

BELANGWEKKENDE BACTERIOLOGISCHE ASPECTEN

Botulismus bij watervogels

Door J. Haagsma

Inleiding.

Botulismus is een ziekte, waarbij een specifieke voedselvergiftiging optreedt, veroorzaakt door de opname van een toxine dat door de bacterie *Clostridium botulinum* in het voedsel is gevormd.

De naam botulismus is afgeleid van het Latijnse woord *botulus*, hetgeen worst betekent. Men meende in de eerste helft van de 19e eeuw dat botulismus vooral veroorzaakt werd door het eten van giftige worst, speciaal van bloedworst zoals die veel in Zuid-Duitsland werd bereid.

Clostridium botulinum is een bacterie die de bijzondere eigenschap heeft dat groei alleen plaatsvindt in een zuurstofvrij milieu (anaëroob).

Bij de mens werd botulismus vroeger vooral veroorzaakt door voedsel dat thuis onvoldoende was geconserveerd met behulp van zout, suiker of door hitte. Vlees en vis waren meestal het verdachte voedsel, maar er zijn ook gevallen van botulismus voorgekomen door het eten van groenten en fruit.

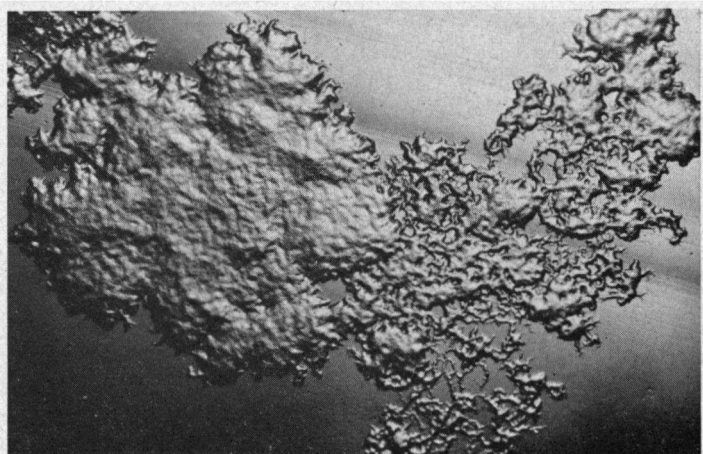
Voor de snel groeiende conservenindustrie is botulismus jarenlang het zwaard van Damocles geweest, maar men heeft ten slotte alle problemen overwonnen.

Ook tal van diersoorten zijn gevoelig voor botulismus. Er zijn met name ernstige ziekte-uitbraken voorgekomen bij runderen, schapen, nertsen en watervogels.

In de Verenigde Staten is botulismus bij watervogels reeds sinds 1910 een ernstig probleem, waarbij soms honderdduizenden vogels per jaar door botulismus stierven.

In Nederland is de ziekte vóór 1970 niet vastgesteld. Sterfte van enige omvang bij vogels kon toen steeds worden toegeschreven aan chemische intoxicaties —vooral pesticiden— en aan virale, bacteriële en parasitaire infectieziekten.

In deze gunstige situatie kwam echter een rigoreuze verandering, toen



Bacteriekolonie van *Clostridium botulinum* type C; groei op een vaste voedingsbodem na een incubatietijd van 48 uur bij 37° C. Vergroting 10 x.

in juli en augustus 1970 de eerste gevallen van botulismus werden vastgesteld in het Verversingskanaal, een onderdeel van het koelcircuit van het Gemeentelijk Energie Bedrijf te 's-Gravenhage.

Later werd botulismus ook waargenomen bij watervogels in Hilvarenbeek, Warmond en Amsterdam.

In 1971 breidde de ziekte zich nog verder uit, waarbij o.a. in Zuidelijk Flevoland duizenden vogels aan botulismus stierven.

In de koelere zomer van 1972 bleef de sterfte door botulismus beperkt tot 6 plaatsen, maar in 1973 kwam opnieuw uitgebreide sterfte voor. Hierbij stierven enkele tienduizenden vogels een ellendige dood, omdat de slachtoffers onder toenemende verlamningsverschijnselen ten slotte door ademnood succumberen.

In het buitenland trad botulismus steeds op in de warme zomermaanden in vogelrijke natuurgebieden en men kan daar spreken van natuurrampen. In Nederland is de situatie vanaf het begin in 2 aspecten anders geweest. Botulismus kwam hier namelijk vooral voor in grote steden en er bleken ook nog botulismusgevallen op te treden in de herfst en de wintermaanden. Met de bestaande kennis waren deze feiten niet afdoende te verklaren en daarom werd een uitvoerig onderzoek ingesteld omtrent deze problematiek, dat ten slotte resulteerde in een proefschrift (Utrecht, 1973).

Hoe ontstaat botulismus ?

De vraag is vooral, onder welke omstandigheden heeft de vorming van het botulinumtoxine plaats en hoe wordt het toxine opgenomen, zodat massale sterfte bij watervogels mogelijk is.

In oudere publicaties uit de Verenigde Staten werd gedacht dat het toxine in water en slib zou worden gevormd bij anaërobe omstandigheden.

Dit leek bij de botulismusuitbraken in Nederland niet juist te zijn, omdat het zuurstofgehalte in de getroffen waterpanden meestal aan de te stellen eisen voldeed. Er kon bovendien nimmer toxine in water of slib worden aangetoond tijdens een periode met veel gevallen van botulismus. De bron van het toxine moest dus op andere plaatsen worden gezocht. Het bleek bij verder onderzoek dat hoge concentraties van het botulinumtoxine uitsluitend werden aangetroffen in kadavers van watervogels, die veelal zelf aan botulismus waren gestorven. Soms bleek 1 gram spierweefsel voldoende toxine te bevatten om 40 eenden aan botulismus te doen sterven. De vorming van het toxine in kadavers is alleen mogelijk als de dieren voor de dood reeds besmet waren met de bacterie *Clostridium botulinum*. Dit blijkt het geval te zijn bij 88 % van de gestorven vogels in een botulismusgebied.

Watervogels zijn echter geen pikvogels. Voor de opname van het toxine dient daarom een aparte verklaring te worden gegeven. Bij hoge watertemperaturen desintegreren in het waterdrijvende kadavers zeer snel. Kleine toxische weefseldeeltjes zinken dan naar de bodem en op ondiepe plaatsen zullen deze gemakkelijk worden opgenomen met het andere voedsel door de daar foeragerende watervogels. Op deze manier is sterfte op beperkte schaal verklaarbaar. Bij de grote explosies speelt echter een andere overdracht van het toxine vermoedelijk een veel grotere rol. Bij warm zomerweer ontwikkelen zich namelijk in kadavers vaak larven van sarcophage vliegen. Dit werd tijdens botulismusuitbraken inderdaad herhaaldelijk waargenomen en het bleek dat in deze gevallen de larven zeer veel botulinumtoxine kunnen herbergen. Deze larven nemen het toxine op uit een toxisch kadaver tijdens hun groeiproces en zijn zelf ongevoelig voor het toxine. De larven worden echter door allerlei soorten watervogels gaarne gegeten en bij massale sterfte door botulismus lijkt deze wijze van toxine-overdracht de belangrijkste rol te spelen.

Bij onderzoek bleek vaak 1 larve reeds voldoende toxine te bevatten om een volwassen eend aan botulismus te doen sterven.

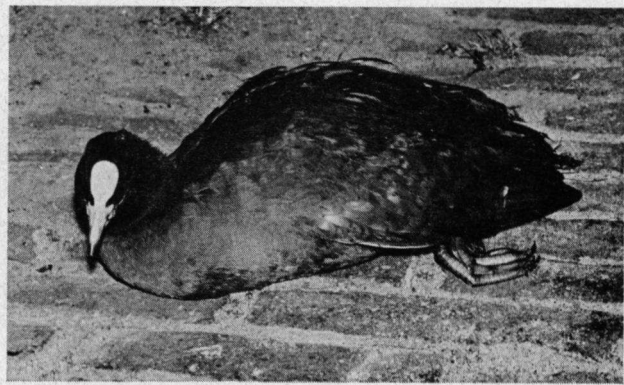
Watervogels nemen aldus zowel het botulinumtoxine op als de oorzakelijke bacterie *Clostridium botulinum*. De cyclus van de ziekte wordt op deze wijze gemakkelijk voortgezet, zodat snel massale sterfte mogelijk is. De incubatietijd bedraagt, afhankelijk van de hoeveelheid opgenomen toxine, 1/2 dag tot 1 week. Dit betekent dat migrerende vogels de *Clostridium botulinum* bacterie gemakkelijk kunnen verspreiden naar ziekte-vrije gebieden. Ook gezonde vogels kunnen de besmetting overbrengen, bijvoorbeeld aan de zwemvliezen of de veren, maar kunnen ook inwendig besmet zijn.

Een zeer belangrijke factor bij de produktie van het toxine is de temperatuur. Proeven in het laboratorium hebben uitgewezen dat voor een aanzienlijke vorming van het toxine minimumtemperaturen van 20 °C zijn vereist. Deze zijn in Nederland normaliter alleen in de zomermaanden te verwachten en zelfs dan zullen de watertemperaturen 20 °C niet gemakkelijk langdurig overschrijden bij gunstige hydrologische omstandigheden (de temperatuur van het water is veel belangrijker dan die van de lucht, omdat de meeste kadavers van watervogels in het water terecht komen). In ondiep en stilstaand water bij warm zonnig weer kunnen overdag echter gemakkelijk watertemperaturen van 25 - 30 °C worden bereikt, en dit is voor de *Clostridium botulinum* bacterie de ideale temperatuur om tot een grote toxineproduktie te geraken.

Hiermee was echter niet de sterfte door botulismus in de herfst en de winter te verklaren. Het bleek dat deze botulismusgevallen veelal voorkwamen in of in de onmiddellijke omgeving van waterpanden, waar lozing van warm koelwater van elektrische centrales in plaats vond.

Dit koelwater speelt bij het ontstaan van botulismus bij watervogels een grote rol. De eerste sterfte werd in Den Haag reeds vastgesteld in een dergelijk koelcircuit. In deze koelcircuits bedraagt gedurende het voorjaar, de zomer en tot diep in de herfst de temperatuur van het water 20 °C of meer. In Groningen kwam zelfs de grootste sterfte door botulismus voor in januari 1972 tijdens een korte vorstperiode.

Het botulinumtoxine blijkt soms zeer lang in een gebied met botulismus te kunnen persisteren. In een experimenteel onderzoek bleek de concentratie van het toxine zelfs na 1 jaar nog niet aantoonbaar te zijn verminderd. In de winter kan dan ook een gedeelte van de botulismusgevallen worden verklaard, door aan te nemen dat ze persisterend toxine hebben opgenomen dat reeds in de zomermaanden tijdens een botulismusuitbraak was gevormd.



Meerkoet met botulismus.

In de grote steden beperkte de sterfte door botulismus zich vooral tot (stads)eenden, zwanen, ganzen en enkele andere soorten watervogels die in de parken, vijvers en grachten verblijven. Soms werd ernstige schade toegebracht aan de siervogelcollecties van de stedelijke plantsoendienst (o.a. 's-Gravenhage en Amsterdam).

In natuurgebieden bleken zeer veel vogelsoorten gevoelig te zijn voor het botulinumtoxine. Bij enkele veldobservaties kwamen in volgorde de meeste slachtoffers voor onder de volgende species:

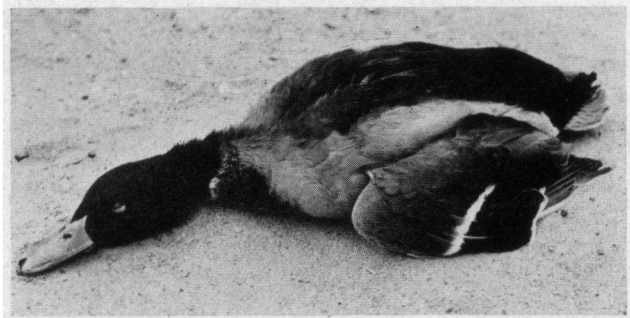
- | | |
|--------------------|---------------------------------|
| 1. Wintertaling | — <i>Anas crecca</i> |
| 2. Wilde Eend | — <i>Anas platyrhynchos</i> |
| 3. Kokmeeuw | — <i>Larus ridibundus</i> |
| 4. Slobeend | — <i>Spatula clypeata</i> |
| 5. Kluut | — <i>Recurvirostra avosetta</i> |
| 6. Meerkoet | — <i>Fulica atra</i> |
| 7. Kemphaan | — <i>Philomachus pugnax</i> |
| 8. Watersnip | — <i>Gallinago gallinago</i> |
| 9. Tureluur | — <i>Tringa totanus</i> |
| 10. Bontbekplevier | — <i>Charadrius hiaticula</i> |
| 11. Kievit | — <i>Vanellus vanellus</i> |

Bij watervogels (vooral eenden), die aan botulismus lijden of zijn gestorven, wordt in bepaalde gebieden vaak een besmetting met de eende-bloedzuiger, *Theromyzon tessulatum*, aangetroffen. Oorspronkelijk is wel gedacht dat deze parasiet verantwoordelijk was voor de dood van deze vogels. De realiteit is echter anders: watervogels, die ernstig aan botulismus lijden, missen door de toenemende verlamningsverschijnselen de normale afweerreflexen om zich van deze bloedzuigers te bevrijden. De aanwezigheid van *Theromyzon tessulatum* bij zieke watervogels dient dus juist als een indicator voor botulismus te worden beschouwd.

Preventie en bestrijding van botulismus.

Omdat de productie van het botulinumtoxine geschiedt in kadaver-materiaal, dient de bestrijding van botulismus te zijn gebaseerd op een zeer nauwkeurige en regelmatige verwijdering van alle ernstig zieke en gestorven (water)vogels. Het gaat bij de preventie vooral om de eliminatie van de eerste kadaverresten in het begin van de zomerperiode.

Bij een tijdige verwijdering van gestorven vogels zal tevens een infectie met larven van sarcophage vliegen worden voorkomen. Op veel plaatsen blijkt dit echter in de praktijk een zware opgave te zijn, waarbij moeilijk bereikbare gedeelten van waterpanden gemakkelijk worden overgeslagen of onvoldoende worden geïnspecteerd. Vooral ondiepere gedeelten met plaatsen die ondieper zijn dan ongeveer 25 cm zijn van belang, omdat hier het toxische voedsel op de bodem gemakkelijk zal kunnen worden bereikt door daar foeragerende watervogels.



Wilde Eend met ernstige verlamningsverschijnselen door botulismus

Stagnatie of onvoldoende doorstroming van het water zullen tevens een ongunstig effect sorteren, evenals de lozing van koelwater.

De kadavers dienen te worden verbrand, nadat ze met de nodige voorzorgsmaatregelen zijn verzameld.

De dichtheid van de vogelpopulatie bleek niet van primair belang te zijn. Bij een botulismusuitbraak zal de controle uiteraard wel moeilijker zijn in een gebied met een dichte vogelpopulatie.

Volksgesondheidsaspecten.

Van *Clostridium botulinum* zijn 7 verschillende toxinetypen bekend, die met de letters A tot en met G worden aangeduid. Mens en dier bezitten voor deze toxinetypen een zeer uiteenlopende gevoeligheid. De mens is zeer gevoelig voor de toxinetypen A, B, E en F, terwijl de typen C en D vooral verantwoordelijk zijn voor het optreden van botulismus bij dieren. De mens zou voor deze typen C en D niet of nauwelijks gevoelig zijn.

Botulismus bij watervogels wordt steeds door toxinetype C veroorzaakt en zal daarom normaliter geen bedreiging voor de volksgezondheid vormen, alhoewel in kadavers van watervogels soms zeer grote toxineconcentraties van het C-toxine worden aangetroffen.

Het is echter een bedenkelijk aspect dat bij aan botulismus gestorven vogels soms ook *Clostridium botulinum* type A, B of E wordt aangetroffen. In 1972 betrof dit nog 4% van de botulismus slachtoffers, in 1973 reeds 9%, waarbij type E domineerde. Dit maakt het mogelijk dat bij ongunstige omstandigheden in deze dode vogels botulinumtoxine kan worden gevormd van de typen waarvoor de mens wel zeer gevoelig is. In verse kadavers zal deze toxineproductie nog niet van betekenis zijn, maar zeer putride kadavers dienen daarom met grote voorzichtigheid te worden verzameld (handschoenen gebruiken).

Het is bovendien als een ongewenst aspect te beschouwen dat deze botulismusgebieden, vaak in grote steden liggend, intensief gecontamineerd worden met bacteriesporen van deze toxinetypen. Na de besmetting van voedsel, bestemd voor humane consumptie, kan dit gevaar opleveren voor de mens als dit voedsel verder niet op de juiste wijze wordt behandeld.

Aspecten voor de toekomst.

De ziekte is nu 4 jaar achter elkaar voorgekomen in Nederland. Grote gebieden zijn zodoende reeds besmet met de bacteriesporen van *Clostridium botulinum* (relatie bodem/dier). De bacteriesporen zijn zeer resistent, zodat deze gebieden zeker 10 jaar besmet zullen blijven. Er mag dan ook worden verwacht dat botulismus bij watervogels elk jaar zal gaan optreden, temeer daar de thermische belasting van het oppervlaktewater waarschijnlijk ook steeds groter wordt. In warmere zomers zal de situatie ernstiger zijn dan in koelere zomers.

Dit is een triest vooruitzicht, omdat in waterwildreservaten ernstige schade kan worden aangericht aan kostbare of zeldzame vogelsoorten. Ook de sociale onrust die bij zoveel dierenleed ontstaat, dient hier te worden gememoreerd. Botulismus bij watervogels is te zien als een duidelijk waarneembare indicator voor een steeds toenemende milieuverontreiniging, waarbij een voortschrijdende ontwrichting van het biologisch evenwicht ontstaat.

● Dr. J. Haagsma, Centraal Diergeneeskundig Instituut, afdeling Rotterdam, Prof. Poelslaan 35, Rotterdam 7.

Zie ook 'Gemeentewerken', Officieel orgaan van het Nederlands Instituut van directeuren en ingenieurs van gemeentewerken en van de Hinderwet- en Bouwtoezicht vereniging, jaargang 3, nr. 5, mei 1974, pag. 105-107.