



KATADYNERING AV VATTEN.

FÖREDRAG AV FIL. DR H. HUSS VID S. K. T. F:s ÅRSMÖTE
I STOCKHOLM 1930.

Som måhända en del av föreningens medlemmar känner till, fördes för några år sedan en apparat i handeln, avsedd för den stora allmänheten till rening av bakteriologiskt misstänkt dricksvatten, vilken kallas *katadyn-sterilisator*. Allmänt bekant torde vara, att dittills all apparatur för rening av sådant vatten i mindre skala saknats. Jag bortser härvid från Berkefeld-filtren, som antingen skola anslutas till vattenledning eller ock uppställas i särskilda behållare, men vilka på grund av att bakterierna ofta växa igenom filterporerna ej alltid fungera till full belåtenhet. För någon tid sedan läste jag en patentbeskrivning rörande en apparat, där hypokloritlösning automatiskt rann till det vatten, som skulle befrias från smittämnen. Men även denna apparat var avsedd för anslutning till vattenledning. Under sådana förhållanden torde det icke förvåna, om den av dr. G. Krause, München, i praktiken införda katadyn-sterilisatorn hälsades med tillfredsställelse från mången vattenhygienikers sida. Katadyn-sterilisatorn utgöres av en behållare av porslin, innehållande silverhaltiga porslinsringar. I denna flaska eller behållare fyller det vatten, som skall desinfekteras; detta får stå i behållaren två timmar och skall sedan enligt uppgift vara hygieniskt klanderfritt. Litet varstädes finnas ju som bekant brun-

nar, vilkas vatten uti bakteriologiskt avseende ofta lämnar mycket övrigt att önska. Särskilt det vatten, som ansamlas i grunda, bergsprängda brunnar, är ju ej sällan misstänkt med hänsyn till dess användning såsom dricks- och hushållsvatten. Kunde man helt enkelt genom katadynering göra sådant vatten brukbart, så vore mycket vunnet. I trakter av landet, där man måste använda sig av bergsprängda brunnar, är ju anskaffandet av gott och hygieniskt klanderfritt vatten ett problem, som understundom, då kostnaderna för djupborrningar bliva för höga för den enskilde, är nära nog olösligt.

Metallens dödande inverkan på mikroorganismer är sedan långt tillbaka bekant. Så fann *von Nägeli*,¹ att alger dödas av kvicksilver, koppar, silver, tenn, zink, bly och järn. Guld och platina visade sig vara indifferent. *Bail*² undersökte olika metallers inverkan på bakterier. Han kunde icke finna, att bly och järn utövade något dödande inflytande, däremot konstaterade han, att kvicksilver, koppar och silver dödade bakterierna. Denna verkan från metallernas sida på mikroberna kallade von Nägeli *oligodynamisk*, på grund av att homöopatiskt små mängder av metallen framkalla reaktionen. *Krause*³ stegrade silvrets baktericida verkan genom att blåsa fint fördelat silver på sand, pärlor eller ringar av porslin. Härigenom erhåller silvret, som avsätter sig på de föremål, vilka därmed behandlas, i mikrokristallinisk form, en mycket stor yta, varigenom dess bakteriedödande förmåga ökas. Denna form för silvret benämnes av Krause *katadyn*. Silvrets oligodynamiska funktion sker i jonform. Härpå tyder det förhållandet, att samma verkan erhålles, om silversalter användas, och att metallen är överksam, om vattnet är fritt från luftsyre. Syret i vattnet kan dock ersättas av kolsyra, varvid den oligodynamiska verkan blir densamma.

Krause framhåller såsom katadyneringens fördelar, att

¹ Über oligodynamische Erscheinungen. Neue Denkschrift. Schweiz. Naturf. Gesellsch. Bd. 33. 1893.

² Wien. Klin. Wochenschr. Bd. 32. 1919.

³ Neue Wege zur Wassersterilisierung (Katadyn). München 1928.

vattnet genom behandlingen i katadynsterilisatorn befrias från patogena mikroorganismer på 2 timmar och icke blott det, vattnet blir enligt Krause sterilt. Dessutom tillkommer som ett extra plus: det katadynerade vattnet har baktericida egenskaper, så att mikrober, vilka under förvaringen eventuellt inkomma i vattnet, ej utvecklas, utan dödas. Även om man infekterar det katadynerade vattnet med miljoner mikrober per cm^3 , så skola dessa inom kort tid dödas.

Dessa uppgifter rörande katadyneringens utmärkta funktion som vattenreningsmetod i liten skala föranledde mig att underkasta densamma en prövning, trots den något skeptiska hållning, som *Olszewski*¹ i Dresden intager på grund av de resultat, han vid sina undersökningar av metoden erhållit. I andra avhandlingar rörande katadyneringen lovordas metoden nämligen mycket, även om också i en eller annan av dessa ett aber sticker fram.

För samtliga försök begagnade jag en katadyn-sterilisator à c:a 2 liters rymd, som jag inköpt från Süddeutsches Serum-Institut i München för en kostnad av 25 mark. Mina undersökningar gingo huvudsakligen ut på att pröva metodens tillförlitlighet visavi *B. coli*, då resultat, erhållna med denna bakterie, i stort sett kunna anses gälla även för tyfus- och paratyfusbakterierna och andra besläktade tarmbakterier.

I och för en preliminär prövning av metoden fyllde jag vattenledningsvatten, som försatts med renkultur av *B. coli*, på sterilisatorn. Vattnet innehöll vid försökets början 35,000 bakterier på cm^3 . Efter 2 timmars uppehåll i katadynbehållaren undersöktes vattnet å *B. coli*. Det visade sig då vara fritt från nämnda bakterie t. o. m. i så stora volymer som 100 cm^3 vatten. Gelatinpattor, vilka ansattes samtidigt med jäsningsproven i och för *coli*'s påvisande, befunnos emellertid efter sex dagars kultivering vara rika på *Actinomyces*, en svamp, som är vanlig i matjord. Dessa svampar, vilka alltså icke dödats vid katadyneringsprocessen, förefunnos säkerligen redan vid försökets början i sterilisatorn, ty i Stockholms vat-

¹ Ztschr. f. angew. Chemie. Bd. 42. 1929.

tenledningsvatten äro de ytterst sällsynta. Av denna anledning sköljdes sterilisatorn några gånger med kokhett vatten i och för nöjaktigt befriande från nämnda svampar. Därefter fylldes apparaten åter, sedan den kallnat, med vatten, innehållande 200,000 *B. coli* per cm^3 i renkultur. Efter 2 timmars katadynering voro 100 cm^3 av vattnet fria från *B. coli*. Katadynsilvrets behandling med kokhett vatten hade sålunda icke för detta fall berövat detsamma förmågan att verka bakteriedödande. Möjligt är dock, att behandlingen med det kokheta vattnet kan hava orsakat katadynsilvrets långsammare verkan vid de följande försöken.

Destillerat vatten, vars bakteriehalt var 3,400 per cm^3 (gelatinbakterier, räknade efter 72 timmar), innehöll efter 2 timmars katadynering 10 bakterier per cm^3 . Då jag antog, att dessa överlevande bakterier möjligen utgjordes av resistentare, sporbildande bakterier eller andra mikrober, prövade jag katadynerat vattens inverkan såväl på den sporfria *B. coli* som på den sporbildande höbakterien, *B. subtilis*. Till jämförelse medtogos även försök med sporer av en mögelsvamp, *Aspergillus niger*. Två timmar katadynerat, i sterila glaskolvar förvarat vatten försattes med ungefär 1 miljon *B. coli* per cm^3 . Efter 2 timmar kunde *B. coli* ej påvisas i 10 cm^3 av vattnet. Två timmar katadynerat vatten försattes med 15,000 sporer av höbakterien per cm^3 . Efter 2 timmar innehöll vattnet fortfarande 15,000 sporer av försöksbakterien per cm^3 . Resultatet blev detsamma vid vattnets undersökning efter ett dygn. I det katadynerade vattnet dödades sålunda icke sporer av höbakterien. Ej heller sporer av mögelsvampen *Aspergillus niger* dödades inom ett dygn i katadynerat vatten.

Destillerat vatten blev, som jag nyss nämnde, icke sterilt efter 2 timmars katadynering. I försöksapparaten förefintliga *Actinomyces*-svampar dödades ej vid 2 timmars katadynbehandling av coli-haltigt vatten. Dessa resultat, sammanställda med det katadynerade vattnets inaktivitet gentemot sporer av höbakterien och av mögelsvampen *Aspergillus*, visa, att Krauses uppgift om katadyneringens *steriliserande* inflytande på vatten är nå-

got överdriven. Samma resultat kom schweizaren *Schweizer* till vid sina försök. (Mitteil a. d. Gebiet d. Lebensmittelunters. u. Hyg. Bd. XX. 1929.) Vid katadynering dödas otvivelaktigt *B. coli*, som i renkultur satts till vatten, även om mängden av denna bakterie är mycket stor. Det katadynerade vattnet utövar ock otvivelaktigt baktericida egenskaper gentemot tillsatt renkultur av *B. coli*. Jag ansåg emellertid, att dessa försöksresultat borde konfirmeras genom undersökningar, utförda å vatten, vars förorening var så att säga av mera naturlig art. Vidare ansåg jag, då Krause meddelar, att organiska ämnen i mindre mängder ej utöva något nedsättande inflytande på katadyneringsprocessens effekt, att det borde kontrolleras, om resultatet av katadynerbehandlingen bleve lika gott vid användning av vatten med högre humushalt än Stockholms vattenledningsvatten.

Vattenledningsvatten försattes med 1 cm³ genom bomull silat kloakvatten per liter. Vattnet, som på grund av kloakvattentillsatsen var svagt opaliserande, fylldes å katadynersterilisatorn. Det ursprungliga kloakvattenblandade vattnets halt av *B. coli* (egentligen vid 37° å kongogaar syrabildande bakterier) var 325 per cm³; dess halt av gelatinbakterier var 1,900 per cm³. Efter 1 timmes katadynering hade colihalten nedgått till 15 och gelatinbakteriehalten till 80 per cm³. Efter 2 timmars katadynering innehöll vattnet endast 2 colibakterier och 30 gelatinbakterier per cm³.

Till följande prov användes ett vatten, vars färg, uttryckt i mg Pt/l, var 80, m. a. o. ungefär 4 å 5 ggr. så starkt gulfärgat av humusämnen som Stockholms vattenledningsvatten. Vattnet försattes med 1 cm³ kloakvatten per liter, varefter detsamma underkastades katadynering. Dess halt av *B. coli* (= vid 37° syrabildande bakterier) var cirka 325 per cm³ (gelatinbakterier = cirka 2,000 per cm³). Efter 1 timmes katadynering hade coli-halten nedgått till 14 per cm³ (gelatinbakteriehalt = 160 per cm³), efter 2 timmars katadynering till 6 per cm³ (gelatinbakteriehalt = 34 per cm³).

Vid ett annat försök begagnades ett vatten med färgen 85 (mg Pt/l). Här nedgick den ursprungliga coli-halten

(= vid 45° kongoagar syrabildande bakterier) från 180 per cm^3 , efter 1 timmes katadynering till 37 per cm^3 och efter 2 timmars katadynering till 12 per cm^3 . Jäsningsprov (45°) med 100 cm^3 vatten utföllo givetvis positivt i båda fallen.

Ett försök med vatten, vars färg var 100 (mg Pt/l), gjordes även denna gång med tillsats av renkultur av *B. coli*. Vattnets ursprungliga halt av *B. coli* (= vid 37° å kongoagar syrabildande bakterier), 2,400,000 per cm^3 , hade efter $\frac{1}{2}$ timmes katadynering minskats till 960,000 per cm^3 , efter 1 timme till 180,000 per cm^3 och efter 2 timmars katadynering till 5,200 per cm^3 . Detta 2 timmars tid katadynerade vatten avhålldes å en steril kolv, varefter coli-halten bestämdes i vattnet efter 1 och 2 timmars stående. Efter 1 timmes stående hade coli-halten nedgått till 2 per cm^3 , efter ytterligare 1 timmes stående voro 10 cm^3 av vattnet fria från *B. coli*. Vid dessa sistnämnda försök konstaterades alltså, att en betydande efteraktivering inträder uti vattnet.

Av de försök, jag här relaterat, framgår otvetydigt, att katadynering av vatten medför en högst avsevärd minskning uti vattnets bakteriehalt. Effekten var dock betydligt större, när till prövningarna begagnades med renkultur av *B. coli* försatt vatten än när naturligt förorenat, fekalhaltigt vatten användes. Det synes av mina undersökningar kunna dragas den slutsatsen, att å konstgjort substrat i laboratoriet odlad *B. coli* är känsligare för katadynsilvrets inverkan än vad direkt från tarmutömningarna via kloakvattnet kommande *B. coli* är. Möjligt är ju dock, att de med kloakvattentillsatsen följande organiska ämnena något minskat desinfektionseffekten. Av försöken med humusrikt vatten framgår, att stigande halt av humusämnen fördröjer det aktiverade vattnets baktericida verkan.

Till jämförelse utförde jag även några försök över *silvernitrats* bakteriedödande inverkan i vatten. Jag använde vattenledningsvatten, som försattes med 1 cm^3 genom bomull silat kloakvatten per liter, varefter i ett fall så mycket silvernitrattillsatses, att vattnets silverhalt blev ungefär 0,6 mg per liter. Vattnet innehöll ur-

sprungligen cirka 150 *B. coli* per cm^3 . Efter 1 timmes inverkan av silvernitratet hade coli-halten fallit till 4 per cm^3 (vid 45° syrabildande kolonier), efter 2 timmars inverkan var coli-halten 1 per cm^3 . När så mycket silvernitrat sattes till vatten av samma föroreningsgrad som i föregående försök, att silverhalten blott var 0,006 mg per liter, visade sig silverjonernas baktericida verkan vara långsammare, såsom väntat var. En timmes inverkan minskade coli-halten från 150 till 60 per cm^3 , två timmars inverkan till 20 per cm^3 . En silvernitratillsats, motsvarande 0,0006 mg silver per liter vatten, medförde ingen sänkning av coli-halten inom 2 timmars tid.

Såsom kommentar till dessa sist anförda försök vill jag nämna, att *Krause* uppgiver det i katadyn-sterilisator behandlade vattnets silverhalt till mellan 0,00015 och 0,015 mg per liter, allt efter den tid, som katadyneringen varat. *Olszewski*, som ävenledes utfört försök med silversalter, meddelar, att en tillsats, motsvarande 0,13 mg silver per liter vatten, medförde en tydlig nedsättning av bakteriehalten inom $1\frac{1}{2}$ timme. Såsom jag nyss nämnde, föranledde vid mina försök t. o. m. så små mängder silvernitrat, som motsvara 0,006 mg silver per liter, en minskning av coli-halten med cirka 85 % efter 2 timmars inverkan. En tillsats av 0,6 mg/1 silver i form av silvernitrat tillintetgjorde på 2 timmar över 99 % av vattnets fekalbakterier. Ungefär samma verkan utövade 2 timmars behandling av vattnet i katadyn-sterilisatorn. Om uppgifterna rörande de vid vattnets katadynering utlösta silvermängderna äro riktiga, så synes katadynsilvret vara kraftigare desinfekterande än silver i form av silversalt. Katadynprocessen synes dock icke alltid medföra så snabbt och effektivt resultat, när det gäller rening av vatten med en högre halt av organiska ämnen, sak samma om dessa organiska ämnen äro sådana som förekomma i ett avloppsvatten eller hava humusämnenes karaktär. Vid längre tids katadynering torde med säkerhet utmärkta reningsresultat erhållas. Likaledes kan man vara tämligen viss om, att det (enligt den med katadyn-sterilisatorn följande bruksanvisningen) 2 timmar katadynerade vattnet efter längre tids stående är smitto-

fritt. Med vissa kompletteringar uti bruksanvisningen torde m. a. o. katadyneringsmetoden komma att motsvara sitt ändamål.

Katadynerprocessen kan sålunda sägas besitta förträffliga sidor, bl. a. stor enkelhet i genomförandet. Jag tror dock, att det f. n. är lämpligast att ställa sig avvaktande och ej reservationslöst anbefalla katadynersterilisatorn till användning åt vem som helst i och för bakteriell rening av hygieniskt misstänkt vatten. Jag tror emellertid också, att sedan bruksanvisningen ändrats och fullständigats med hänsyn till vatten av olika sammansättning, metoden kan komma att visa sig vara till stor nytta för det ändamål, vartill den är avsedd.

Katadyneringsprocessen har även föreslagits till användning vid rening av vattenledningsvatten och likaledes till rening av simhallarnas badvatten. Om dess eventuella användbarhet för detta ändamål vill jag icke yttra mig närmare här, då jag ej gjort några mera ingående undersökningar i denna riktning. Det är ju möjligt, att metoden kan komma att visa sig lämplig i *bakteriologiskt* avseende. Lukten hos badvattnet torde dock ej kunna avlägsnas genom katadynering. Om katadyneringen också skall kunna konkurrera med kloren och dess föreningar, när de *ekonomiska* faktorerna komma med vid beräkningen, torde vara tvivel underkastat, men kan ju kanske även sägas ligga inom möjligheternas gränser. Katadynsilvrets varaktighet som bakteriedödande medel måste härvid också tagas i betraktande. Härom föreligger ännu ej säkra uppgifter.

Mig förefaller det som om det vore riktigast att betrakta katadyneringsmetoden för rening av vatten som en metod i vardande, till vilken vissa förhoppningar kunna knytas. Möjligt är, att en god portion av dessa förhoppningar med tiden bliva infriade.