloor als ozon worden botulinum toxinen geïnactiveerd. In experimenten waarbij aan gedestilleerd water zuivere botulinum toxinen werden toegevoegd bleek dat chloordoseringen van 0,3 - 0,4 mg per liter (toegediend in de vorm van NaOCl) binnen 60 seconden een inactivering van 99 % bewerkstelligt. Soortgelijke experimenten uitgevoerd met ozon toonden aan dat ozonconcentraties van 1 mg/l 99 % van de eventueel aanwezige botulinum toxinen inactiverden. Door coagulatie van water met behulp van Fe^{3+} (toegediend in de vorm van $FeCl_3$) worden botulinum toxinen eveneens verwijderd. Bij een dosering van ca. 7 - 9 mg $FeCl_3$ per liter water wordt 90 % van de mogelijk aanwezige toxinen verwijderd. Ook is mogelijk om met behulp van poederkool botulinum toxinen uit het water te verwijderen. De hoeveelheid kool die nodig is om 99 % van het toxine te verwijderen bedraagt 4 tot 8 g/l.

Literatuur

1. Brazis, A. R., Bryant, A. R., Leslie, J. E., Woodward, R. L. en Kabler, P. W. *Effectiveness of Halogens or halogen compounds in detoxifying Clostridium botulinum toxins*. Journ. AWWA 51, 902-912, 1959.
2. Geld, J. van der, *Tallose dode vogels in de polder zuidelijk Flevoland*. Het vogeljaar, 19; 601, 1971.

3. Graham, J. M. en Smith, G. R. *Avian botulism in winter and spring and the stability of Clostridium botulinum type C toxine*. The Vet. Rec. 102, 40-41, 1978.

4. Haagsma, J., *De etiologie en epidemiologie van botulisme bij watervogels in Nederland*. Dissertatie R.U. Utrecht, 1973.

5. Kitamura, M., Sakaguchi, S., en Sakaguchi, G., *Significance of 12S toxine of Clostridium botulinum type E*. J.Bacteriol. 98: 1173-1178, 1969.

6. Kozaki, S., Sakaguchi, S. en Sakaguchi, G., *Purification and some properties of progenitor toxins of Clostridium botulinum type B*. Infect. Immun. 10, 750-756, 1974.

7. Markarjan, M. K., Ryshow, N. V. en Stannikov, J. V., *Sanierung von mit Botulinustoxinen verunreinigtem Wasser*. Journal of Hygiene, Epidemiology, Microbiology and Immunology. 4, 358-389, 1960.

8. Morozow, Y. M., *Use of chlorin dioxide for the detoxification of botulinum toxin in water*. Tr. Saratov. Med. Inst. 73, 40-43, 1970.

9. Notermans, S. en Noorle Jansen, Lucretia van, *Het voorkomen van Clostridium botulinum en indicatorkiemen in drinkwaterwingebieden en drinkwaterproductiebedrijven*. H₂O, 11: 344-347, 1978.

10. Notermans, S. en Dufrenne, J., *Het voorkomen van Clostridium botulinum in drinkwaterwingebieden en drinkwaterproductiebedrijven*. H₂O, 12: 260, 1979.

11. Quortrup, E. R. en Sudheimer, R. L., *Transactions of the 7th North American Wildlife Conference*. 284, 1942.

12. Radosavljevic, M. K. en Ilic, M., *Neutralisanje toksina Clostridium botulinum tipa A hlornim perparatina*. Mikrobiologija, 8, 219-225, 1971.

13. Radosavljevic, M. K. en Ilic, M., *Utica Kalcijmhipohlorita na toksin Clostridium botulinuma tipa C*. Vojnosanitetski Pregled, 27, 274-276, 1970.

14. Sakaguchi, G., Sakaguchi, S. en Karashimada, T., *Molecular size of Clostridium botulinum type E toxin*. Japan J.Med.Sci.Biol., 19, 201-107, 1966.

15. Stannikov, E. U. en Morozow, Y. M., *Hygienic problems of water decontamination from toxic substances by means of chlorine compounds*. Gigiena i Sanitariya 42, 20-24, 1977.

16. Sugii, S. en Sakaguchi, G., *Molecular construction of Clostridium botulinum type A toxins*. Infect. Immun. 12, 1262-1270, 1975.



1. Inleiding

Desinfectiemiddelen worden in badinrichtingen toegepast ter bescherming van de zwemmers. Juist in zwembadwater kunnen besmettingen optreden door het contact dat de gebruikers indirect met elkaar hebben, niet alleen via het water, maar ook via de vloeren.

Voor de desinfectie van zwembaden worden in het algemeen middelen op basis van chloor gebruikt.

In Nederland wordt een chloorgehalte (aktief chloor) aangeraden van 0,3 mg/liter.



G. VAN DE HAAR
Keuringsdienst van Waren
te Groningen



MEVR. F. M. PIJPER-
NOORDHOFF
Keuringsdienst van Waren
te Groningen



K. STRIKWERDA
Keuringsdienst van Waren
te Groningen

Het meeste zwembadwater in Nederland wordt gechlloreerd met hypochlorigzuur, hetzij via Cl_2 of natriumhypochloriet. Het grootste probleem dat optreedt bij het gebruik van natriumhypochloriet is de geringe stabiliteit hiervan o.i.v. zonlicht. Isocyanuraten kunnen op twee manieren worden toegepast bij de desinfectie van zwembadwater.

In de eerste plaats kunnen gechlloreerde isocyanuraten, bijv. natriumchlorisocyanuraat (afb. 1) worden ingezet.

In het water ontlede de gechlloreerde isocyanuraten volgens het onderstaand evenwicht tot isocyaanurzuur en hypochlorigzuur.



De ontleding van chloor-isocyanuraten wordt bepaald door de behoefte aan chloor en niet door zonlicht beïnvloed.

Een nadeel is echter, dat de concentratie van het na verbruik overblijvende isocyaanurzuur oploopt en een zgn. 'chlorine lock' kan veroorzaken, d.w.z. verdere toevoeging van natriumchlorisocyanuraat heeft nauwelijks invloed op het chloorgehalte.

De stabiliteit van gechlloreerde isocyanura-

ten t.o.v. het zonlicht kan ook op een andere manier worden gebruikt.

Aan zwemwater, dat gechloreerd is m.b.v. hypochloriet wordt een kleine hoeveelheid isocyanuurzuur (25 - 30 ppm) toegevoegd, waardoor de evenwichtsreactie (1) zich zal instellen.

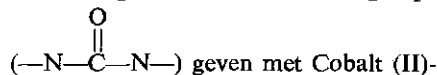
Door de binding van het hypochlorigzuur aan het isocyanuurzuur, is er nooit een overmaat hypochlorigzuur aanwezig en zal het ook niet door zonlicht ontlede.

Een mogelijk nadeel t.o.v. hypochloriet is, dat de werkingssnelheid duidelijk lager is. Gezien het mogelijk gebruik van isocyanuraten in zwembaden is het gewenst over een bepalingmethode te beschikken.

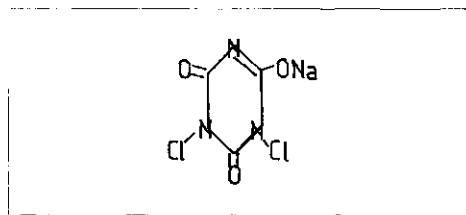
Door ons is een spectrofotometrische bepalingmethode ontwikkeld om het totaal aan dichloorisocyanuraat, monochloorisocyanuraat en isocyanuurzuur te bepalen, gebaseerd op de reactie van Parri (5.1.).

2. Principe

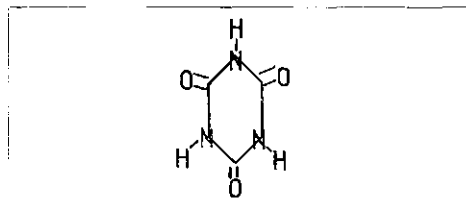
Verbindingen met de functionele groep



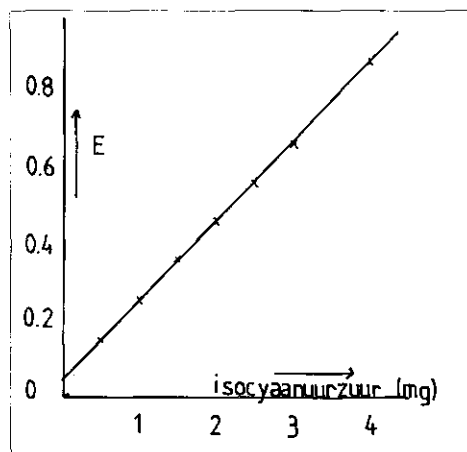
Afb. 1.



Afb. 2.



Afb. 3.



Spectrofotometrische bepaling van isocyanuraten in zwemwater

1. Doel en toepassingsgebied

Met de hier beschreven methode kan isocyanuurzuur kwantitatief bepaald worden in zwemwater.

2. Principe

Cyanuraten geven met cobalt(II)-zouten onder invloed van primaire alifatische aminen een paars complex. Dit complex wordt spectrofotometrisch gemeten bij 565 nm.

3. Reagentia

Alle reagentia dienen analytisch zuiver te zijn. Onder water wordt gedestilleerd water verstaan.

3.1 methanol.

3.2 chloroform.

3.3 kobalt(II)-acetaat, 2 H₂O (Merck).

3.4 isopropylamine (Schuchardt).

3.5 isocyanuurzuur (Merck).

3.6 kobaltacetaat oplossing (1,5 %) — Los 0,75 gram kobaltacetaat (3.3) op in 50 ml methanol (kobaltacetaat vooraf 2 uur drogen bij 100 °C).

3.7 standaardoplossingen isocyanuurzuur — Maak oplossingen, die 0,5 - 4 mg isocyanuurzuur (3.5) in 5 ml methanol bevatten.

4. Apparatuur

4.1 Buret met teflonkraan.

4.2 Rotatieverdamp.

4.3 Oven.

4.4 Spectrofotometer + 1 cm kuvetten.

5. Werkwijze

5.1 Opstellen van de ijkcurve.

Pipetteer 5 ml van de standaardoplossingen, die resp. 0, 1, 2, 3 en 4 mg/5 ml bevatten, in een stoperlenmeyer van 25 ml en voeg hieraan toe 5 ml chloroform vanuit een buret met teflonkraan. Voeg 0,5 ml kobaltacetaatoplossing (3.6) toe en meng. Voeg 0,5 ml isopropylamine (3.4) toe en meng goed. Meet de extinctie van de paarse oplossing na 30 minuten in 1 cm kuvetten bij 565 nm m.b.v. de spectrofotometer tegen een mengsel van methanol/chloroform/isopropylamine (10 : 10 : 1).

5.2 Bepaling in zwemwater.

Verdamp 150 ml zwemwater aan de rotatieverdamp en droog daarna een uur in de stoof bij 100 °C. Neem het residu op in 20 ml methanol. Pipetteer 5 ml van deze oplossing in een stoperlenmeyer van 25 ml en vervolg als onder 5.1.

6. Opmerkingen

6.1 Na 30 minuten heeft de paarse oplossing een maximale intensiteit, daarna neemt de intensiteit heel langzaam af (het complex ontleedt).

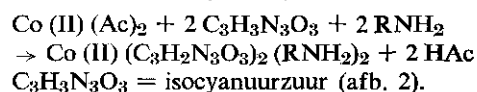
6.2 Onder invloed van water ontleedt het complex. De maximale toegestane concentratie van water is 0,1 %.

6.3 De totale hoeveelheid isocyanuurzuur + gechloreerde isocyanuraten wordt bepaald als isocyanuurzuur.

6.4 De bepaling is ook geschikt voor het bepalen van isocyanuraten in desinfectieformuleringen.

acetaat en een base (bijv. isopropylamine) in watervrij milieu een kleurreactie. Deze reactie staat bekend als de 'reactie van Parri' en wordt vooral toegepast bij de analyse van barbituraten.

De reactievergelijking met isocyanuurzuur kunnen wij als volgt weergeven:



Het paarse complex kan spectrofotometrisch gemeten worden bij 565 nm.

3. Resultaten

3.1. Ijklijn isocyanuurzuur (afb. 3)

isocyanuurzuur (mg)	extinctie
0	0,052
0,5	0,152
1,0	0,262
1,5	0,363
2	0,463
2,5	0,566
3	0,661
4	0,881

Relatieve standaarddeviatie van 9 bepalingen (2 mg isocyanuurzuur) is 0,6 %.

3.2. Zwemwater (Zevenaar)

In het zwembad te Zevenaar is in het kader van onderzoek gebruik gemaakt van natriumdichloorisocyanuraat als desinfectiemiddel.

Van dit zwembadwater zijn monsters verkregen en onderzocht op het gehalte aan isocyanuurzuur.

Berekend m.b.v. de ijklijn gaf het zwembadwater van Zevenaar een hoeveelheid van 92 ppm isocyanuurzuur.

Met de standaardadditie methode werd in hetzelfde monster een hoeveelheid van 88 ppm isocyanuurzuur gevonden.

De onderste detectiegrens voor zwembadwater is 10 ppm isocyanuurzuur.

De relatieve standaarddeviatie van isocyanuurzuur in zwembadwater direct bepaald m.b.v. de ijklijn van 9 bepalingen, is 7 %.

In een ander zwembadmonster uit het Bad te Zevenaar werd een hoeveelheid van 72 ppm isocyanuurzuur gevonden (direct bepaald m.b.v. de ijklijn).

Literatuur

1. Bult, A. *Farmaceutische-chemische aspecten van de Cobalt (II)-amine reactie (reactie van Parri)*, proefschrift Groningen 1975.
2. RIV-rapport 1978-04-07. *Isocyanuurzuur, hypochloriet en de chloorisocyanuraten*.
3. X. Kowiski, Hilton, T. B. *Comparison of chlorinated cyanurates with other disinfectants*. Pub. Health Reps. 61, 282 (1966).
4. Anderson, J. R. *A study of the influence of cyanuric acid on the bactericidal effectiveness of chlorine*. Am. J. Pub. Health 55, 1629 (1965).

