

Havrebakterioser, forårsaget af *Phytonomonas coronafaciens*.

Af Erik J. Petersen.

I Juni 1932 iagttog Dr. phil. C. A. Jørgensen paa Materiale, indsendt fra Statens Forsøgsstation ved Studsgaard, nogle karakteristiske Angreb paa Bladene af Borris Stand-Havre (Borris Nr. 259), der formodedes at være af bakteriologisk Karakter. Efter en nøjere Undersøgelse paa Statens Planteavls-Laboratoriums bakteriologiske Afdeling viste denne Antagelse sig at være rigtig, idet den paagældende Sygdom forårsages af en til Slægten *Phytonomonas* hørende Bakterieart, der ikke tidligere med Sikkerhed har været paavist i Europa.¹⁾

I det følgende skal i Korthed berettes om Hovedresultaterne af denne Undersøgelse.

I. Makroskopiske Sygdomstegn. — Isolation og Infektionsforsøg.

Iagttagelser i Marken vedrørende Sygdomssymptomer paa Planternes tidligste Udviklingstrin mangler indtil videre. Paa det Tidspunkt, da Sygdommen først konstateredes (omkring 1. Juli), var Havren allerede i Slutningen af Blomstringsstadiet; Sygdommen viste sig da paa Bladene som 1—2 mm brede, ovale Pletter, bestaaende af kollaberet Væv af graalig eller brunlig Farve, omgivet af en meget karakteristisk klorotisk Halo, der til en Begyndelse kun er lidt lysere end det omgivende Væv, men senere udviser en Række forskellige Farvenuancer fra grønt til gult (se Tavle I, Fig. 1). I de stærkest udviklede Pletter antager denne Halodannelse ofte en koncentrisk Karakter, idet der paa Grænsen til det sunde Bladvæv optræder en mørkere, brunlig eller purpurfarvet Bræmme (Tavle I, Fig. 3). Disse meget iøjenfaldende Bladpletter med omgivende Halodannelser kan ofte opnaa en meget betydelig Udstrækning (1—flere mm

¹⁾ Angrebet blev samme Sommer fundet paa Borris Stand-Havre i Havreforsøgene ved Tystofte og Borris.

i Diameter). Hvis Angrebet er af særlig stærk Karakter med talrige Infektionssteder, vil de ydre, mørkere Randpartier omkring hver enkelt af de efterhaanden sammensmeltende Bladpletter give det angrebne Blad en mørk, brunlig Grundfarve, medens de indre Partier af de respektive Halodannelser nu optræder som lysere, gulligt farvede Pletter, ofte sammenflydende til langagtige Baand eller Øer, i hvis centrale Parti det oprindelige Infektionssted iagttages som en lille, mørkere farvet Plet (se Tavle I, Fig. 2 og 4). Et Angreb af denne Karakter medfører saaledes en almindelig Henvisnen af det angrebne Blad, der hyppigt ledsages af en Ombøjning af Spids og Bladrande. Nogen Eksudatdannelse forekommer ikke. — Sygdommen er hidtil kun iagttaget som Bladangreb; Sandsynligheden taler dog for, at ogsaa andre Dele af Planten vil kunne angribes, saaledes navnlig Blomsteravnerne, hvorved Sygdommen vil overføres paa Kornafgrøden og brede sig videre ved Frøsmitte.

Den mikroskopiske Undersøgelse af Bladpletterne klarlægger Sygdommens bakterielle Natur, idet Parenkymcellerne fra de paagældende Partier indeholder en større eller mindre Mængde stavformede Bakterieceller. — Ved Spredning paa Difcos Kød-Pepton-Agar fremkommer i alle undersøgte Tilfælde i Materialet fra Borris saavel som fra Tystofte et ganske overvældende Antal ret karakteristiske, graalige, flade Kolonier, bestaaende af livligt bevægelige, stavformede Celler, der maa formodes at være Aarsag til Sygdommen. Infektionsforsøg med den saaledes isolerede Bakterieart giver den endelige og sikre Verifikation: Efter at de til Infektionsforsøgene benyttede unge Havreplanter (ca. 3—4 Uger gamle) har henstaaet 1 Døgn under en Glasklokke, beklædt med fugtigt Filtrepapir, udføres Infektionen med en 24 Timer gammel Agarkultur, der opslemmes i sterilt Vand og paasprøjtes Planterne ved Draabeforstøvning. Planterne anbringes derpaa atter under fugtig Glasklokke og henstaar frit i Væksthuset ved ca. 20° C. Efter 5—8 Dages Forløb fremkommer de første Sygdomstegn paa Bladene i Form af smaa klorotiske, aflange Pletter (ca. 0.3×1 mm), der hurtigt breder sig stærkt og i Løbet af et Par Uger medfører en almindelig Gulfarvning og Henvisnen af de angrebne Blade (se Tavle I, Fig. 5 og 6). En mikroskopisk Undersøgelse af de ganske unge, kun netop synlige Bladangreb viser tydeligt,

hvorledes de til Spalteaabningen grænsende Celler er helt fyldt med de stavformede Bakterieceller. — De herfra foretagne Re-Isolationer resulterer alle i Fremkomsten af overordentlig talrige Kolonier af den til Forsøgene benyttede Bakterieart, og næsten uden Indblanding af fremmede Former i Spredningen. — Den paagældende Bakteriearts patogene Egenskaber maa herefter betragtes som endelig fastslaaet.

II. Diagnostisk Beskrivelse og Bestemmelse af den isolerede Bakterieart.

I det følgende skal gives en kortfattet Beskrivelse af den paagældende Bakteries morfologiske og fysiologiske Karaktertræk. Hvor intet andet anføres, er den benyttede Teknik og Terminologi ganske i Overensstemmelse med den, der ved en tidligere Lejlighed har været mere indgaaende beskrevet her i Tidsskriftet, hvorfor der med Hensyn til tekniske Enkeltheder henvises til det paagældende Arbejde (38. Bind, 1932, Side 826).

1. Morfologi.

Cellerne er livligt bevægelige og forsynede med en polær, lang Cilie, der lettest paavises ved Anvendelse af *Zettnows* Forsølvningsmetode (Tavle I, Fig. 7).

I øvrigt farves Cellerne let af basiske Anilinfarvestoffer, men er gramnegative og ikke-syrefaste. De er typisk stavformede, ofte ganske let bøjede uden dog at kunne betegnes som skrue- eller halvskrueformede. Cellepolerne er afrundede eller let tilspidsede, og Cellerne lejrede enkeltvis, parvis eller i ganske korte Kæder (Tavle II, Fig. 12 og 13). I unge Kulturer paa Kød-Pepton-Agar (1 Døgn, dyrket ved 25° C.) antager Cellerne følgende Dimensioner, fastslaaet ved Maaling af 106 Enkeltceller i et tyndt Cyanochin-Præparat:

	Middeltal	Maksimum	Minimum
Længde	2.2 μ	3.4 μ	1.2 μ
Diameter	0.6 μ		

I lidt ældre Kulturer optræder Cellerne i noget plumpere Form, idet Længden aftager, samtidig med at Diameteren forøges ret betydeligt. Samtidig foregaar en Forslimning af det ydre Lag, saaledes at Cellerne kun ret vanskeligt lader sig fordele jævnt ved Udstrygning paa et Objektglas, men er til-

bøjelige til at blive liggende i klumpvis Lejring (se Tavle II, Fig. 14). Herved fremkommer Billeder, der udviser en ikke ringe Lighed med det af *Löhnis* og *Smith* (Journ. of Agric. Res. 6, 1916, S. 675) først beskrevne saakaldte »Symplasmastadium«, der antages at repræsentere en særlig, amorf Fase af Bakteriernes Udviklingscyklus. Den ret stærke Opsvulmning af de enkelte Celler kunde i det foreliggende Tilfælde lede Tanken hen paa osmotiske Forstyrrelser som medvirkende Aarsag til de nævnte morfologiske Ændringer, men i øvrigt falder en Diskussion om denne, foreløbig ret problematiske »Symplasmateori« ganske uden for Rammerne for nærværende Arbejde.

2. Kulturelle Karaktertræk.

Agarstreg. (25° C.) Ret god Vækst. Belægningen flad, glat og fugtig, af graalig, lidet karakteristisk Farve. Ingen Fluorescens og ingen Ændring af Agarsubstratet.

Gelatinestik. (20° C.) Efter 2 Dage: Ret god Overfladevækst omkring Podestikket, men ringe eller ingen Vækst i Dybden. Omtrent samtidig iagttages det første Tegn paa Gelatinesmeltning i Form af en svag, skaalformet Fordybning, der efterhaanden, som Processen skrider frem, antager Tragtform og sluttelig breder sig gennem hele Substratet. Gelatinesmeltningen tilendebragt i Løbet af ca. 10 Dage.

Agarkolonier. (25° C.) God Vækst, makroskopisk synlig efter 24—36 Timers Forløb. Dybdekolonier linseformede, Overfladekolonier kredsrunde, 5—7 mm i Diameter (efter 6 Dage), flade, helrandede, men med svagt bugtet eller bølget Rand (se Tavle II, Fig. 10). Strukturen først finkornet, senere mere traadagtig eller marmoreret (Tavle II, Fig. 11). Svag, koncentrisk Tegning med højere beliggende Centralparti. Smøragtig Konsistens, svag Fedtglans og graalig, lidet karakteristisk Farve. Ingen Ændring af Agarsubstratet.

Gelatinekolonier. (20° C.) Makroskopisk synlig Vækst allerede efter 24—36 Timers Forløb. Dybdekolonierne punktformede eller kredsrunde, hele, helrandede, fint granulerede eller næsten homogene, ofte med svag, koncentrisk Tegning. Overfladekolonierne med bølget Rand, ca. 1 mm i Diameter. Smeltningen iagttages allerede efter 36—48 Timers Forløb i Form af grubeformede Fordybninger. Efterhaanden som Smeltningen skrider frem, antager Kolonierne en mere lappet

Karakter og bliver sluttelig Miltbrand- eller *Mesentericus*-lignende med typiske rankeformede Slynngninger (se Tavle II, Fig. 8 og 9. — Sml. *Lehmann* og *Neumann*, 1927, I. Bd., Atlas, Tavle 2, Fig. XV).

Bouillon. Kun ret svag Vækst. Difus Plumring og lille, finkornet Bundfald. Ingen Hinde, men undertiden svag Ringdannelse. Ingen Lugt. Tydelig Ammoniakdannelse (Paavisning med *Nesslers* Reagens).

Kartoffel. Ret god Vækst. Belægningen flad, graalig, fugtig, lidet karakteristisk. Ingen Ændring af Kartoffelstykket.

Mælk. (Difco's »Purpur Mælk«.) Ingen Hindedannelse. Ingen Koagulation, men tydelig Peptonisering, der iagttages efter ca. 1 Uges Forløb og tilendebringes paa 3—4 Uger. Ingen Reduktion af Farvestoffet. Tydelig Reaktionsforskydning i alkalisk Retning. (I upodede Kontrolglas: p_H 6.2. I 3 Uger gl. Kulturer: p_H 7.8. — Maalingerne foretaget med Kinhydronelektrode og under Anvendelse af 4 Fællesbestemmelser.)

3. Fysiologiske Egenskaber.

Forholdet over for Temperaturen. Undersøgelser vedrørende Kardinalpunkter for Vækst er udført ved Dyrkning paa 1 pCt. Dekstrose-Agar samt i Difcos Kød-Pepton-Bouillon. Minimumsværdien er endnu ikke naaet ved en Temperatur paa ca. 6° C., medens Maksimum er beliggende omkring 40° C. Væksten foregaar bedre ved 25° end ved 37° C.

Undersøgelse af Termoresistensen er udført under Anvendelse af den tidligere beskrevne Fremgangsmaade (l. c. p. 835). Dræbningstiden for unge, vegetative Celler kan herefter ansættes til ca. 45° C. (Opvarmning i 10 Min.)

Forholdet over for Ilt. I Stikkulturer foregaar Udviklingen kun i Substratet omkring Podestikket samt i øverste Del af Stikkanalen. I fuldstændig iltfri Atmosfære foregaar ikke den ringeste Vækst (Dyrkning paa Dekstrose-Agar samt Nitrat-Agar. Ilten fjærnet ved Pyrogallolmetoden). Bakterien er altsaa typisk aerob.

Forholdet over for Brintionkoncentrationen. Kardinalpunkterne for Vækst ved forskellige p_H -Værdier er bestemt under Anvendelse af Difco-Bouillon med Tilsætning af

1 pCt. Mannit samt 0.5 pCt. K_2HPO_4 + 0.5 pCt. sek. Natrium-citrat. Forsøget giver følgende Resultat:

Substratets p_H -Værdi	8.2	8.0	7.8	7.4	6.9	6.6	6.3	6.0	5.6
Vækstintensitet efter									
10 Dage.....	?	×	×	×	×	×	×	×	÷
p_H eft. 10 Dages Vækst	8.1	8.1	8.0	7.9	7.4	7.1	6.9	6.5	5.6

I Overensstemmelse med Erfaringerne vedrørende Væksten i almindelig Difco-Bouillon (sml. ovenfor Side 511) konstateredes ogsaa her en tydelig Reaktionsforskydning i alkalisk Retning. Den optimale Zone for Vækst begrænses af p_H -Værdierne 6.9 og 6.3, medens Yderpunkterne for Vækst overhovedet repræsenteres af p_H -Værdierne 8.2, resp. 5.8. (Sidstnævnte Værdi fremkommet som Middeltal mellem p_H 6.0, der endnu tillader en ret stærk Bakterieudvikling, og p_H 5.6, hvor der overhovedet ikke foregaar nogen Vækst.)

Syreagglutination. Forsøg med den af *Michaelis* angivne 10-ledede Acetat-Række giver kun negativt Resultat. — Inden for p_H -Intervalliet 6.5—3.5 foregaar overhovedet ingen Syreagglutination.

Vækst i syntetiske Opløsninger. I *Fermis* Opløsning: god Bakterieudvikling; mælket Vækst, lille Bundfald, ingen Hinde eller Ringdannelse; i ældre (3—4 Uger gl.) Kulturer iagttages en tydelig Fluorescens. I *Ushinskys* Opløsning: Ingen Vækst.

Farvestofdannelse og Fluorescens. Som ovenfor omtalt, giver Væksten paa Difcos Agarsubstrater ikke Anledning til Farvestofdannelse eller Fluorescens. Heller ikke ved Dyrkning paa Kød-Pepton-Agar, fremstillet paa Grundlag af Liebig's Kød-Ekstrakt og Pepton Witte (0.5 pCt. Kødekstrakt, 1 pCt. Pepton, 0.5 pCt. NaCl + 2 pCt. Agar — p_H 7.0), iagttages ringeste Tegn paa Fluorescens. Afgørende for Besvarelsen af Spørgsmaalet er dog Væksten i *Fermis* Opløsning, der, som ovenfor omtalt, udviser en meget tydelig Fluorescens.

Forgæringsforhold. Forsøgene udføres i Durham-Rør under Anvendelse af de af Difco fremstillede Standardsubstrater til Forgæringsundersøgelser. (Fenolrødt-Bouillon med Tilsætning af henholdsvis Dekstrose, Laktose, Saccharose, Maltose og Mannit.) Desuden den sædvanlige Difco-Bouillon med Tilsætning af 0.5 pCt. Lævulose.

Væksten er overalt god. I intet Tilfælde iagttages nogen Luftudvikling; i Substraterne med Dekstrose, Lævulose og Saccharose foregaar en tydelig Syredannelse, hvorimod Reaktionen i de øvrige Substrater forskydes i alkalisk Retning.

Reduktionsprocesser. Evnen til Nitratreduktion er undersøgt i Stik- og Stregkulturer paa Dificos Nitratagar samt i høje Durhamrør med 0.1 pCt. Salpeterbouillon. I intet Tilfælde iagttages nogen Luftudvikling; *Gries'* Nitritreaktion giver overalt negativt Resultat, hvorimod *Nesslers* Reagens viser en tydelig Ammoniakproduktion i samtlige Kulturer. Hvorvidt dette Forhold skyldes en gennemgribende Reduktion af Nitraterne til Ammoniak eller hidrører fra Nedbrydning af de paagældende Substraters organiske Kvælstofforbindelser, lader sig ikke afgøre ved Anvendelse af de nævnte peptonholdige Substrater. Endelig afgørende er først Dyrkningen i *Gilltays* Opløsning, der kun indeholder Kvælstof i Form af Kaliumnitrat¹⁾. Efter ret stærk Podning og 5 Dages Henstand ved 25° C. undersøges Kulturerne for Nitrit og Ammoniak, i begge Tilfælde dog med negativt Resultat. Det kan herefter betragtes som fastslaaet, at Bakterien hverken er denitrificerende eller i Besiddelse af nitrat-reducerende Egenskaber.

Heller ikke i Selenitagar iagttages nogen Reduktionsproces.

Diastasedannelse. Forsøgene er udført paa sædvanlig Vis ved Pladekulturer paa Dificos Stivelses-Agar. Diastasedannelsen er undersøgt efter 3, 5 og 10 Dages Forsøg, men stedse med negativt Resultat.

Svovlbrintedannelse. Pladekulturer paa Dificos Blyacetat-Agar udviser efter 2 Ugers Henstand kun usikre eller i hvert Fald yderst svage Tegn paa Svovlbrintedannelse. En fornyet Prøve med en Strimmel fugtigt Blyacetatpapir, anbragt under Proppen af en almindelig Bouillonkultur, giver ligeledes negativt Resultat.

Indoldannelse. *Ehrlichs* Indolreaktion, udført i henholdsvis 1 og 3 Dage gl. Kulturer i Dificos Tryptofan-Bouillon, giver negativt Resultat.

Indeksbetegnelse. Under Benyttelse af det af The Society of American Bacteriologists i December 1924 ud-

¹⁾ *Gilltays* Opløsning: Dest. Vand 1000 cm³, Kaliumcitrat 7.0 g, Dekstrose 5.0 g, K₂HPO₄ 2.0 g, MgSO₄ aq 2.0 g, KNO₃ 1.0 g, CaCl₂ 0.2 g, FeCl₃, 10 pCt. Opl., 2 Draaber. Reaktionen reguleres til pH 7.0.

arbejdede Forslag, hvorefter hvert af de vigtigste diagnostiske Karaktertræk tillægges en bestemt Talværdi (sml. Descriptive Chart 1925), vil Bakterien herefter i Hovedsagen kunne karakteriseres ved Indeksbetegnelsen 5020—31101—0202¹⁾.

4. Systematisk Bestemmelse.

Den første Omtale af Havrebakteriose gaar helt tilbage til 1890 og skyldes *B. T. Galloway* og *E. A. Southworth*, der beskriver en bakteriel Havresygdom, der paa daværende Tidspunkt forårsagede store Ødelæggelser i de østlige og centrale Stater af U. S. A. Beskrivelsen af saavel det makroskopiske Sygdomsbillede som af den formentlig sygdomforårsagende Bakterie er imidlertid af en saa ufuldstændig Karakter, at det ikke er muligt at drage sikre Sammenligninger med de senere beskrevne Havrebakterioser.

I Aarene 1906—09 optraadte ligeledes i U. S. A. og spredt over store Arealer en meget ondartet Havresygdom, der navnlig i 1909 var af meget alvorlig Karakter, medførende Tab paa $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ af Høsten i de angrebne Egne. Som Sygdomssymptomer angives en almindelig Gulfarvning af de nedre Blade paa unge Planter, der ofte sluttelig ændres til brunlige eller rødlige Farvenuancer, hvorved hele Marken kan antage »a rusted appearance« (*Elliott*, 1920). Som Sygdomsaarsag nævnes saavel Bakterier som Svampe, Insekter og ugunstige Vejrforhold. Forholdet blev nærmere undersøgt af den bakteriologiske Plante-pathologis Grundlægger, *Erwin F. Smith*, der fra de angrebne Plantedele rendyrkede en Bakterie og undersøgte dens kulturelle og fysiologiske Forhold uden dog at offentliggøre noget nærmere om Resultaterne. (Citeret efter *Elliott*, 1920, Side 166). — Lidt senere blev Sygdommen taget op til Bearbejdelse af *Thomas F. Manns* (1909), der rendyrkede to forskellige Bakteriearter, en gullig (*Bacillus avenae* Manns) og en mere hvidligt voksende Art (*Pseudomonas avenae* Manns), der begge angives at forekomme i praktisk talt alle de undersøgte Agar-spredninger fra angrebne Plantedele. Den gullige *B. avenae* er hurtigst voksende og danner de første synlige Kolonier, medens

¹⁾ Det her opgivne Indeks-Nr. kan ikke direkte sammenlignes med de tilsvarende Indeksbetegnelser for de af *Elliott* beskrevne Bakterier (sml. senere), idet *Elliott* til Karakterisering af de paagældende Arter har anvendt et andet og ældre Indekssystem end det ovenfor benyttede.

dog sluttelig Kolonierne af *P. avenae* bliver dominerende i Antal. Ved Infektionsforsøg viste det sig, at *Ps. avenae* var i Stand til at fremkalde mindre Bladlæsioner, der dog snart standsede i Udbredelse uden at antage nogen ondartet Karakter. Infektionsforsøg, udført med en Blanding af de to paagældende Mikroorganismer, resulterede derimod i et Sygdomsbillede, svarende til de spontant i Marken optrædende Angreb. *Manns* drager heraf den Slutning, at Sygdommen skyldes en Symbiose mellem de to paagældende Bakteriearter — en Antagelse, der menes yderligere bekræftet ved længere Tids Dyrkning paa kunstigt Substrat, idet *P. avenae* bedre bevarer sine patogene Egenskaber i Blandingskultur med *Bac. avenae*, end naar den dyrkes alene i Renkultur. — I øvrigt er det bemærkelsesværdigt, at *P. avenae*, der jo ganske aabenbart maa betragtes som den primære Faktor i Sygdomsangrebet, angives at være i Besiddelse af typiske Endosporer. Beskrivelsen af de formentlige Sporer er dog ret ufuldstændig og det ledsagende mindre vellykkede Mikrofotografi uden nogen større Værdi.

Af større Betydning end de oven for nævnte Undersøgelser er et grundlæggende Arbejde af *Charlotte Elliott* (1920). Hun giver her en meget indgaaende Fremstilling af Spørgsmaalet om Havrens Bladbakteriose og fremdrager navnlig som et meget typisk makroskopisk Karaktertræk Fremkomsten af gul- eller brunfarvede Bladpletter, ofte omgivet af en ejendommelig Halodannelse — altsaa Karaktertræk, der meget nøje er i Overensstemmelse med de i nærværende Arbejde omtalte. Som Sygdomsaarsag beskrives en hidtil ukendt Bakterieart, *Bact. coronafaciens* Elliott, der hverken kulturelt eller fysiologisk udviser nogen Lighed med de af *Manns* beskrevne Bakteriearter. Ifølge *Elliott* er der Grund til at mene, at *Manns* ikke har arbejdet med samme Havrebakteriose som den, der foraarsages af *Bact. coronafaciens*: »His colored figures as well as most of his text indicate an entirely different disease, but his plate XIII shows that this halo-disease formed at least a part of the phenomenon under consideration« (*Elliott*, 1920, Side 167). Derimod antages *Bact. coronafaciens* at være identisk med den ovenfor omtalte, af *Erwin Smith* isolerede Bakterie — en Antagelse, der i ikke ringe Grad underbygges af den Kendsgerning, at *Elliotts* Arbejde delvis er udført under *Erwin Smiths* Ledelse.

I et senere Arbejde beskriver *Elliott* (1927) en anden Havrebakteriose, der adskiller sig fra Halo-Bakteriosen ved paa Bladene at fremkalde vanddrukne Pletter, der ved stærkere Angreb breder sig stærkt og sluttelig optræder som lange, rustbrune Striber, bestaaende af kollaberet Væv. En Halodannelse mangler ganske, hvorimod der under fugtige Betingelser, navnlig i de tidlige Morgentimer, optræder et typisk draabeformet Bakterieeksudat, der senere tørrer ind til en tynd, hvidlig Hinde. Sygdommen, der altsaa i de makroskopiske Symptomer adskiller sig tydeligt fra Halo-Bakteriosen, forårsages af en hidtil ubeskrevet Bakterieart, der vel i flere Henseender udviser en ikke ringe Lighed med *Bact. coronafaciens*, men som dog, alle Forhold taget i Betragtning, er af saa afvigende Karakter, at den under Navnet *Bact. striafaciens* *Elliott* opstilles som en selvstændig Bakterieart. Sygdommen, der paa Dansk vil kunne benævnes Havrens Stribe-Bakteriose, angives at være almindelig udbredt over største Delen af U. S. A.

Endelig har *Reddy* og *Godkin* (1923) fra Bakterioser paa *Agropyrum repens* og *Bromus inermis* rendyrket en Bakterieart, der ved Infektionsforsøg i Laboratoriet viste sig at være patogen for *Avena sativa* samt et større Antal *Bromus*-Arter. Den paagældende Bakterie adskiller sig i øvrigt kun i ringe Grad fra *Elliotts Bact. coronafaciens*, hvorfor den opfattes som en særlig Varietet af denne (*Bact. coronafaciens atropurpureum* *Reddy* og *Godkin*).

For at lette Artsbestemmelsen af den foreliggende Bakterie, er de vigtigste differential-diagnostiske Karaktertræk af de ovenfor nævnte Bakteriearter sammenstillede i Tabel 1.

Søger vi paa Grundlag heraf at drage en Sammenligning mellem den her i Landet iagttagne Havrebakteriose og de i Litteraturen tidligere beskrevne, er det ganske aabenbart, at den foreliggende Bakterieart m. H. t. makroskopiske Symptomer udviser en slaaende Overensstemmelse med *Elliotts Bact. coronafaciens* (sml. f. Eks. *Elliott*, 1927, Fig. 2, A, Side 813, med nærværende Fig. 1—4, Tavle I), hvorimod den tydeligt adskiller sig fra *Bact. striafaciens*. — Med Hensyn til de af *Manns* omtalte Bakteriearter er Beskrivelsen af saavel Sygdomssymptomer som de rent bakteriologiske Karaktertræk for ufuldstændig til at muliggøre en paalidelig Sammenligning.

Ogsaa ren bakteriologisk set er der i det store og hele god

Tabel 1.
Oversigt over de hidtil beskrevne Havrebakterioser.

		<i>Pseu- domonas avenae</i> Manns	<i>Bact. corona- faciens</i> Elliott	<i>Bact. stria- faciens</i> Elliott	Borris- Bak- terien
Vanddrukne Pletter			÷	+	÷
Halodannelse.....			+	÷	+
Eksudatdannelse			÷	+	÷
Form.....		Stav	Stav	Stav	Stav
Størrelse (μ).....		0.25×1.5	0.7×2.4	0.7×1.8	0.6×2.3
Cilier.....		Polære	Polære	Polære	Polære
Sporer		+(?)	÷	÷	÷
Gramfarvning		÷	÷	÷	÷
Ziehl-Nielsens-Farvning			÷	÷	÷
Vækst paa Agar		Meget svag	Moderat	Moderat	Moderat
Vækst i Bouillon (Hindedannelse) ..		÷	+	+	÷
Kartoffel		Fugtig, hvidlig	Fugtig, flødefarv.		Fugtig, graa
Mælk	Koagulation	÷	±	±	÷
	Peptonisering		+	+	+
	Reaktion	Svagt sur	Alk.	Alk.	Alk.
Iltkrav		Aerob	Aerob	Aerob	Aerob
Optimale pH-Grænser			6.5—7.0	6.5—7.0	6.3—6.9
Fluorescens			+	+	+
Fermis Opløsning			+		+
Gelatinemeltning		+	+	+	+
Diastasedannelse			+	+	÷
Ammoniakproduktion		÷	+	+	+
Nitratreduktion		+	Svag	Svag	÷
Syredannelse af Kulhydrater og Alkoholer	Dekstrose	Kun ringe Æn- dringer i samtlige Sub- strater	+	+	+
	Lævulose		+	+	+
	Saccharose		+	+	+
	Laktose		÷	÷	÷
	Maltose		÷	÷	÷
	Mannit		÷	÷	÷
Glycerin			÷	÷	÷
Indol.....			÷	÷	÷
Svovlbrinte			±	Svag	÷

Lighed mellem *Bact. coronafaciens* og Borris-Bakterien. Saavel Cellernes Form og Størrelse som Koloniformen udviser saaledes den smukkeste Overensstemmelse (sml. f. Eks. *Elliott*, 1920, Pl. 31, Fig. C og G med nærværende Tavle II, Fig. 8 og 10). For de fysiologiske Karakterers Vedkommende er Lig-

heden ligeledes iøjnefaldende, om end ikke fuldstændig. For enkelte af de afvigende Karaktertræks Vedkommende drejer det sig dog aabenbart om ret ustabile Egenskaber, der er underkastet en mere eller mindre stærk Variation. Dette gælder saaledes Forholdet over for Ilt, idet *Elliott* i sit første Arbejde (1920) angiver, at *Bact. coronafaciens* er fakultativ anaerob, medens den i et senere Arbejde af samme Forfatter (1927), hvor der foretages en sammenlignende Undersøgelse mellem *Bact. coronafaciens* og *Bact. striafaciens*, betegnes som obligat aerob. Endvidere angives *Bact. coronafaciens* i 1920 at mangle Evnen til Nitratreduktion og Svovlbrintedannelse, medens der ved den senere Undersøgelse findes en svag positiv Reaktion med *Nesslers* Reagens og ringe Svovlbrintedannelse ved Vækst paa Blyacetat-Agar. Ogsaa med Hensyn til Koagulation og Peptonisering i Mælkekulturer synes Forholdet at være varierende. Det hedder herom (*Elliott*, 1927, Side 820): »In milk cultures both organisms occasionally clear without formation of curd. Usually, however, a soft curd forms in three to five days, followed by slow peptonization, which is completed in from one to two months«. — Ifølge *Elliotts* egne Undersøgelser maa de her nævnte Egenskaber altsaa betragtes som saa stærkt varierende, at det ikke paa dette Grundlag vil være muligt at etablere en Artsadskillelse mellem *Bact. coronafaciens* og *Borris-Bakterien*¹⁾.

Vender vi os mod de egentlig adskillende Karaktertræk, vil man utvivlsomt kunne se bort fra den forskellige Vækst i Bouillon, ikke mindst efter at de senere Aars Undersøgelser klart har vist, at Evnen til Hindedannelse kan variere stærkt selv inden for een og samme Bakteriestamme. (R- resp. S-Fasen. — Sml. f. Eks. *Lehmann* og *Neumann*, 1927, 2. Bd., Side 405, samt *Hadley* hos *Jordan* og *Falk*, 1928, Side 84). Noget anderledes stiller Sagen sig m. H. t. Diastasedannelse, der sædvanligvis betragtes som et ret sikkert diagnostisk Karaktertræk. Set paa Baggrund af de mange fælles Karakterer, saavel

¹⁾ Det kan i denne Forbindelse være af Interesse at henvise til *Migula* (1900), der i Fortalen til 2. Bind af »System der Bakterien« meddeler, at af ca. 600 nærmere undersøgte Bakteriearter, der gennem et kortere eller længere Tidsrum havde været dyrket paa kunstigt Substrat, havde største Parten ændret de kulturelle Egenskaber saa stærkt, at de paagældende Bakteriearter nu kun udviste ringe Lighed med Originalbeskrivelserne.

vedrørende Sygdomssymptomer som de rent bakteriologiske Egenskaber, maa disse mindre Uoverensstemmelser dog kun tillægges en mindre Betydning, der ikke berettiger til at opstille Borris-Bakterien som en ny Art. Navnlig inden for den bakteriologiske Systematik, hvor de forskellige systematiske Enheder næsten umærkeligt glider over i hinanden, er enhver Artsafgrænsning af ret vilkaarlig Karakter, og de ovenfor nævnte Forskelligheder er i hvert Fald ikke større, end at de paagældende Bakterierformer meget vel vil kunne betragtes som forskellige »Stammer« af een og samme »Art«. — I øvrigt vil man heller ikke kunne se bort fra den Mulighed, at de tilsyneladende Afvigelser kan hidrøre fra mindre Forskelligheder m. H. t. Sammensætningen af de anvendte Næringssubstrater.

Under Hensyntagen til de nyere Strømninger inden for den systematiske Bakteriologi, hvor Tendensen de senere Aar gaar i Retning af en mere rummelig Opfattelse af Artsspørgsmaalet, forekommer det herefter naturligt at identificere Borris-Bakterien med *Elliotts Bact. coronafaciens*.

Tilbage bliver endnu Spørgsmaalet om Bakteriens rette systematiske Betegnelse og eventuelle Synonymitet.

Elliott selv, der i systematisk Henseende følger *Erwin Smith*, henfører den til Slægten *Bacterium* (*Bact. coronafaciens* *Elliott*), medens *Stapp* (1928), der benytter *Migulas* System, indrubricerer den under Navnet *Pseudomonas coronafaciens*.

I det saakaldte amerikanske System, der i de senere Aar har vundet en ikke ringe Udbredelse, samles alle de specifik plantepatogene Bakteriearter i en særlig Familie med de to Slægter *Erwinia* og *Phytomonas*, af hvilke den førstnævnte omfatter alle plantepatogene Former med perithrice Cilier, medens Navnet *Phytomonas* anvendes som Slægtsbetegnelse for saavel ubevægelige Stavformer som Arter med polære Cilier. (Sml. *Bergey*, 1923.) — Uden i øvrigt at diskutere det teoretiske Grundlag for de hidtil foreslaaede Bakteriesystemer, forekommer det mig, at rent praktiske Hensyn taler til Gunst for Anvendelsen af det amerikanske Bakteriesystem.

Bakteriens rette Betegnelse skulde herefter være *Phytomonas coronafaciens* (*Elliott*) *Bergey*.

Den af Bakterien fremkaldte Sygdom vil paa Dansk bedst kunne betegnes ved Navnet Havrens Pletbakteriose.

III. Forholdet mellem Bakterie og Værtplante.

I Løbet af det Aar, i hvilket Bakterien har været dyrket paa kunstigt Substrat, synes der ikke at være foregaaet nogen Ændring m. H. t. Virulens, der altsaa i det foreliggende Tilfælde er af ret fast Karakter. Heller ikke *Elliott* har efter 3 Aars fortsat Dyrkning iagttaget nogen Formindskelse af de specifikke patogene Egenskaber.

Ifølge de amerikanske Iagttagelser angriber Bakterien under naturlige Forhold kun Havre¹⁾. Under passende Forsøgsbetingelser er det dog lykkedes *Elliott* at fremkalde en svag, eksperimentel Laboratorieinfektion hos Byg, Rug, Hvede og Spelt (*Triticum spelta*). I øvrigt synes der saavel m. H. t. de spontane Angreb i Marken som ved Infektionsforsøg i Drivhus at være nogen Resistensforskel mellem de i U. S. A. dyrkede Havresorter — et Forhold, der navnlig er stærkt fremtrædende ved svagere Angreb af Sygdommen. (Sml. senere om de klimatiske Faktors Betydning for Sygdommens Udbredelse.)

Efter de her i Landet anstillede Iagttagelser synes det, som Angrebene hidtil har været begrænset til en enkelt Havresort, nemlig Borris Standhavre Nr. 259. I Løbet af Sommeren 1932 undersøgtes Blade af andre Havresorter, stammende fra forskellige Lokalteter, der mistænkte for at være angrebet af Havrebakteriose, men i intet Tilfælde iagttoges dog de for *Phytophthora coronafaciens* typiske Halodannelser, lige saa lidt som det ved mikroskopiske og bakteriologiske Undersøgelser af de paagældende Plantedele var muligt at paavise en specifik Bakterieforn, der kunde sættes i Aarsagsforbindelse med det formentlige Sygdomsangreb.

Til nærmere Belysning af Resistensspørgsmaalet med særligt Henblik paa de her i Landet almindeligst dyrkede Havresorter er der foretaget forskellige Undersøgelser med eksperimentel Infektion af 3—4 Uger gl. Havreplanter i Drivhus. Forsøgene, der er udførte i Overensstemmelse med den ovenfor Side 508 beskrevne Fremgangsmaade, har omfattet følgende Havresorter:

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Sort fransk Havre, | 6. Lyngby Hede-Havre, |
| 2. Svaløf Sej-Havre, | 7. Borris, Familie Nr. 143, |
| 3. Svaløf Ørn-Havre, | 8. Favorithavre, |
| 4. Abed Sølv-Havre, | 9. Victory Record. |
| 5. Borris Stand-Havre (Nr. 259), | |

¹⁾ I et enkelt, aabenbart ganske isoleret Tilfælde er dog iagttaget Angreb paa en Rugplante, der voksede mellem stærkt inficerede Havreplanter.

Fraset en ringe Forskel med Hensyn til Tidspunktet for Fremkomsten af de første makroskopiske Sygdomstegn synes der ikke at være nogen Resistensforskel mellem de her undersøgte Sorter: De første Pletter paa Bladene fremkommer allerede 4—8 Dage efter Infektionen, og i Løbet af 2—4 Uger har Sygdommen bredt sig saa stærkt paa samtlige inficerede Blade, at de primære Pletter ganske smelter sammen, hvorved hele Bladet antager en bleg gullig Farve og sluttelig visner helt bort. Til Trods for, at Borris Stand-Havre under naturlige Forhold synes at være den mindst resistente — muligvis endog den eneste modtagelige af de her undersøgte Sorter — giver det eksperimentelle Infektionsforsøg altsaa ingen sikre Oplysninger med Hensyn til Resistensspørgsmaalet. Denne tilsyneladende Uoverensstemmelse forklares dog let ved at erindre, at Forsøgene i Drivhus udføres med langt større Bakteriemængder og under Betingelser, der afviger ret stærkt fra de i Naturen forekommende. Lignende Forhold er jo i øvrigt velkendt fra den medicinske Patologi.

I talrige Tilfælde iagttoges Angreb paa Plantedele, der først var udviklede efter Udførelsen af den primære Bladinfektion. Antagelig skyldes disse sekundære Angreb Smitteoverførelse ved den daglige Paabrusning med Vand.

Som Eksempel paa, hvor let Sygdommen vil kunne overføres paa denne Vis, skal nævnes, at nogle andre unge Havreplanter, der samtidig dyrkedes i et andet Rum af Drivhuset, ligeledes udviste typiske Angreb af *Phytomonas coronafaciens* kort Tid efter, at de første Sygdomstegn var blevet iagttaget i det egentlige Resistensforsøg. Ved en nærmere Efterforskning viste det sig, at de paagældende Planter en enkelt Gang var blevet overbrust ved Anvendelse af samme Vandkande som den, der umiddelbart forinden var blevet benyttet til Vanding af Havreplanterne i ovennævnte Resistensforsøg. Formodentlig er Smitten i dette Tilfælde blevet overført med Bruseren paa Vandkanden, der under Vandingen er kommet i direkte Berøring med Havreblade, paa hvis Overflade der har siddet Bakterieceller, stammende direkte fra den primære Infektion.

Ifølge de amerikanske Undersøgelser breder Sygdommen sig ved Frøsmitte: Fra de angrebne Frø vandrer Bakterierne over i Jorden og føres derfra af Blæst og Regnskyl over paa de første spæde Blade, hvor de giver Anledning til de typiske primære Bladangreb, der senere kan brede sig til Blomsterstanden og atter føres videre med de modnende Frø. I øvrigt

spiller de klimatiske Faktorer en ikke ringe Rolle, idet Sygdommens Udbredelse begunstiges stærkt af køligt Vejr med megen Nedbør.

Til Bekæmpelse af Sygdommen har *Elliott* anvendt Formalinbehandling af Udsædsmaterialet uden dog at opnaa helt tilfredsstillende Resultater. Derimod synes en Behandling med tør, varm Luft (100° C. i 30 Timer) at være ret virkningsfuld, men mere indgaaende Forsøg og Iagttagelser fra Praksis foreligger saa vidt vides endnu ikke.

Som tidligere omtalt, har Sygdommen i visse Aar anrettet betydelig Skade i U. S. A., hvor den er rapporteret fra Staterne Minnesota, Iowa, Illinois og Indiana. Endvidere har *Reddy* og *Godkin* (1923) fra Staterne Nord Dakota og Wisconsin beskrevet en særlig Varietet, *P. coronafaciens* var. *atropurpurea*, der angriber saavel Havre som *Bromus*- og *Agropyrum*-arter. Rent bakteriologisk set er denne Bakterieart kun lidet forskellig fra *Elliotts* *P. coronafaciens*, men det makroskopiske Sygdomsbillede afviger dog tydeligt fra det af *Elliott* beskrevne ved ganske at mangle den typiske Halodannelse.

Fra Europa foreligger, saa vidt vides, hidtil kun en enkelt Beretning om Havrebakteriose, idet *Sampson* og *Davies* (1923) omtaler Bakterieangreb paa Havre, der formodes at være forårsaget af *Phytomonas coronafaciens*. Desværre har det paa-gældende Originalarbejde ikke staaet til min Raadighed, men det synes dog, som om de paa-gældende Iagttagelser ikke er blevet uddybede ved egentlige bakteriologiske Undersøgelser.

Naar Sygdommen nu pludseligt dukker op her i Landet, maa det antages, at den først for nylig er blevet ført hertil. Faren for dens videre Udbredelse synes dog foreløbig ret ringe, idet Angrebene i Naturen, som ovenfor nævnt, hidtil har været begrænset til Borris Stand-Havre, ligesom ogsaa den Omstændighed, at Angrebene Styrke og Udstrækning ganske aabenbart kræver Tilstedeværelsen af bestemte klimatiske Forhold, vil betyde en ret væsentlig Hindring for Sygdommens videre Udbredelse. Under Hensyntagen til Erfaringerne fra U. S. A. vil der dog være Grund til at følge Sygdommens videre Udbredelse her i Landet med den største Agtpaagivenhed.

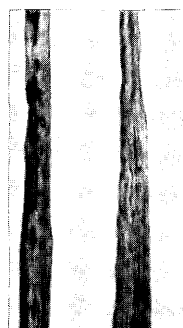
Table 1.



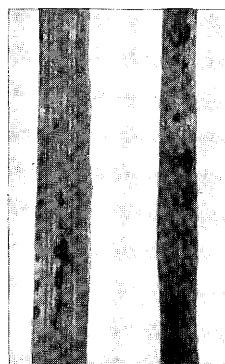
1



2



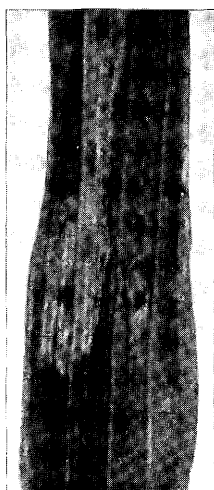
5



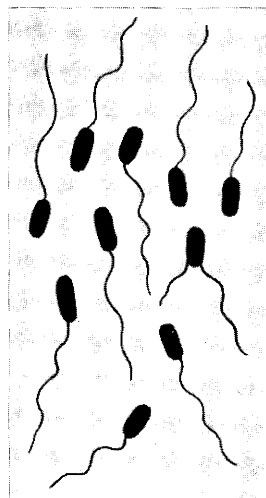
6



3

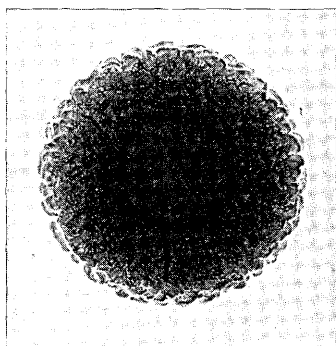


4

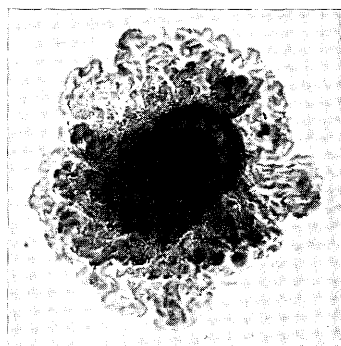


7

Table II.



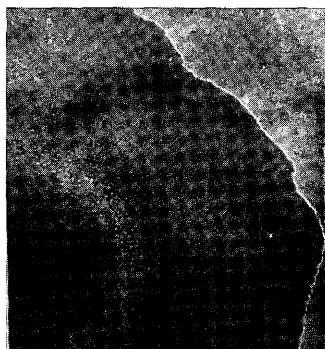
8



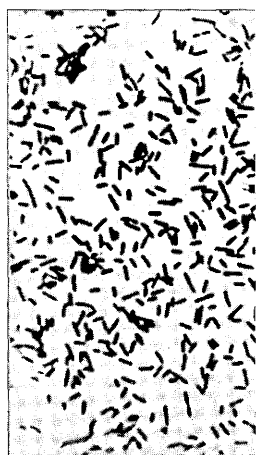
9



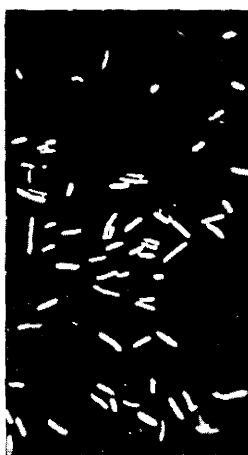
10



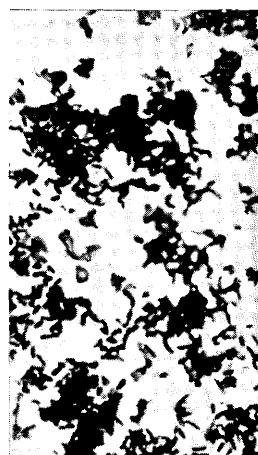
11



12



13



14.

Litteraturfortegnelse.

1. *Bergey*: Manual of Determinative Bacteriology. Baltimore 1923.
2. *Elliott, Charlotte*: Halo-Blight of Oats. Journ. of Agric. Res. 19, 1920, Side 139.
3. *Samme*: Bacterial Stripe Blight of Oats. Journ. of Agric. Res. 35, 1927, Side 811.
4. *Samme*: Manual of Bacterial Plant Pathogens. London 1930.
5. *Galloway, B. T.* and *Southworth, E. A.*: Preliminary Notes on a New and Destructive Oat Disease. Journ. Mycology 6, 1890, Side 72.
6. *Hadley, Phillip*: The Dissociative Aspects of Bacterial Behavior. I *Jordan and Falk*: The Newer Knowledge of Bacteriology and Immunology. Chicago 1928.
7. *Lehmann, K. B.* und *Neumann, R. O.*: Bakteriologie insbesondere bakteriologische Diagnostik. München 1927.
8. *Manns, Thomas F.*: The Blade Blight of Oats, a Bacterial Disease. Ohio Agr. Exp. Sta. Bul. 210, 1909.
9. *Migula, W.*: System der Bakterien. II. Bd. Jena 1900.
10. *Petersen, Erik J.*: Undersøgelser over Bønnébakterioser i Sommeren 1931. Tidsskrift for Planteavl, 38. Bd., 1932, Side 826.
11. *Sampson, Kathleen* and *Davies, D. W.*: Incidence of Fungus Disease on Oats Varieties in the Seasons 1921—22. Bull. Welsh Plant Breeding Stat. Aberystwyth, Ser. C., 3, Side 55—57. Ref. i The Review of Applied Mycology, Vol. 2, 1923, Side 401.
12. *Stapp, C.*: Schizomycetes. I *Sorauers* Handbuch d. Pflanzenkrankheiten. 2. Bd. 1. Theil. Berlin 1928.
13. *Reddy, Ch. S.* and *Godkin, J.*: A Bacterial Disease of Brome-Grass. Phytopathology, 13, 1923, Side 75.

Figurforklaring.

Tavle I.

- Fig. 1—4. Naturlig infektion af Havreblade. (Fig. 1 og 2: naturlig størrelse. Fig. 3 og 4: ca. 2 $\times$.)
- Fig. 5—6. Eksperimentel infektion af unge Havreblade ved Paabrusning med Borris-Bakterien. Fig. 5. Paafaldende Lys. Angrebet allerede stærkt fremskredet. (Nat. størrelse.) Fig. 6. Gennemfaldende Lys. Ganske ung Angreb. (Ca. 2 $\times$.)
- Fig. 7. Borris-Bakterien i Sværmstadiet. 1 Døgn gl. Agarkultur. Zettnows Ciliefarvning. (Ca. 2000 $\times$.)

Tavle II.

- Fig. 8. Gelatinekoloni af Borris-Bakterien; ca. 2 Døgn gl. Endnu ingen Gelatinesmeltning. (Ca. 75 $\times$.)
- Fig. 9. Gelatinekoloni, ca. 3 Døgn gl. Begyndende Gelatinesmeltning. (Ca. 75 $\times$.)
- Fig. 10. Agarkoloni (Kød-Pepton-Agar): 4 Døgn gl. (2 $\times$.)
- Fig. 11. Rand af Agarkoloni (Overfladekoloni). 2 Døgn gl. (Ca. 75 $\times$.)
- Fig. 12—13. Celler fra 1 Døgn gl. Agarkultur. — Fig. 12: Farvet med vandig Fuksin; Fig. 13: Collargolpræparat. (1200 $\times$.)
- Fig. 14. Celler fra 5 Døgn gl. Agarkultur. Vandig Fuksin. (1200 $\times$.)