

UNDERSØGELSER OVER RADIUMEMANATIONENS BAKTERICIDITET

med Beskrivelse af et af Prof. K. PRYTZ angivet Apparat til
Udvinding af Emanation fra faste Radiumpræparater

AF

Dr. med. HANS JANSEN.

A t Radiumemanation har baktericide Egenskaber, er vist af DANYSZ¹, KALMANN², DORN, BAUMANN og VALENTINER³, RHEINBOLD⁴, DAUTWITZ⁵, BOUCHARD og BALTHAZARD⁶. KALMANN og RHEINBOLD benyttede Kildevand og Kildeluft. De andre Forff. anvendte Emanationen fra Radiumpræparater. Virkningen er prøvet paa *Bac. prodigiosus*, *Bac. pyocyaneus*, *Bact. fluorescens*, *Choleravibrionen*, Miltbrand-, Typhus-, Musetyphus- og Diphtheribacillen. I alle Tilfælde konstateredes Væksthæmning, i enkelte, hvor der var Emanation fra kraftig virkende Radiumpræparater til Raadighed, tillige Drab.

¹ DANYSZ: De l'action pathogène des rayons et des émanations émises par le radium sur différents tissus et différents organismes. *Compt. rend. de l'Acad. des sciences* 1903, t. 136 p. 461.

² KALMANN: Ein Beitrag zur Kenntnis der Radiumwirkung von Heilquellen. *Wien. klin. Woch.* 1905 Nr. 22.

³ DORN, BAUMANN und VALENTINER: Einwirkung der Radiumemanation auf pathogene Bakterien. *Ztschr. f. Hygiene* 1905 Bd. 51.

⁴ RHEINBOLD: Zur baktericiden Wirkung radioaktiven Mineralwassers. *Berl. klin. Woch.* 1906 Nr. 20.

⁵ DAUTWITZ: Beitrag zur biologischen Wirkung der radioaktiven Uranpecherzrückstände aus St. Joachimsthal in Böhmen. *Ztschr. f. Heilkunde* 1906, Bd. 27.

⁶ BOUCHARD et BALTHAZARD: Action de l'émanation du radium sur les bactéries chromogènes. *Compt. rend. de l'Acad. des sciences* 1906, t. 142 p. 819.

De fleste af de nævnte Arbejder er kortfattede Meddelelser om enkeltstaaende Forsøg, kun hos DORN, BAUMANN og VALENTINER finder man en mere udførlig Bearbejdelse af Spørgsmaalet om Radiumemanationens Baktericitet. Deres Forsøgsanordning har til en vis Grad tjent mig til Forbillede. De indskød de Kulturer, som skulde paavirkes af Emanation, i et lukket System af Rør. Ved Hjælp af en Dobbeltblæser bragtes Luften i dette System til at cirkulere og blev pustet ned over den paa skraa Agar udstrøgne Kultur eller blev boblet igennem en Bouillonkultur. Etsteds i Systemet befandt Radiumpræparatet sig i opløst Tilstand, og derfra fik Luften sit Emanationsindhold. Hvor stort dette var i de enkelte Forsøg, blev ikke bestemt, ligesom Forff. i det hele ikke gik ud paa at bestemme den mindste nødvendige Dosis til Drab; men det angives, at 1 Liter af Luften i 1 Minut kunde aflade 3×10^7 E. S. E. Dette var ved Anvendelse af 30 mgr. Radiumbromid, hvorfra Emanationen ikke var blevet fjernet i 8 Dage.

Ved Paapustning af en saadan stærkt aktiv Luft gentagne Gange i Løbet af nogle (2, 3, 4) Dage blev frisk udsaaede Kulturer af Typhus, Musetyphus, Cholera og Diphtheri paa Overfladen af skraa Agar steriliserede, men der kom konstant Vækst i Kondensationsvandet. Ved Gennembobling gennem Bouillonkulturer af Typhus kunde Antallet af Bakterier bringes ned til $\frac{1}{3}$ (vist ved Spredningsforsøg); men det lykkedes ikke at sterilisere Bouillonon.

Hos BOUCHARD og BALTHAZARD findes noget fyldigere Angivelser af den anvendte Emanations Styrke; saaledes standsedes Bact. fluorescens' Pigmentdannelse ved Indvirkning af den Emanation, som udvikles i 1 Time af 0,0006 Milligram Radiumbromid. Væksten standsedes først ved Emanation (udviklet i 1 Time) fra 0,15 mgr. Radiumbromid. Kulturer af Bac. pyocyaneus blev dræbt ved Indvirkning af Emanation, som var udviklet i 4 Dage fra 25 mgr. Radiumbromid. Des-

værre gives der ikke nogen nærmere Beskrivelse af Forsøgsanordningen. Dette i Forbindelse med den indirekte Maade at angive Emanationsmængden paa gør det vanskeligt at sammenligne disse Forsøg med mine egne.

Foruden de nævnte Arbejder med positivt Resultat findes der fra 1908 et enkelt af SUESS¹ med ganske negativt Fund. Imidlertid har denne Forf. aldeles ingen Maalinger af den anvendte Emanation; han ved i Virkeligheden ikke, om hans Kulturer i det hele taget er blevet paavirkede af Emanation. I alle Tilfælde kan denne ikke have været særlig stærk, da det anvendte Præparat (0,1663 gr. Radiumbromid) kun viste en Aktivitet af 40,000 Uranenheder. De væsentligste af hans Forsøg angaar Tuberkelbacilkulturer, som i 2 Dage blev behandlede med den emanationsholdige Luft; derpaa blev de dels oversaaede dels podede paa Marsvin. De viste sig ganske usvækkede. Forsøgene varieredes yderligere paa flere Maader, men i det store og hele med samme negative Resultat.

Bortset fra de nævnte spredte Angivelser foreligger der mig bekendt intet om Forholdet mellem den anvendte Emanations Styrke og den opnaaede Virkning paa Bakterier, og i hvert Fald ingen Forsøg, hvor der systematisk er foretaget Maalinger af den anvendte Emanation efter de nu sædvanlige Metoder. Da det baade af rent teoretiske Grunde og med Henblik paa en eventuel Anvendelse i Terapien af Radiumemanation er vigtigt at kende nærmere til dette Forhold, har jeg taget denne Opgave op, og det faldt mig saa meget des naturligere, som jeg af Hr. Professor ved polyteknisk Læreanstalt K. PRYTZ fik overladt et af ham konstrueret Apparat, der egnede sig udmærket til Undersøgelser af denne Art.

De Spørgsmaal, jeg har søgt at løse, er følgende:

¹ SUESS: Ueber den Einfluss der Radiumemanation auf Tuberkelbazillen und auf experimentelle Tuberkulose. Ztschr. f. Tuberkulose. 1908, Bd. 12 S. 480.

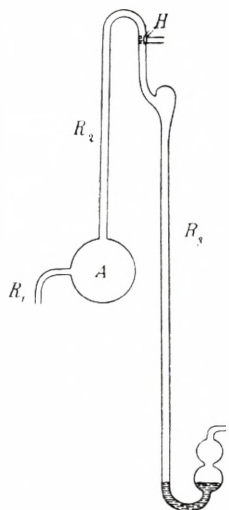
1) Hvor megen Radiumemanation skal der være i Luft, for at denne kan virke absolut dræbende paa en frisk udsaaet Overfladekultur?

2) Hvor længe skal Indvirkningen vare?

3) Hvilken er den mindste Dosis Emanation, som giver en lige iagttagelig Virkning paa Bakterier.

Spørgsmaalene er kun søgt besvarede med Hensyn til en enkelt Bakterieart, nemlig *Bac. prodigiosus*.

Den anvendte Radiumemanation stammer fra 16 Milligram Radiumbaryumbromid med en Aktivitet af 500,000 Uranenheder¹. Dette Præparat ligger i en Kapsel, bestaaende af en Glas- og en Ebonitplade, som holdes sammenskruede ved en Metalfatning. For at kunne udvinde Emanationen,



uden at Kapselen behøver at aabnes, har Prof. PRYTZ konstrueret det nævnte Apparat. Det er indrettet paa følgende Maade (se Figuren og Fotografi). *A* er en Metalbeholder med tykke Vægge. Forvæggen er til at skrue af. Kapselen med Radiumpræparatet lægges i denne Beholder, og Forvæggen skrues lufttæt til. Fra Beholderen afgaar 2 Glasrør lufttæt; det ene, *R1*, staar direkte i Forbindelse med en Prytz's Slangepumpe² (den sugende Munding), det andet, *R2*, stiger først op og gaar derpaa over i et 63 cm. højt Rør, *R3*, som har en let Udvidning foroven; forneden bøjer dette Rør over i en mindre

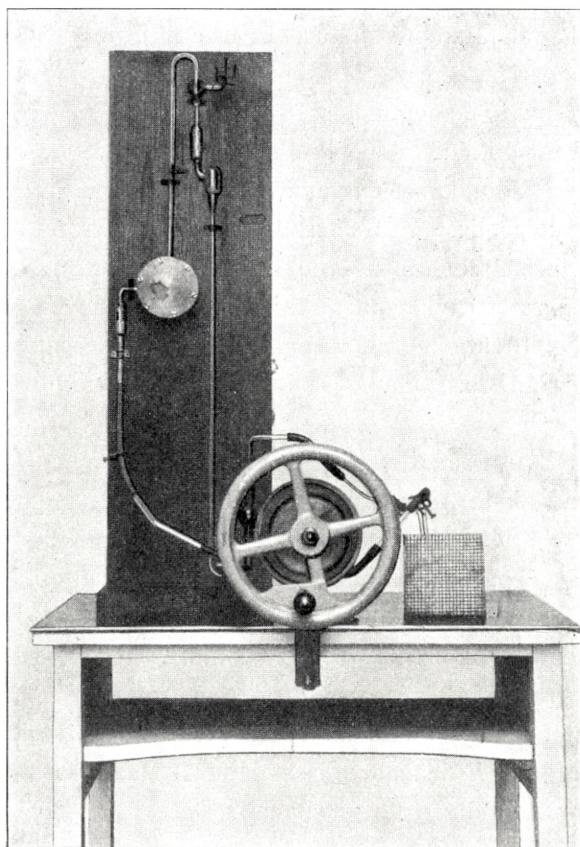
Beholder, og denne sættes ved en Slange i Forbindelse med Slangepumpens anden Munding. Paa denne Maade danner det hele en sluttet Ring, og drejes der paa Pumpen, er det

¹ Ejtes af Finsens medicinske Lysinstitut, Kommunehospitalet og polyteknisk Lærestanstalt i Forening.

² Beskrevet i: Zeitschrift für Instrumentenkunde 1905. S. 193.

kun den i Beholderne og Rørene indesluttede Luft, der sættes i Cirkulation.

I Røret, R_3 , findes en Kviksølv søjle. I Hvilestillingen vil den ligge dels i den nedre Bue, dels i Beholderen, hvori denne Bue udmunder, som angivet paa Tegningen. Men pumper



Fotografi af Forsøgsanordningen.

man, suges Luften ud af Beholderen A , og Kviksølvet vil derfor stige i Røret R_3 , indtil det naar op i Udvidningen. Idet Søjlen her forkortes, trænger Luften nedenfor den op igennem Kviksølvet, det negative Tryk i A og over Kviksølvet hører op, og Kviksølvet falder ned igen i Bunden af R_3 . Fort-

sættes Pumpningen, gentager dette sig ustandseligt. Man opnaar paa denne Maade, at der i Beholderen A opstaar talrige paa hinanden følgende Undertryk. Dettets Størrelse er afhængigt af Kviksølv søjlens Højde. Denne var som Regel 22 cm.

Endnu er kun at tilføje, at der paa Overgangen mellem R_2 og R_3 findes en Hane, H , med tredelt Boring og et Siderør. Dels kan man her udtage Prøver af Apparatluften, dels kan man herigennem sætte øverste Ende af R_3 i direkte Forbindelse med Slangepumpens sugende Munding og saaledes lade Luften cirkulere udenom Beholderen A .

Ligger Radiumkapselen paa sin Plads i A , og man pumper, sker der følgende. Ved hvert Undertryk suges noget af den emanationsmættede Luft, som ligger inde omkring selve Radiumpræparatet, ud gennem Kapselens Skruegevind. Da det stadig er den samme Luft, som cirkulerer, vil denne, efterhaanden som der pumpes, blive rigere og rigere paa Emanation.

Hvor emanationsrig Apparatluften kan blive, afhænger i første Instans af, i hvilken Tilstand Radiumpræparatet paa det givne Tidspunkt befinder sig. Som det vil være bekendt¹, afspalter Radium ustandselig Emanation. En Del af denne forlader Radiumpræparatet, men en Del ophobes deri. Denne Ophobning vedbliver, indtil en vis Ligevægtstilstand er naaet, hvor Afgangen fra Præparatet er lig Tilgangen. Præparatet er da maksimalt ladet med Emanation. Fjernes denne Ladning, hængaar der knapt 1 Maaned, inden den maximale Ladning atter er naaet. Det er denne ophobede Emanation, man tager af ved Pumpning med Prytz's Apparat, og man vil selvfølgelig kunne faa den mest emanationsrige Luft, naar Præparatet er maksimalt ladet, og des mindre, jo mere der er taget, og jo kortere det er siden.

¹ Se f. Eks. Forf.'s Oversigtsartikel: Om Radiumemanation og dens mulige Betydning for Lægevidenskaben. Nord. Tidsskr. f. Terapi. Decbr. 1908.

Hvor længe man i det enkelte Tilfælde skal pumpe for at faa al den til Raadighed værende Emanation ud, er vel nok noget vekslende, afhængigt af Pumpens Funktion, navnlig Undertrykkenes Hyppighed i Minuttet og deres Størrelse; men som Regel gaar det ret hurtigt. Forsøg viste saaledes, at den største Mængde af Emanationen allerede var kommen ud efter 4 à 5 Minutters Pumpning, og fortsattes Pumpningen udover 15 Min., tog Apparatluftens Emanationsindhold ikke mere væsentlig til. For at være paa den sikre Side har jeg dog oftest fortsat Pumpningen i 30 Minutter, naar jeg ønskede fuld Virkning.

Man vil af denne Fremstilling forstaa, at den Tid, der hengaar mellem 2 Pumpninger, er af større Betydning for, hvor megen Emanation man faar ud, end selve Pumpningstiden. Man faar det samme Emanationsindhold i Apparatluften ved Pumpning i $1\frac{1}{2}$ Time efter f. Eks. 24 Timers Forløb som ved uafbrudt eller gentagne Pumpninger i den samme Tid.

Noget andet er det, at det ved den af mig benyttede Forsøgsanordning, hvor en Bakterieoverfladekultur blev indskudt i det omtalte Kredsløb, viste sig, at Virkningen var noget større, naar der pumpedes gentagne Gange, end kun een Gang ved i øvrigt samme Emanationsmængde. Det skyldtes rimeligvis den direkte Paapustning og Luftsiftet, hvorved hele den i Apparatluften tilstedeværende Emanation passerede forbi Kulturen, medens det under Stilstand efter Pumpning kun var den over Kulturen staaende Emanation, som virkede paa denne.

Til at drive Pumpen benyttedes en elektrisk Motor. Farten reguleredes dels ved Rheostat, dels ved Snorløbsomsætning. Sædvanlig foretog Slangepumpens Hjul c. 100 Omdrejninger i Minuttet, hvorved Kviksølvet hævedes c. 12 Gange.

Til Objekt for Emanationens Indvirkning har jeg, som nævnt, benyttet *Bac. prodigiosus*. Denne Bakterie valgte

jeg, dels fordi den er saa let kendelig, hvorved Kulturens Renhed let kan kontrolleres, dels fordi jeg fra de saa beslægtede Forsøg over Lysets baktericide Egenskaber har været vant til at bruge den.

Emanationen selv udsender kun α -Straaler. Disse er som bekendt meget lidt penetrerende. Man maatte derfor paa Forhaand vente, at Emanationens baktericide Virkninger ikke gik ret dybt. Dette blev ogsaa bekræftet ved Forsøg af DORN, BAUMANN og VALENTINER¹, idet de viste, at kun de 2 øverste mm. af en Gelatinespredning blev steriliserede ved Tilstedeværelsen af kraftig Emanation over Kulturen. Jeg benyttede derfor Overfladekulturer paa følgende Maade.

Sterile Præparatglas, som var 10 cm. høje og maalte ca. 3 cm. i Diameter, blev forsynede med c. 6 cm³. steril Agar, som bragtes til at stivne i skraa Stilling, saaledes at Fladen dannede en Vinkel paa ca. 45° med Bunden. Denne Flade blev tilsaaet med 20—24 Timer gammel Bouillonkultur af *Bac. prodigiosus*. Et bestemt Antal Draaber af den fortyndede Kultur blev hældt ud over Fladen. Den overskydende Vædske, som samlede sig ved Fladens Fod, blev suget bort med en steril Pasteur-Pipette. (Dette skete dog ikke i de første Forsøg).

Forsøgsglasset blev derpaa forsynet med dobbelt gennem-boret Gummiprop. Gennem den ene Boring førte et Glasrør langt ned i Glasset, saa at Munden kom til at ligge kun 1—2 cm. over Midten af Agarfladen. Gennem den anden gik et kort Rør kun lige igennem. De fri Ender af Rørene var forsynede med Gummislanger og Klemhaner.

Det saaledes præparerede Forsøgsglas blev indskudt mellem Slangepumpens fraførende Ende og selve Emanatoren (se Fotografiet). Luftstrømmen ledtes ind gennem det lange Rør og blæstes altsaa under Pumpningen lige ned over Kulturen. Luften passerede et Vatfilter.

¹ loco cit.

Efter afsluttet Pumpning blev Klemhanerne skruede til, og Forsøgsglasset kunde tages ud og sættes i Thermostat (24°). I en vis Række Forsøg blev Emanationen efter en given Tids Forløb fjernet ved Gennem sugning af frisk Luft og Gummiproppen derpaa erstattet med Vatprop. I flere Forsøg blev der samtidig indskudt 2 Forsøgsglas efter hinanden. Efter afsluttet Behandling blev Emanationen fjernet fra det ene, ikke fra det andet. I de Tilfælde, hvor der pumpedes gentagne Gange i Løbet af 24—48 Timer, forblev Forsøgsglassene staaende i Apparatet ved Stuetemperatur.

Til ethvert Forsøg tilberedtes af samme Kulturfortynding et Kontrolglas ganske paa samme Maade. Det fik ogsaa tæt-sluttende Gummiprop.

Maalingen af den anvendte Lufts Emanationsindhold eller Radioaktivitet foregik ved Hjælp af et Sieveking's Fontaktoskop¹. Da dette er meget fintmærkende, idet det er bestemt til Maaling af de ret smaa Mængder Emanation, som findes i Kilder, maatte jeg sørge for kun at indføre smaa og eventuelt fortyndede Prøver af Luften fra Apparatet.

Disse Luftprøver blev udtagne gennem Siderøret *S* og Hanen *H*, idet jeg sugede med en Lüers Glassprøjte paa 10 cm³. Som Regel blev 1 cm³. af Apparatluften i Sprøjten fortyndet med 9 cm³. almindelig Luft og deraf kun Halvdelen indført i Fontaktoskopet, altsaa kun $\frac{1}{2}$ cm³. Apparatluft. Ved mindre aktiv Luft indblæstes det hele eller endog 2—4 cm³ af den ufortyndede Apparatluft.

Luftprøven blev blæst ind gennem Tuden forneden paa Fontaktoskopet. Dette stod med Elektroskopet paasat og ladet. Aluminiumsbladene begyndte øjeblikkelig at falde sammen, og som Regel blev Elektroskopet helt afladet paa mindre end eet

¹ Dette er beskrevet flere Steder, se saaledes: SIEVEKING: Ueber einen neuen Apparat zur Bestimmung der Radioaktivität der Thermalquellen. Phys. Zeitschrift 1905. Bd. 6. S. 700.

Minut. Paa Elektroskopets inddelte Skala aflæstes f. Eks. Sammenfaldet i et halvt Minut. Ved en Tabel blev de aflæste Værdier omsatte i Voltfald og disse ved Multiplikation omregnede til at gælde 1 cm³. og 1 Time. De saaledes fundne Talstørrelser laa som Regel højt oppe i Tusinderne.

Overfor disse hurtige Afladninger spillede Elektroskopets Normaltab slet ingen Rolle, hvorfor jeg som oftest ikke tog det med i Udregningen — det skal fradrages. Kun overbeviste jeg mig altid om, at Bladene var i Ro før Forsøget. Ved at arbejde hurtigt og straks fjerne den indførte Emanation ved Paafyldning af Vand, lykkedes det mig trods meget talrige Maalinger at holde Apparatets Normaltab nede paa et passende Minimum, svingende omkring 50 Volt pr. Time.

De fundne Værdier paa mere end 10,000 Volttab rundede jeg af til hele Tusinder, da Differencer paa nogle Hundreder ingen som helst Rolle spillede, og Maalingerne selv — ved de høje Tal — rummede Mulighed for Fejl af samme Størrelse. Disse afrundede Angivelser af Volttab pr. 1 cm³. og Time er endelig omregnede i Macheenheder, d. v. s. elektrostatiske Enheder, multipliceret med 1000. Dette skete efter Formelen: $\frac{v}{300} \cdot \frac{13,8}{3600} = \text{E. S. E.}$, hvor 13,8 er en for vedkommende Fontakoskop gældende Konstant, 300 = 1 E. S. E., 3600 = Sekunder i 1 Time. Ved denne Omregning faar Tallene absolut Værdi, uafhængig af Maaleapparatet.

Undersøgelserne over de tre i Indledningen opstillede Spørgsmaal er udførte mellem hinanden i Løbet af det sidste 1½ Aar. Her har jeg imidlertid ordnet Forsøgene i 3 Grupper, svarende til de tre Spørgsmaal, og opstillet dem tabellarisk. I nogle Tilfælde er Forsøg af Gruppe I og II udførte samtidigt, idet der samtidig blev sat 2 Forsøgsglas i Pumpen. Emanationen blev da før eller senere fjernet fra det ene Glas, ikke fra det andet. Saaledes hører følgende Forsøg sammen: Gruppe I Nr. 5 og Gruppe II Nr. 6, Gruppe I Nr. 8 og Gruppe II Nr. 7.

Gruppe I. Undersøgelser over, hvor megen Radiumemanation der skal være i Luft, for at denne kan virke absolut dræbende paa en frisk udsaaet Overfladekultur af *Bac. prodigiosus*. Emanationen forblev i disse Forsøg staaende over Kulturen. Forsøgene er ordnede efter Indvirkningens Styrke.

| Løbe Nr. | Forsøgets Dato | Pumpningen | | Emanationsdosis pr. cm. ³ Luft | | Resultatet | | Anmærkn. |
|----------|----------------|----------------------|------------|--|--------------------|---|--|-------------------------------|
| | | Antal Gange | i alt i | Volttal pr. Time | Macheenheder | 2 Døgn efter Udsæd | 3 Døgn efter Udsæd | |
| 1 | 2/10 09 | 1 | 30 Min. | 20,000 | 255 | Øverste Tredjedel af Agarfladen steril. Resten dækket af en dels ufarvet, dels svagt pigmenteret Hinde. | Spredte upigmenterede Kolonier paa den i Gaar sterile Flade. Øverste Halvdel holdt sig steril. | |
| 2 | 22/3 09 | 1 | 15 Min. | 24,000 | 306 | Den sterile Flade lidt større; i øvrigt som 1. | | |
| 3 | 17/3 09 | 1 | 30 Min. | 25,000 | 319 | Øverste 3/4 Del af Fladen steril. | | |
| 4 | 2/4 09 | 1 | 15 Min. | 27,000 | 345 | Næsten hele Fladen steril. Kun en upigmenteret Bremme paa ca. 2 mm. fornedet. | | |
| 5 | 26/11 09 | 7 fordelt paa 1 Døgn | 1 3/4 Time | 22,000 ¹⁾ 27,000 ²⁾ 12,000 ³⁾ | 281 345 153 | Hele Fladen steril; men Vækst i lidt Kondensationsvand. | Fra Kondensationsvandet en Hinde opover Fladens nederste Del. | |
| 6 | 26/11 08 | 8 fordelt paa 3 Døgn | 1 1/4 Time | ikke maalt (sikkert > 30,000) | | | Hele Fladen steril; men Vækst i Kondensationsvand. | Kulturerne ikke i Thermostat. |
| 7 | 11/11 08 | 9 fordelt paa 3 Døgn | 2 Timer | ca. 32,000 | ca. 400 | | Hele Fladen steril; men Vækst i Kondensationsvand. | do. |
| 8 | 29/11 09 | 6 fordelt paa 2 Døgn | 1 1/2 Time | 48,000 ⁴⁾ 90,000 ⁵⁾ 42,000 ⁶⁾ | 613 1150 553 | Hele Fladen steril. Intet Kondensationsvand. | Nogle minimale hindeagtige ufarvede Pletter ved Randen (Vækst?). Selve Fladen uforandret steril. | |

Til hvert af disse Forsøg tilberedtes et Kontrolglas ganske som Forsøgsglasset. Tilkugning med Gummiprop. Der kom i alle Tilfældene jævn ensartet Vækst med blegt graalig-rødt Pigment over hele Fladen. (At Pigmentationen var ufuldstændig, skyldtes den hermetiske Tilkugning.)

¹⁾ Maaaling efter 2den, ²⁾ efter 5te og ³⁾ efter 6te Pumpning. Nedgangen til 12,000 skyldtes den Omstændighed, at der i den korte Tid mellem de to Udtagninger af Luftprøve ikke var dannet Emanation nok til at erstatte det fjernede.

⁴⁾ Maaaling: ^{30/11} efter 3dje, ⁵⁾ 1/12 efter 5te og ⁶⁾ nogle Timer senere efter 6te Pumpning. Nedgangen skyldtes Provelagnen.

Gruppe II. Undersøgelser over, hvor længe Indvirkningen af Radiumemanation (i Doser paa 319—1150 Macheenheder pr. cm.³ Luft) maa vare for at fremkalde lige synlig Virkning, resp. Drab af Bac. prodigiosus. Emanationen blev altsaa i disse Forsøg for eller senere fjernet fra Kulturen og Glassene forsynede med Vatpropper. Forsøgene er ordnede efter Indvirkningens Varighed.

| Løbe Nr. | Forsøgs Dato | Pumpingen | | Emanationsdosens pr. cm. ³ Luft | | Em. fjernet efter Forløb af | Resultatet | | Anmærkn. |
|----------|--------------|------------------------|---------|---|--------------------|-----------------------------|---|---|------------------------|
| | | Antal Gange | i alt i | Voltfaad pr. Time | Macheenheder | | 2 Døgn efter Udsæd | 3 Døgn efter Udsæd | |
| 1 | 26/13 09 | 1 | 30 Min. | 60,000 | 766 | 0 Time | Vækst som i Kontrollen. | | |
| 2 | 14/4 09 | 1 | 10 Min. | 25,000 | 319 | 1½ Time | Vækst som i Kontrollen. | | |
| 3 | 29/12 09 | 1 | 30 Min. | 88,000 | 1124 | 3 Timer | Væksten ikke fuldt saa tæt som i Kontrollen. | | |
| 4 | 15/12 09 | 2 fordelt paa 6 Timer | 1 Time | 70,000 | 894 | 6 Timer | Ikke sammenhengende Vækst, men tætsaaende Kolonier over hele Fladen. | | |
| 5 | 11/12 09 | 3 fordelt paa 12 Timer | 1½ Time | 44,000 | 562 | 12 Timer | Ca. 70 upigmenterede Kolonier spredt over Fladen foruden tætsaaende Rundkolonier. | Alle Kolonier nu røde | |
| 6 | 26/11 09 | 7 fordelt paa 1 Døgn | 1¾ Time | 22,000 ¹⁾ 27,000 12,000 | 281 345 153 | 24 Timer | Talrige smaa upigmenterede Kolonier paa Fladens nederste Halvdel; ingen paa øverste | Kolonierne nu alle røde og større, ogsaa enkelte i øvre Halvdel. | Jævnfør Gruppe I Nr. 5 |
| 7 | 29/11 09 | 6 fordelt paa 2 Døgn | 1½ Time | 48,000 ¹⁾ 90,000 42,000 | 613 1150 553 | 48 Timer | Hele Fladen steril. Intet Kondensationsvands. | Fladen holdt sig steril, kun langs Randen forneden og lidt foroven en linietynd rød Strihe. | Jævnfør Gruppe I Nr. 8 |
| 8 | 8/12 09 | 7 fordelt paa 2 Døgn | 1¾ Time | 85,000 ²⁾ (60,000 ³⁾) | 1086 760 | 50 Timer | Hele Fladen steril, men lidt Vækst paa Siden af Agaren, som havde trukket sig lidt fra Glasstet (for Forsøget). | Som i Gaar. (Fladen holdt sig steril de følgende Dage.) | |

Til hvert af disse Forsøg tilberedtes Kontrolglas ganske som Forsøgsglassene. De var lukkede med Gummiprop i samme Tid, som Emanationen holdtes i Forsøgsglassene. Derefter Vatprop. Der kom i dem alle jævnt ensartet Vækst med kraftigt rødt Pigment over hele Fladen.

¹⁾ Se under Gruppe I. ²⁾ Maaling 9/12 efter 3die og ³⁾ 10/12 efter 7de Pumping.

Gruppe III. Undersøgelser over, hvor lidt Radiumemanation der skal være i Luft, for at denne kan fremkalde en lige iagttagelig Virkning paa Bac. prodigiosus. Emanationen forblev i disse Forsøg staaende over Kulturene. Forsøgene er ordnede efter Indvirkningens Styrke.

| Løbe Nr. | Forsøgets Dato | Pumpingen | | Emanationsdosis pr. cm. ³ Luft | | Resultat 2 Døgn efter Udsæd | Anmærkninger |
|----------|----------------|------------------------|------------|---|--------------|---|---|
| | | Antal Gange | i alt i | Volfald pr. Time | Macheenheder | | |
| 1 | 10/12 08 | 1 | 10 Min. | ca. 2,000 | 25,5 | Vækst som i Kontrollen. | I disse 2 Forsøg førtes Luften, efter at den var bleven forsynet med den passende Mængde Emanation fra Beholderen A, udenom denne ved Hjælp af Hænen H. |
| 2 | 23/12 09 | 2 | 30 Min. | 2,000 | 25,5 | Vækst som i Kontrollen. | |
| 3 | 17/12 09 | 1 | 5 Min. | 4,000 | 51 | Vækst som i Kontrollen. | |
| 4 | 4/1 10 | 1 | 15 Min. | 6,500 | 82 | Vækst som i Kontrollen | |
| 5 | 10/1 10 | 1 | 15 Min. | 10,000 | 127,5 | Lidt tyndere Vækst og svagere Pigmentation end i Kontrollen. | At Dosis blev saa lille trods den mægen Pumping, skyldes den Omstændighed, at Slangepumpen ikke fungerede godt og næppe var helt tæt. |
| 6 | 13/1 10 | 1 | 15 Min. | 12,500 | 159 | Tydelig tyndere Vækst end i Kontrollen. Kun Antydning af Pigment. | |
| 7 | 20/10 09 | 4 fordelt paa 1 Døgn | 1 1/2 Time | 7,000 | 89 | Langt tyndere Vækst end i Kontrollen. Kun Pigment i en Halvmaane nedadtil. | |
| 8 | 5/10 09 | 6 fordelt paa 12 Timer | 1 1/2 Time | 8,000 | 102 | Spredte upigmenterede Kolonier over største Dele af Fladen. Kun i en Halvmaane nedadtil sammenhængende Vækst. | |

Til hvert af disse Forsøg tilberedtes et Kontrolglas ganske som Forsøgsglasset. I alle Tilfælde jævn ensartet Vækst med blegt graalig-rødt Pigment. Tilkning med Gummiprop.

Gruppe I (se S. 305). Det fremgaar af disse Forsøg først og fremmest, at *Bac. prodigiosus* kan dræbes af Radiumemanationen. Men Emanationens steriliserende Evne er — i de anvendte Styrker — ikke videre stor. Det var kun det ganske tynde Lag frisk udsaaet Kultur, Emanationen fik Bugt med. Kondensationsvandet lykkedes det ikke at sterilisere (ligesom i DORN; BAUMANN og VALENTINER's Forsøg). Den lige nødvendige Dosis til Sterilisation af selve Agarfladen laa ved 345 Macheenheder (27,000 Voltfald i Timen) pr. cm.³ Luft; det foreslog i alt Fald, naar Pumpningen (Paavirkningen) gentoges nogle Gange, selv om Dosis til Slut gik noget ned, medens det ved en enkelt Pumpning kneb lidt med Randpartierne. Den sikkert dødelige Dosis for en Overfladekultur af *Bac. prodigiosus* kan man efter disse Forsøg sætte til ca. 400 Macheenheder (ca. 32,000 Voltfald i Timen) pr. 1 cm.³ af den Luft, som Kulturen er udsat for.

Gruppe II (se S. 306). Man ser af disse Forsøg, at Radiumemanation — i de anvendte Doser — ikke har nogen momentan Virkning. Tværtimod synes en relativt langvarig Indvirkning at være nødvendig. Trods 3 Timers Behandling med en meget stærkt radioaktiv Luft kom der kun en lige synlig Væksthæmning. Gentagne Pumpninger i 12 og 24 Timer med Doser, som gav absolut Drab, naar Emanationen blev staaende over Kulturen, medførte her, hvor den fjernedes efter nævnte Tids Forløb, kun delvis Sterilisation, idet der voksede enkelte Kolonier frem, spredt paa Agarfladen. Først ved Indvirkning i 48 Timer med en Luft, hvis Radioaktivitet svingede omkring 766 Macheenheder pr. cm.³ (60,000 Voltfald i Timen), opnaaedes absolut Sterilisation af hele Fladen.

Betydningen af en langvarig Indvirkning er efter disse Forsøg utvivlsom, og hvis Kulturerne ikke holdtes i lukkede Rum, medens Behandlingen med Emanation stod paa, maatte Indvirkningen sandsynligvis vare endnu længere. Det maa jo

nemlig erindres, at selve Indelukningen af Kulturerne er et let skadeligt Moment, hvilket ogsaa ses af den daarlige Pigmentation i Kontrolkulturen. Skulde denne Indelukning undgaas, vilde der kræves meget betydelige Mængder af Emanation.

Gruppe III (se S. 307). Disse Forsøg viser, at Aktiviteten af stillestaaende Luft maa være mindst 127,5 Macheenheder (10,000 Voltfald i Timen) pr. cm.³ for at frembringe en lige synlig Virkning paa *Bac. prodigiosus*.

Af Forsøgene 7 og 8, der fremkom tilfældig derved, at Pumpen svigtede, synes det dog at fremgaa, at denne Dosis kan bringes en Del længere ned, naar Luften gentagne Gange og i noget længere Tid blæses ned over Kulturen.

Man ser endvidere dels af disse Forsøg (Nr. 5, 6, 7 og 8), dels af Forsøgene 1—5 i Gruppe I og 5—6 i Gruppe II, at *Bac. prodigiosus*'s Evne til at danne Pigment paa- virkes af Radiumemanationen. Vel nedsatte selve Indelukningen med den deraf følgende mindre gode Iltning Pigmentdannelsen, hvilket som omtalt saas i samtlige Kontrolglas til Grupperne I og III; men kom Emanationen til, kunde Pigmentdannelsen helt undertrykkes, og man fik ganske farveløse Kolonier eller Flager af Vækst. Hvis Indelukningen hørte op, som i Gruppe II, var det dog kun en forbigaaende Tilstand; Kolonierne blev efterhaanden helt røde. BOUCHARD og BAL- THAZARD skriver (i det ovenfor citerede Arbejde) om *Prodigiosus*, at de Bakterier, der vokser ud trods en vis Indvirkning af Emanation, har usvækket Pigmentation. Heri kan jeg altsaa ikke være enig med de nævnte Forff.

Iøvrigt er det fundne Forhold jo ingenlunde mærkeligt; thi, som det synes, vil ethvert Agens, der virker hæmmende paa *Bac. prodigiosus*'s Vækstforhold, ogsaa influere paa dens Pigmentation; det vides saaledes om Varme, Lys, Iltmangel Giftstoffer o. l.

For at undersøge, om ikke Forsøgsanordningen i og for sig havde nogen skadelig Indvirkning paa Kulturerne — bortset fra den omtalte Indelukning — foretog jeg følgende Kontrolforsøg:

1. Gennemslugning af almindelig Luft i samme Tid som Pumpningen. Kulturer, tilberedte paa den sædvanlige Maade, blev sat i Forbindelse med en Vandsugepumpe, saaledes at Luften gik ind gennem det lange Rør og lige ned mod Kulturen. Væksten var lige saa yppig som i ubehandlede Glas, og dog var der her større Mulighed for Udtørring end i Forsøgene, hvor der arbejdedes med en aflukket Luftmængde, som tilmed med Vilje holdtes noget fugtig.

2. Paavirkning af Kviksølvdampe paa samme Maade som i Forsøgene. Der vides paa Forhaand intet om, at Kviksølvdampe ved Stuetemperatur har nogen skadelig Indvirkning paa Bakterier. For dog at prøve dette og i det hele udsætte nogle Kulturer for en ganske tilsvarende Behandling kun med Udelukkelse af Radiumemanation fik jeg indrettet en Opstilling Mage til den Prytz'ske og med en anden Slangepumpe — som jeg velvilligt fik til Laans paa Finsens medicinske Lysinstitut —; Kulturen, som behandledes i dette Apparat ialt i 2 Timer, fordelt paa et Par Dage, voksede ganske uskadt ud. Samme Resultat fik jeg ved et Forsøg, jeg engang kunde foretage med mit sædvanlige Apparat, idet det havde henstaaet ubenyttet og uden Radiumpræparat i 4 Maaneder. Efter en grundig Gennemluftning af Rørene viste Apparatluften da kun en ganske forsvindende Aktivitet.

De i Tabellerne opførte Resultater kan derfor kun skyldes Tilstedeværelsen af Radiumemanationen.

Virkningen beror ikke paa en Forandring af Næringssubstratet. Dette fremgik allerede af de talrige Tilfælde, hvor lidt af Agarfladen efter Forsøgets Afslutning blev inficeret fra Kondensationsvandet. Desuden saas det af følgende Forsøg:

Et Glas med Agar, tilberedt paa sædvanlig Maade men uden Bakterier, blev indsat i Pumpen samtidig med Forsøgsglasset i Forsøg Nr. 8 Gruppe II og behandlet i 2 Døgn med Emanation; senere blev Agarfladen tilsaaet, efter at Emanationen var fjernet; der kom ganske usvækket Vækst.

Sandsynligvis er Baktericiteten en direkte Virkning og skyldes først og fremmest de α -Straaler, Radiumemanationen selv udsender; men dertil kommer sikkert ogsaa en Indvirkning af de mindre aktive faste Stoffer, Radium *A*, *B*, *C*, *D*, *E* og *F*, der som et Beslag sætter sig paa alle Beholderens Vægge og altsaa ogsaa paa Kulturen. Maaske faar denne noget mere af dette Beslag, naar Luften ligefrem pustes ned over den, og man forstaar da let Betydningen af de hyppigt gentagne Pumpninger. En indirekte Virkning, f. Eks. gennem Ozondannelse af Luftens Ilt, kan dog ikke udelukkes; herom giver disse Forsøg i og for sig ingen Oplysning.

Jeg beder min Chef, Hr. Overlæge Professor Dr. med. ISRAEL ROSENTHAL, modtage min hjærteligste Tak for Anskaffelsen af de nødvendige Apparater, særlig Fontakoskopet, og Hr. Prosektor Dr. med. SCHEEL for Arbejdsplads paa Laboratoriet ved Kommunehospitalets Sektionsstue.

