

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

Emil Chr. Hansen

Lidt om min Forskning
paa
Carlsberg Laboratorium

92. H.

1909.

~~37~~
—

92H



92H

Industriforen. Bibliotekets
Ejendigt fra
Købf.

„Frem“ Aarboq. 1909.

4. DE MIKROSKOPISKE VÆSNER.

FRA GÆRINGSVIDENSKABEN.

Lidt om min Forskning paa Carlsberg Laboratorium.

AF EMIL CHR. HANSEN.

Redaktionen af „Frem“s Aarboq har vist mig den Opmærksomhed at opfordre mig til at give en Oversigt over mine Undersøgelser paa Carlsberg Laboratorium. Den 12. November 1908 var det 25 Aar siden, at jeg indførte Gærrendyrkningen paa Bryggeriet „Gamle Carlsberg“. Hermed var Begyndelsen gjort til en vigtig Reform, ikke blot i Bryggerivæsenet, men ogsaa i den store Gæringsindustri i Almindelighed. Saavel inden- som udenlandske Fagskrifter viste mig den Venlighed at fejre Dagen som en Mærkedag, og den blev ogsaa omtalt i Dagspressen. Dette var den nærmeste Foranledning til, at Redaktionen stillede ovennævnte Opfordring til mig. I det følgende skal jeg forsøge at give en Fremstilling af de vigtigste af mine praktiske og teoretiske Undersøgelser, forsaavidt jeg kan tænke mig, at de kan forstaas og kan have Interesse for Aarbogens Læsere. Det er ikke saa sjældent, at en og anden kommer til mig og udtaler Forundring over, at der bestandig er noget at bestille paa vort Laboratorium, vi maa dog tilsidst naa til et Punkt, hvor det stopper op. Disse Spørgere vil af mine efterfølgende Meddelelser kunne faa et Indtryk af, at ogsaa Studiet af de mikroskopiske Væsener og deres Gæringer er

af en saadan Natur, at man i Virkeligheden aldrig bliver færdig dermed.

Da jeg begyndte mine Studier i Bryggerierne, var Gærspørgsmaalet en fuldstændig Gaade, og det var det svageste Punkt i Driften. Kom der Vanskeligheder, tog man Gær fra et andet Bryggeri, og man blandede hyppigt Gær fra flere Bryggerier sammen. Undertiden kunde man vel herved erholde et godt Resultat, men ofte et ligesaa slet eller endnu slettere end det, der gav Anledning til, at man søgte en ny Gær. I alle Tilfælde var det en Arbejden paa Slump og i Blinde; man vidste slet ikke, hvad man satte til sin Urt. Endog i de bedste af Datidens store Bryggerier, var det intet usædvanligt, at man flere Gange i Aarets Løb maatte lade Ølportioner til en Værdi af et halvt Hundrede Tusinde Kroner og derover løbe i Kloakerne, fordi de var blevet fordærvet. Af og til mente man da, at man maatte rense Gæren og anvendte hertil navnlig forskellige kemiske Metoder, saaledes ogsaa en Tilsætning af Vinsyre; men Usikkerheden og Vanskelighederne var og blev der. Jeg lærte heraf, at jeg maatte gaa ud fra andre Synspunkter end mine Forgængere. Mit Angrebspunkt blev Studiet af de enkelte Gærceller selv og deres Virkninger. Efterat jeg i min Afhandling fra 1879 havde paavist, at hvad man under Navnet *Mycoderma aceti* opfattede som een Edikesyre bakterieart i Virkeligheden var flere Arter, tog jeg fat paa Gærspørgsmaalet fra et lignende Synspunkt.

For at komme frem paa denne Bane

udarbejdede jeg en Metode, ved hvilken jeg blev i Stand til at dyrke hver enkelt Celle for sig. Jeg saa da, at Bryggerigæren bestod af et større eller mindre Antal Arter. Ved under de samme Omstændigheder at anstille sammenlignende Forsøg med dem i Urt fandt jeg, at de udførte et forskelligt kemisk Arbejde og gav Øl af forskellig Beskaffenhed, nogle gav godt Øl, andre daarligt Øl. Men ogsaa hos den Gruppe af Arter, som gav godt Øl, fandt jeg, at der var Forskel paa de udskilte Vegetationer og Forskel med Hensyn til deres Produkt, og dette uagtet alle disse Arter stemte med Beskrivelsen af, hvad man hidtil havde kaldt for Ølgærarten (*Saccharomyces cerevisiæ*) og antaget for at være en systematisk Enhed. Ved at studere den anden Gruppe af de udskilte Arter, nemlig den, der gav daarligt Øl, kunde jeg ogsaa her paavise, at der under ethvert af de andre, af mine Forgængere indførte Artsnavne (*Saccharomyces Pastorianus*, *S. ellipsoideus* osv.) skjultes en større og mindre Mangfoldighed, og at der heriblandt fandtes typiske Sygdomsgærarter, som ene for sig eller sammenblandede med en af de gode Ølgærarter, gav Gæringer, hvis Resultat var, at Øllet viste Mangler i Henseende til dets Smag, Lugt, Klarhed og Holdbarhed. Mine Forsøg viste kort sagt, at Aarsagen til nogle af Øllets hyppige Sygdomme ikke, som man troede, skyldes Forhold i Urtens kemiske Sammensætning eller Bakterier, men visse Celler i Gæren selv. En af disse Sygdomme havde paa den Tid netop gjort stor Skade paa Tuborg, en anden paa Gamle Carlsberg. Paa Grund af disse Undersøgelser opstillede jeg da det Princip, at man ogsaa i den store Praksis skulde føre hver Gæring med sin rendyrkede, udvalgte Gærart eller Race, nemlig med den for vedkommende Fabrikation gunstigste.

Man maa i saadanne Forsøg gaa ud fra en eneste Celle; dette er Betingelsen for at faa fat paa Arterne og Racerne hver for sig. En Beskrivelse af de Kunstgreb og Apparater, som hertil fordres, vilde føre ind paa Enkeltheder, som paa dette Sted næppe vilde have tilstrækkelig Inter-

esse, og jeg skal derfor ej heller dvæle derved. Dyrkningen foregaar hele Tiden i Urt, som er gjort kimfri ved Kogning. For at avle den store Portion Paasætningsgær, som et af Bryggeriets Gæringskar kræver, sætter man bestandig større og større Portioner Urt i Gæring, idet man gaar ud fra Renkulturen i den lille Glaskolbe, og slutter med 4 Metalkolber, hver rummende 10 Liter og $\frac{2}{3}$ fyldte med Urt. Her avles saa megen Gær, at man dermed kan tage fat i Gæringskælderens selv.

Da jeg i 1883 henvendte mig til J. C. Jacobsen for at udbede mig Tilladelse til at anstille Forsøgene i det store i hans Bryggeri, var jeg selv saa opfyldt af mine Undersøgelser og saa fast overbevist om deres Rigtighed og om Rigtigheden af de dertil knyttede Slutninger, at jeg ikke kunde forstaa, at han ikke straks gik ind paa mine Planer. Jacobsen troede navnlig ikke, at en Renkultur af een Art alene var i Stand til at gennemføre hele Gæringen, ikke blot Hovedgæringen i Gæringskælderens, men tillige Eftergæringen i Lagerkælderens. Da Jacobsen ved mine Forsøg havde overbevist sig om Rigtigheden af min Paastand, at man med Gær, avlet fra een eneste Celle, virkelig kunde fremstille et godt Øl i den store Drift, og at dette var Fremtidsvejen, gjorde han hurtigt Skridtet helt ud og aabnede hele sit Bryggeri derfor. Den samme Hovedindvending, som han rejste, er af og til med Mellemrum ogsaa fra andre Sider kommen op. At en saa radikal Reform maatte møde Modstand, saavel hos Teoretikerne som hos Praktikerne, er forøvrigt noget, der ret beset, følger af sig selv.

Jacobsen var ubestridelig sin Tids berømteste Brygger, og han bidrog ved sin Autoritet i overordentlig Grad til, at min Reform i forholdsvis kort Tid vandt Indgang, ikke blot her hjemme, men ogsaa i Udlandet. Kort efter at jeg havde begyndt mine Forsøg paa Gamle Carlsberg, overførte jeg dem ogsaa paa Ny Carlsberg. Den nye Reform er nu optagen Verden over. Fordelene derved bestaar ikke blot deri, at man opnaar et finere, ensartet Produkt og kommer bort fra den tidligere Tids store Usikkerhed og store Tab, men tillige deri, at der samtidig er gjort et Skridt fremad i hygiejnisk Henseende.

Der har i det foregaaende kun været talt om Undergæringsbryggerier; den beskrevne Reform er i Aarenes Løb imidlertid ligeledes bleven indført i Overgæringsbryggerierne, i Spiritus- og Pressegærfabrikationen, i Frugt- og Druavingæringen og i andre Grene af den kemiske Industri, hvor der arbejdes med Gæringer. Det er ogsaa paa disse Omraader det samme Princip og i det væsentlige den samme Fremgangsmaade som ovenfor beskrevet, men ikke de samme Gærarter, som anvendes; disse maa selvfølgelig altid udvælges i Overensstemmelse med de særlige Krav, som vedkommende Industri stiller. I Overgæringen blev det nye Fremskridt ogsaa først indført herhjemme, nemlig allerede i 1885 af Alfred Jørgensen.

Størst Betydning fik Rendyrkningen vistnok i Druavingæringen. Det viser sig, at Vinens Buket, Smag og hele Beskaffenhed ikke blot bestemmes af Druerne, men tillige i væsentlig Grad af den Gærart, man anvender. Gæringskemikerne skelner her mellem primære og sekundære Buketstoffer; de sidstnævnte skyldes Gærcellernes Virksomhed. Man er nu i Stand til, ogsaa naar man gaar ud fra en simpel Most, dog at faa en Vin, som har noget af de finere Vines Buket og Smag, altsaa en betydelig og ejendommelig Forbedring og uden ekstra Udgift. Hvad enten Mosten er fin eller simpel, har Anvendelsen af den rendyrkede, planmæssig udvalgte Gærart den Betydning, at den fremkalder en god Gæring og derved værner mod Angreb af Sygdomsgærarter og Bakterier, og selv den simple Vindruemost er en meget kostbarere Vare end f. Eks. Ølurten, for ikke at tale om den Most, der giver Vin til 100 Kr. Flasken.

Nær til de foran omtalte gæringstekniske Undersøgelser slutter sig mine Studier over Luftens og Vandets mikroskopiske Væsener. I disse gives nemlig Oplysninger om Kilderne til den Smitte, for hvilken Bryggerierne er udsat. Det er en Beretning om de Kampe, der uafbrudt maa føres for at bevare Gæringernes Renhed. Som en Udløber deraf kan atter betragtes de Undersøgelser, som jeg stillede over Gærarternes Kredsløb i Naturen. Da der i „Frem“s Aargang 1907, Nr. 26, findes en Fremstilling deraf,

kan jeg her indskrænke mig til at henvise dertil. Jeg haaber tilmed senere at kunne give en Meddelelse i nærværende Aarbog om mine fortsatte Studier i den Retning.

Hvis jeg ikke var blevet ansat i Carlsberg Fondets Tjeneste, vilde jeg næppe være kommen saa langt frem i de gæringstekniske Studier. Det rigt udstyrede Laboratorium, jeg herved fik til min Raadighed, var af den største Betydning for mig, men ikke mindre vigtigt var det, at jeg kunde anstille mine Forsøg i det store i selve Bryggerierne Gamle og Ny Carlsberg. Næppe noget andet Sted vilde man have bragt saadanne Offre. Navnene Carlsberg, J. C. Jacobsen og Carl Jacobsen er fast knyttede til min Forsknings Historie.

Som vi har hørt tog mine praktiske Undersøgelser deres Udgangspunkt fra Rendyrkningen af den enkelte Celle. Hermed begyndte tillige en eksakt videnskabelig Forskning paa dette Omraade. Man havde tidligere ogsaa ved rent videnskabelige Undersøgelser arbejdet med Sammenblandinger af ukendte Størrelser; nu traadte Fordringen frem om i enhver Undersøgelse at gaa ud fra den sikre Enhed. Da dette Punkt var naaet, kunde der stilles Spørgsmaal, hvor man hidtil havde ladet sig nøje med at gætte sig frem, og Spørgsmaal, der forhen lød hen som fuldstændig dunkle, kunde nu tages op til en skarp eksperimentel Behandling.

Forinden vi gaar videre, vil det være paa Tide nærmere at omtale de i det foregaaende saa ofte nævnte Gærceller, deres Udviklingsformer og Virkemaade, naar de befinder sig i Ølurt.

Omstaaende Fig. 107 og 108 giver en Forestilling om, hvorledes Cellerne af Bryggeri-Undergær ser ud. Anbringer vi dem i Ølurt ved 25° C. og foretager Dyrkningen i Løbet af et Døgn, saa danner der sig et tyndt, dejgagtigt, lysegraat Bundfald. Cellerne hos Arten *Saccharomyces Carlsbergensis* har Udseende som Fig. 107; de fleste er ægformede eller pæreformede, kun faa er kort pølsedannede. Hos den anden i Fig. 108 afbildede Art, *Sacch. Monacensis*, danner der sig under lignende Dyrkningsforhold en Vege-

tation, som har stor Lighed med den førstnævnte Arts. I Fig. 108 er dog de runde og ellipsoide Celler særlig hyppige. Med disse to Arter indførte jeg mit Rensdyrkningsystem i Carlsberg Bryggerierne;

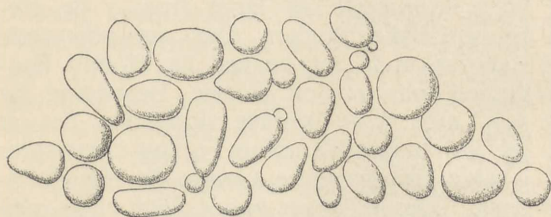


Fig. 107. SACCH. CARLSBERGENSIS.
Vegetation fra 1 Døgn's Dyrkning i Ølurt ved 25° C. Forstørrelsen 1000 Gange lineær.

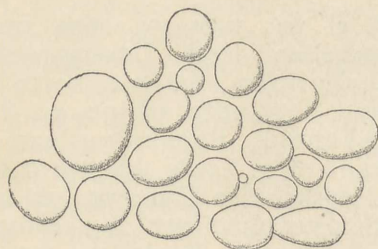


Fig. 108. SACCH. MONACENSIS.
Vegetation fra 1 Døgn's Dyrkning i Ølurt ved 25° C. Forstørrelsen 1000 Gange lineær.

den førstnævnte har sit Navn efter disse Bryggerier, af hvis urene Gær jeg, som det erindres, udskilte den; den anden har jeg kaldet efter Bryggeri-Byen München, hvorfra den Gær stammede, hvori jeg fandt den.

Den førstnævnte Art giver i Bryggeriernes Gæringskar et temmelig tyndt Skumdække, en stærk Forgæring, langsom og slet Klaring af Væsken og løstliggende Bundgærslag; ogsaa i Lagerkælderen gaar Klaringen temmelig langsomt for sig. Det er en Gær, som mangler de ydre Kendetegn, hvorpaa Bryggerne i Almindelighed sætter Pris, og dog giver den et udmærket og overordentligt holdbart Produkt. Den anden Art giver under de samme Omstændigheder et kraftigt Skumdække, svagere Forgæring, bedre og hurtigere Klaring og fastliggende Bundgær; dens Øl er fyldigere i Smag end den foregaaende Arts, men langt fra saa holdbart.

Gærsvampenes Celler bestaar af en

Væg og et Indhold, hvilket kaldes Plasma. De formerer sig, som Fig. 107 og 108 viser, ved Knopskydning, men de har tillige en anden Art af Formering, idet der under visse Betingelser kan dannes Sporer i deres Indre. En Del af Plasmaet trækker sig sammen, afrunder sig (Fig. 109, a—e) og omgives med Væg (f—j). Antallet af Sporer er hyppig 4, men det kan variere fra 1 til 12. Sporerne er mere modstandsdygtige mod Indtørring og høje Temperaturer end de knopskydende Celler og kan under vanskelige Forhold tjene til at bevare Artens Liv i længere Tid, end det ellers vilde ske.

Ved Knopskydningen sørges der i Almindelighed for en rigelig Formering. Naar Cellerne befinder sig i en sukkerholdig Næringsvædske, formerer de sig ved Knopskydning og danner endeløse Generationer af Celler. De foran beskrevne to Bryggeri-Undergærarter bestaar paa dette Stadium hovedsagelig af Celler som de afbildede. De optræder da som Alkoholgæringsform, idet de kløver Sukkeret i Alkohol, Kulsyre og nogle Biprodukter. Andet Arbejde faar de ikke Lov til at udrette i Industrien; men lader vi det delvis udgærede Øl staa ved en ikke for lav Temperatur i en Kolbe, hvor Cellerne har rigelig Adgang til Luft, saa fortsætter de deres Formering, og fra at være Vædskeform udvikler de sig efterhaan-

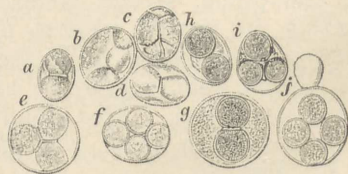


Fig. 109. SACCH. CEREVISIÆ.
De første Udviklingsstrin af Sporerne. Forstørrelsen 1000 Gange lineær.

den til at blive Luftform, for tilsidst at brede sig ud over Overfladen som en slimet Hinde. I denne Tilstand er deres kemiske Virksomhed en helt anden end tidligere; de bevirker, at Øllets Alkohol forsvinder, og at en Affarvning af Væsken finder Sted. De kemiske Enkeltheder ved denne Proces kendes endnu ikke. Cellernes Form bliver for de to Arters Vedkommende hele Tiden væsentlig den

samme. Hovedformen er den ovale; men der gives andre Arter, hos hvilke Hindens Celler er langstrakt pølsedannede; i dette Tilfælde er de ofte ordnede i store, grenede Kolonier og har et helt andet Udsende end Udsædens Celler.

En ret betydelig Del af mine Under søgelser handler om Betingelserne for Knop skydning og Sporedannelse og om disse to Virksomheders indbyrdes Forhold. Medens fri Ilt er en absolut nødvendig Betingelse, for at Sporedannelsen skal kunne finde Sted, viser det sig, at Knop skydning ogsaa kan foregaa under Forhold, hvor der ingen fri Ilt er tilstede. Angaaende Temperaturen Indvirkning kunde jeg opstille den Sætning som almen gyldig for alle de egentlige Gærsvampe, at Sporedannelsen har lavere Temperatur-Maksimum end Knop skydningen, og at Sporedannelsens Temperatur-Minimum ligger højere end Knop skydningens. Ved Temperatur-Maksimum forstaaes den højeste Temperatur, ved hvilken vedkommende Udvikling kan foregaa, og ved Temperatur-Minimum den laveste; det er altsaa Grænsetemperaturerne, hvorom Talen er. De yder i mange Tilfælde vigtige Skælnemærker mellem Arterne; dette gælder særlig om de maksimale Temperaturer. Ofte kan her to ellers nærstaaende Arter vise en Forskel paa flere Grader. Det højeste Temperatur-Maksimum, som jeg hidtil fandt, var 47° og laveste Temperatur-Minimum 0°.

Saalænge Forholdene tillader Cellerne at gaa frem ad Knop skydningens Bane, bliver de ved dermed. I Bryggerierne og Brænderierne avles derfor gennem lange Tider uhyre Antal af Generationer, udelukkende bestaaende af vegetative Celler, uden at der indskydes et eneste Led af Sporer. Naar Knop skydningen af en eller anden Grund maa standse, søger Cellerne at fortsætte Livet paa anden Maade; dette sker i Almindelighed derved, at de danner Sporer. Anbringer vi unge Gær celler i et fugtigt Kammer med Vand og rigelig Lufttilførsel paa Mikroskop-Bordet ved 25° C., saa vil de først en Tid lang formere sig ved Knop skydning og danne Kolonier, derefter indtræder Sporedannelsen, og saaledes, at den begynder i Koloniens Modercelle og derfra skrider videre

ud til Koloniens yngre Led (Fig. 110); efter flere Dages Forløb vil der i Reglen ogsaa optræde Sporer i de yngste Celler, altsaa i Celler, som ikke selv endnu har skudt

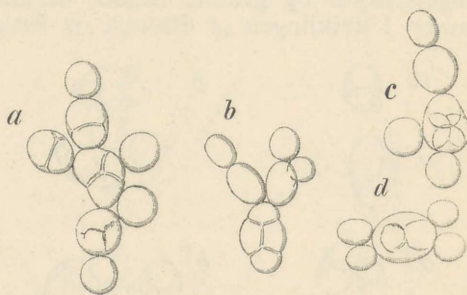


Fig. 110. SACCH. CEREVISIÆ.

Unge Celler i Vand efter 5 Døgn's Henstand ved 25° C. a en Koloni, hvis Modercelle findes i Midten; Modercellen har skudt fem Knopper og derefter dannet Sporer i sit Indre; tre af Døttre cellerne indeholder ligeledes Sporer, den underste endnu i umoden Tilstand. I b, c og d er kun Modercellerne naaet til Sporedannelsen; Sporerne er umodne i c og d. Forstørrelsen 1000 Gange lineær.

Knopper. Dette Forsøg lærer os, at Cellerne er i Stand til direkte uden forudgaaende Knop skydning at danne Sporer.

Sporerne besidder, ligesom den sædvanlige Gær celle, en ganske mærkværdig Evne til at skifte Form og Natur. Anbringes en Spore i en god Næringsvædske f. Eks. Ølurt, saa svulmer den op, og naar vi lader den blive der en Tid lang, begynder den at udskyde Knopper, d. v. s. den bliver til en Gær celle. Der danner sig nu Generationer af Gær celler og endelig tilsidst, naar Vædsken kun er tilstede i et tyndt Lag, og der altsaa er rigelig Adgang for Luften, og ifald Temperaturen er passende, udvikles der ogsaa Sporer i nogle af de saaledes nydannede Gær celler. Tager vi derimod den i Næringsvædsken opsvulmede Spore kort forinden, den begynder at indrette sig paa at skyde Knopper, og anbringer den i en vandig Opløsning af svovlsur Kalk, saa finder der ingen Knop skydning Sted, men Sporen danner nu selv Sporer i sit Indre; vi staar da overfor det mærkværdige Forhold, at Sporen er bleven til en Sporemodercelle. Ejendommelig er den Kendsgerning, at alle Mellemlid springes over. Fig. 111 viser os dette Forhold; se Figur forklaringen.

Sporen kan paa en vis Maade lignede

ved Frøet hos Blomsterplanterne, og Sporemødercellen med Frugten. Naar et Frø spirer, dannes der, som bekendt, først et vegetativt System bestaaende af Rod, Stængelstykker og grønne Blade; derefter kommer Udviklingen af Blomst og Frugt.

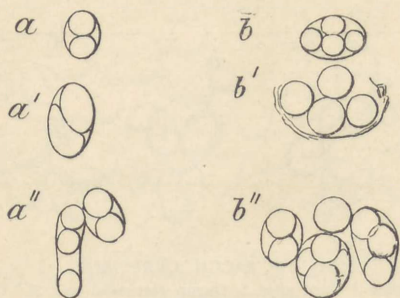


Fig. 111. EN VINGÆRSVAMP.

a en Sporemødercelle med to Sporer, a¹ Sporerne er ved Dyrkning i Ølurt blevne opsvulmede. Ved den derefter følgende Dyrkning i svovlsur Kalk er de begge. a¹¹, traadte ud af Mødercellen; den ene er bleven pølsedannet og har i sit Indre udviklet tre Sporer; den anden er bleven ellipsoid og har udviklet to Sporer. b en Sporemødercelle med fire Sporer. b¹ viser, at disse efter Dyrkning i Ølurt er svulmede op og Mødercellens Væg ifærd med at opløses; fornedes ses en Rest af den. b¹¹ viser, hvorledes de tre Sporer efter Dyrkning i svovlsur Kalk derpaa selv har dannet Sporer i deres Indre; den fjerde Spore foroven har holdt sig uforandret. Forstørrelsen 1000 Gange lineær.

Den samme Gang i Udviklingen finder vi hos Svampene. Flere af mine Læsere har muligvis haft Lejlighed til at se Svampe-driverier f. Eks. paa Rosenborg. De vil da have bemærket, at der af Sporen udvikles et hvidt, trævlet Svampevæv, og først efter nogen Tids Forløb danner dette smaa, hvide, knoldformede Legemer, der endelig tilsidst udvikler sig til Frugterne, de saakaldte Champignons, hver med sin Stilk og sin runde Hat, og paa dennes Underside findes de som Radier anordnede Blade, der bærer de brune Sporer; altsaa ogsaa her har vi en hel Række Mellemlid i Udviklingen fra Spore til Spore. Gærsvampene er, som jeg foran paaviste, en mærkelig Undtagelse i den Henseende.

Efterat Rendyrkningen er blevet indført, har vi lært, at der ogsaa af Kultur-gærarterne findes et meget stort Antal Racer og Varieteter. Som alle levende Væsener er Gærsvampene underkastet Variation, og, saavidt vi kan se, hverken i højere eller lavere Grad end de højere Planter. De i Industrien dyrkede Gærsvampe kan uden Overdrivelse siges at høre til vore vigtige Kulturplanter, og der

er derfor ogsaa alene af den Grund al Aarsag til at underkaste deres Variations- og Arvelighedsforhold et nøje Studium. En af de Indvendinger, der blev rejst mod mit Rendyrkningssystem, kort efter at jeg havde indført det i Praksis, var den, at Variationen skulde være særlig stor hos Gærsvampene, og saa stor, at man ikke vilde kunne holde Rede derpaa. Encellekulturen, som jeg anvendte, mente man vilde i kort Tid komme ind paa helt nye Baner og blive til noget helt andet end den var, da jeg afleverede den til Driften. Gennem de mange Aars Erfaring i de talrige Fabriker og Laboratorier Verden over, hvor der nu arbejdes med Rendyrkningssystemet, har vi imidlertid lært, at vi kan dyrke disse mikroskopiske Væsener mindst med den samme Sikkerhed som vore højere Planter i Have-, Land- og Skovbrug.

Variationen er den ene af de to store Hovedmagter, som behersker alle levende Væsener. Det er den, som fremkalder Omdannelserne og bevirker, at det hele kommer mere eller mindre i Bevægelse. Den anden af disse Magter er af en konservativ Art, vi kalder den Arvelighed; den gaar ud paa at gentage det bestaaende, at fæstne det og bevare det, og den modsætter sig det nye, som Variationen bringer frem; af og til bliver den dog tvungen til at give efter. Uden denne konservative Magt vilde Arternes Kendetegn hurtigt blive udviskede. Naar en Varietet træder frem, kan dette dels bero paa en i Cellen selv liggende Faktor, dels tillige paa en Indvirkning af ydre Faktorer. Enhver Celle er et Produkt af to Kategorier af Faktorer, den er paa den ene Side betinget af de omgivende Forhold og paa den anden Side af, hvad Forfædrene har overført paa Afkommet. I sidstnævnte Henseende rummer den i Virkeligheden en indviklet Historie, som strækker sig meget langt tilbage. Alt dette gælder lige saa godt om de laveste som om de højeste Organismer. Enhver Organisme har modtaget Præg af sine Forfædre, modtaget Arv i forskellig Retning af dem. Det er det, som jeg kaldte det historiske, Resultatet af de indre Faktorer. Det behøver imidlertid ikke i ethvert Tilfælde at vise sig; det kan undertiden ligge skjult gennem flere

Led, og derpaa pludselig træde frem for Dagens Lys.

Der er visse Karakterer som Gær-cellen absolut holder fast ved og ikke vil opgive; hertil hører dens Evne til at fremkalde Alkoholgæring, til at omdanne Malt-sukker til Druesukker, Rørsukker til Invert-sukker osv., kort sagt hvad vi kalder Enzymvirkningerne overfor Sukkerarterne. Alle mine Forsøg paa at bringe Cellerne bort fra disse Baner gav bestandig kun et negativt Resultat.

I andre Henseender er det let at fremkalde en livlig Variation, det gælder f. Eks. om Cellernes Form. Under Indvirkningen af visse Varmegrader indtræder stærkt iøjnefaldende Formændringer.

Som Eksempel tages her den forannævnte *Sacch. Carlsbergensis*. Dens Grænser for Knop-skydning i Ølurt er $33\frac{1}{2}^{\circ}$ C. og 0° . Udsædens Celler er afbildede i Fig. 107. Imellem 0° og 9° C. tager de nydannede Celler gennemgaaende til i Størrelse, og mange bliver langstrakte; der opstaar kort sagt Kolonier som de i Fig. 112 afbildede, medens Varmegrader over 9° C. giver Udsædens ovale Form. Der er andre Gærarter, hos hvilke det netop er den høje Temperatur, der bevirker, at den ellers ovale Celle strækker sig og danner Kolonier som de i Fig. 112

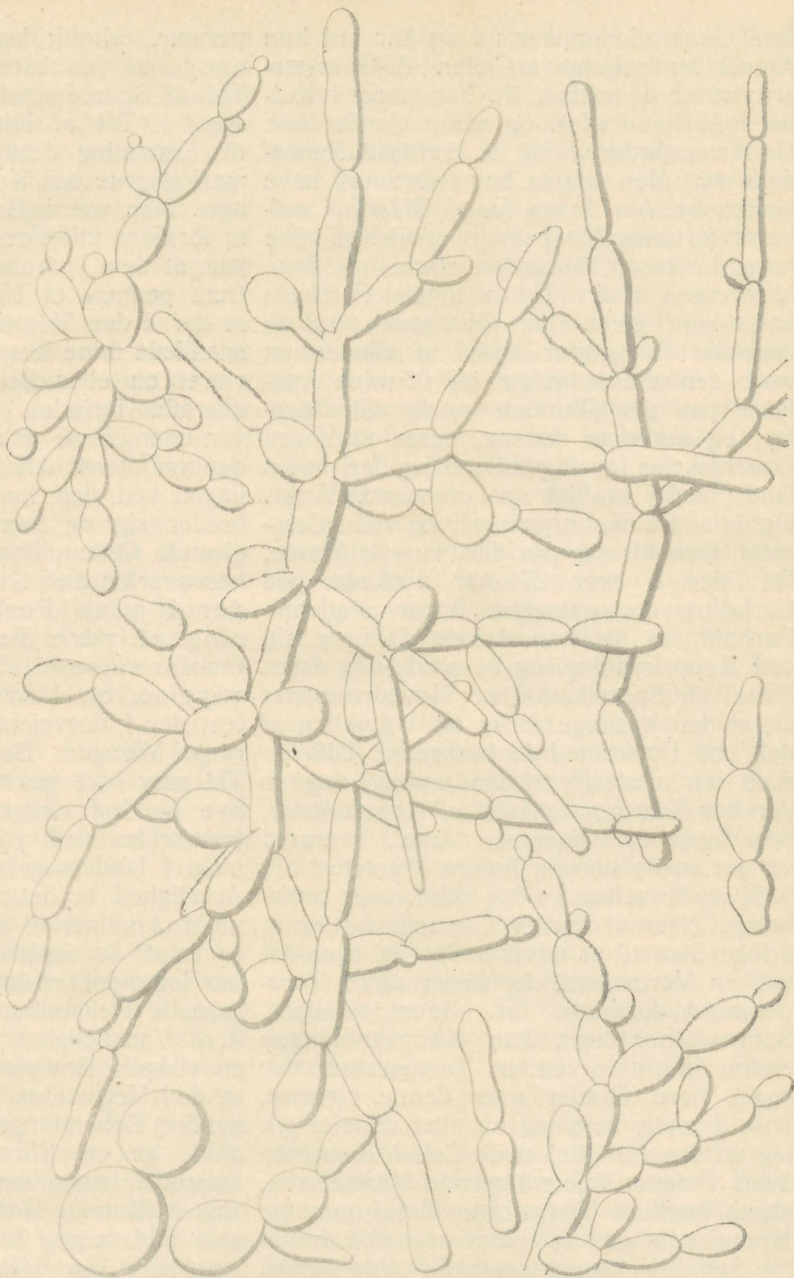


Fig. 112. SACCH. CARLSBERGENSIS.

Vegetation fra 2—3 Mndrs. Dyrkning i Ølurt ved c. $\frac{1}{2}^{\circ}$ C. Forstørrelsen 1000 Gange lineær.

fremstillede. Arterne reagerer forskelligt ogsaa overfor andre Indvirkninger; der er her et helt Spil af forskellige Ytringer, som hjælper os til at skelne den ene Art fra den anden.

Det er i det foregaaende omtalt, at Kulturgærarterne i Fabrikerne gennem ende-

løse Generationer Aar ud og Aar ind kun danner rent vegetative Celler. Øl-Overgærarterne er de ældste, de har været i Kultur i Aarhundreder, og netop blandt disse Gærarter finder vi dog de kraftigste Sporedannere. Man kunde her tværtimod have ventet, at den i saa lange Tidsrum uafbrudt fortsatte Knopskydning tilsidst vilde have fortrængt Sporedannelsen, og dette blev ogsaa i sin Tid af nogle Forskere anset som givet. Da Overgæren fra de engelske Bryggerier anses af alle for at være den ældste, valgte jeg til mine Analyser paa det Omraade særlig Gær derfra; og saa viste det sig, ogsaa til nogen Overraskelse for mig selv, at jeg deri netop fandt særlig kraftigt sporedannende Arter. Ogsaa andre Kulturgærarter og vilde Gærarter forholdt sig paa den samme Maade. De blev i over 27 Aar dyrkede paa Carlsberg Laboratorium under saadanne Forhold, at de kun kunde formere sig ved Knopskydning, og bevarede dog deres Evne til Sporedannelse. Hovedresultatet er, at den ensidige Brug og Udvikling af den ene Funktion i de beskrevne Tilfælde ikke har undertrykt den anden, dog er der her Tale om et Antal af Generationer, som langt overstiger det Antal, hvormed vi kan regne hos de højere Planter.

Sporedannelsen er dog ikke noget urokeligt. Naar vi dyrker Gærcellerne for at bringe dem til at udvikle Sporer, sker det ved en Varmegrad, der ligger under Temperatur-Maksimum for Sporedannelsen. Som vi har hørt, kan Knopskydningen endnu indtræde ved en Temperatur, der ligger flere Grader over denne Grænse. I de Forsøg, som jeg nu skal omtale, gik jeg ud fra den Ide, at de Celler, som blev avlet i dette højere liggende Varmebælte, altsaa imellem Temperatur-Maksimum for Knopskydningen og Temperatur-Maksimum for Sporedannelsen, maatte forholde sig paa en særegen Maade. Det viste sig da ogsaa, at der ved en saadan Dyrkning hurtigt fremkom en Vegetation, som kun i ringe Grad var i Stand til at udvikle Sporer, men som under gunstige Forhold dog let blev bragt tilbage til det normale; men idet jeg fortsatte denne Dyrkning igennem en Række Kulturer, hvorved den ene blev indpodet fra den anden, og altsaa talrige Generationer blev avlet ved den høje Tem-

peratur, erholdt jeg tilsidst en konstant sporeløs Varietet. Dette fuldstændige Tab af Sporedannelsesevne var ogsaa ledsaget af Tab af Hindedannelsesevne, men til Erstatning derfor var Cellernes Formeringssevne ved Knopskydning blevet forøget. Man var i Begyndelsen tilbøjelig til at forklare mit Forsøg som beroende derpaa, at den sporeløse Form var kommen frem gennem et Udvalg, idet man mente, at der i den Vegetation, med hvilken jeg anstillede mine Eksperimenter, maatte have været en eller flere Celler tilstede, som allerede forinden Forsøgets Begyndelse var uden Evne til at danne Sporer, og at det var deres Afkom, som ved Behandlingen ved den højere Temperatur havde bredet sig og trængt de normale, sporegivende Celler tilbage. Kort sagt: vi staar her overfor det Grundspørgsmaal, om der i mine Forsøg under Indvirkning af ydre Faktorer er Tale om Omdannelse eller kun om en Begunstigelse, en Udvælgen af visse Celler, der i Forvejen var tilstede, om end i ringe Mængde. De fleste Forskere i vor Tid gaar ikke gærne med til at antage, at nye og fast nedarvelige Karakterer kan fremkaldes ved ydre Faktors Indvirkning. I Undersøgelserne over Variation og Arvelighed er dette Spørgsmaal mere og mere kommet i Forgrunden, og da det er et af de vigtigste paa dette Omraade, har jeg ment, at det fortjente en i Dybden gaaende Behandling. Forsøgene frembyder flere Vanskeligheder, hvis man vil opnaa en virkelig Bevisførelse. Det er ikke nok, at den Vegetation, med hvilken man begynder Behandlingen ved den høje Varmegrad, er en Encellekultur med en rig Sporedannelsesevne, og at man ved Forsøgets Slutning ender med en Vegetation, som fuldstændig har opgivet Sporedannelsesevnen. Der stilles tillige den Fordring til Udgangspunktets Celle, at den Vegetation, som den grundlægger, ikke maa indeholde en eneste Celle uden Evne til at danne Sporer; den maa kort sagt være fuldstændig inde paa Sporedannelsens Bane, for at vi kan slutte, at den sporeløse Vegetation, der ved Forsøgets Slutning udvikler sig deraf, virkelig skyldes en Omdannelse. Vi begynder altsaa med sporegivende Celler uden en eneste spore-

løs Form og ender med lutter sporeløse Celler, og dette Resultat erholdes med enhversomhelst *Saccharomyces*-Celle, der tages som Udgangspunkt. Den Omdannelse, der saaledes er kommen frem under Paavirkning af ydre Faktorer (navnlig den høje Temperatur) har som angivet vist sig at være nedarvelig og af en aldeles fast Natur. De ældste af mine sporeløse Former er nu over tyve Aar gamle, og er i Løbet af den Tid gaaet gennem endeløse Generationer under de mest forskellige Dyrkningsforhold; de har desuagtet holdt fast ved de nye, nedarvede Egenskaber og har ikke bevæget sig et eneste Skridt tilbage henimod Udgangspunktet.

Den faste Omdannelse foregaar ikke paa en Gang; i de ved den høje Temperatur først udviklede Slægtled opstaar nemlig Celler, som kun foreløbig har opgivet Sporedannelsen, og Celler, der befinder sig paa et Mellemstadium imellem disse og Udgangspunktets kraftige Sporedannere.

Denne Omdannelse er Udtryk for en Lovmæssighed, der har sin Gyldighed for *Saccharomyces*-Arterne overhovedet. At den ogsaa kan foregaa i Naturen er højst sandsynlig; mine Undersøgelser viser i den Retning.

Jeg har i den foregaaende Fremstilling af Forsøgene over Omdannelse, fremkommen ved ydre Faktorer, dvælet ved Fremgangsmaaden og Tankegangen, for dog paa et Punkt at give en Forestilling om de Veje, jeg følger i min teoretiske Forskning.

Andre af mine Studier paa dette Omraade stiledede direkte mod et praktisk Maal. Hertil hører de Forsøg, ved hvilke jeg under en vis Behandling af Bryggeri-undergærarter fremstillede nye Racer dels med stærkere, dels med svagere Gærings-evne og i sidstnævnte Tilfælde tillige med Evne til at give en bedre Klaring af Øllet, end de Former havde, hvorfra jeg gik ud.

Til mine Arbejder i de senere Aar hører Forsøg over Over- og Undergærformerne. De Gæringsfænomener, som betegnes ved disse Navne, vil være kendt af alle de Læsere, som har haft Lejlighed til at aflægge et Besøg i Bryggerier og Brænderier. Naar man arbejder med Overgær, stiger der i Gæringsens Be-

gyndelse tykke Gærmasser op til Vædsken Overflade, og en Del af Gæren sætter sig fast i store Lag i Randen af Karret. I et Kar med Undergær er det kun faa Celler, vi finder foroven i Vædsken, men derimod et tykt Lag paa Bunden. Til nogle Ølsorter anvender man Overgær, til andre Undergær. Overgær bruges desuden i Spiritus- og Pressegærfabrikationen. De to Fænomener træder i Praksis frem med saa stor Tydelighed, at man aldrig er i Tvivl, om man staar overfor det ene eller det andet af dem. Derimod har der blandt Gæringskemikerne og Fysiologerne været megen Strid, om Over- og Undergærformerne var selvstændige Former eller, om den ene udviklede sig af den anden; snart har man sagt det ene, snart det andet. Det er paa disse Omraader saa let at diskutere, men saa vanskeligt gennem Forsøgenes trange Vej at bringe Klarhed frem. Det efterfølgende viser dette. Som Eksempel paa mine Forsøg vil jeg her først dvæle et Øjeblik ved dem, som blev udført med de to forannævnte Bryggeriundergærarter. De viste begge en overvejende Tilbøjelighed til at danne typiske Undergærceller; dog havde nogle af Cellerne paa en kendelig Maade fjærnet sig fra Undergæringsbanen, og enkelte grundlagde endogsaa en Vegetation med tydelig, om end ikke stærk Overgæring. I 400 Analyser, hver med 1 Celle som Udgangspunkt, fandtes hos *Sacch. Carlsbergensis* i 27 Tilfælde Overgæring; hos *Sacch. Monacensis* under de samme Omstændigheder kun i 2 Tilfælde Overgæring.

Bevægelsen fra Overgærformen til Undergærformen foregaar med endnu større Vanskelighed. Hos den forannævnte Bryggeriovergær *Sacch. cerevisia*, fandtes saaledes iblandt 2423 Celler kun 7, som fremkaldte Undergæring, og iblandt 5644 Celler af en anden Overgærart var der kun 1, som afveg fra Overgæringsbanen. Alle disse Tal betegner vegetative Celler. Med den sidstnævnte Art blev der ogsaa anstillet en Række Forsøg, til hvilke Sporer toges som Udgangspunkt; der blev isoleret 9948 Celler, og i dette store Antal fandtes ligeledes kun 1 eneste Celle, der ikke var en typisk Overgær-celle. Celleantallene angiver bestandig Tallet af

særlige Gæringsforsøg med tilhørende Analyser.

Hovedresultatet er, at de to fysiologiske Former Over- og Undergær ikke er selvstændige, men at den ene kan udvikle sig af den anden. Almindeligt var det at iagttage, at en eneste Celle grundlagde en Vegetation, hvori der fandtes saavel Over- som Undergær-celler og Celler, som indtog et Mellemstadium i den nævnte Henseende.

Det er i det foregaaende omtalt, at de egentlige Gærsvampes Forhold til Sukkerarterne er af en overordentlig fast Natur. I dette Forhold og i de forskellige Kombinationer, det frembyder, har vi derfor udmærkede Arts- og Grupperkarakterer. Jeg fandt, at Hovedantallet af dem forgærer Rørsukker og Druesukker og en stor Del af dem, omend langt fra alle, ogsaa Møltsukker. Ølurt og Mæsk indeholder fortrinsvis denne Sukkerart; Bryggerierne og Brænderierne maa derfor søge deres Paasætningsgær i den sidstnævnte Gruppe af Gærarter.

Da der var skabt en sikker Metode til Fremstilling af rene Kulturer, og da Arbejderne med de rendyrkede Arter rigtig tog fat, fik Spørgsmaalet om deres Bevarelse i levende Tilstand en særlig Betydning saavel i praktisk som i teoretisk Henseende. Efter forskellige Prøver fandt jeg, at en 10 %'s Rørsukkeropløsning egnede sig fortrinligt hertil. De allerfleste Arter holder sig levende deri i en lang Række Aar; nogle af mine Arter havde tilbragt over 26 Aar deri, da de sidst blev prøvede, og var fremdeles levende.

Efter denne Metode opbevares i Almindelighed de talrige Gærarter, hvoraf nutildags ethvert gæringsteknisk Laboratorium er i Besiddelse, for med kort Varsel at kunne forsyne Praktikerne med den ønskede Gær. Vi har saaledes ogsaa paa denne Maade faaet disse Organismer i vor Magt. De staar i vore Skabe opstillede i Rækker hver i sin Kolbe, ofte i Hundredevis, rede til hvad Øjeblik det skal være at adlyde vore Befalinger.

Til en saadan Opbevaring har jeg ogsaa anvendt en Indtørring af Celler paa Bomuld i smaa Kolber eller Flasker. Reglen var, at Arterne under disse Omstændigheder ikke holdt sig levende længere end

1—2 Aar. Dette er ogsaa i Almindelighed alt, hvad der behøves. Metoden har vist sig at være udmærket til lange Forsendelser, og ved Hjælp af den er Bryggerier i Asien, Australien og Sydamerika blevet forsynet med rendyrkede Gærarter fra Laboratorierne i Europa.

Efterat Rendyrkningen var indført, gik det i Aaringer fremad med Undersøgelser over Gærarternes kemiske og fysiologiske Forhold. Interessen for systematiske Beskrivelser var skudt helt tilbage; i Almindelighed brød man sig ikke en Gang om at give de nye Arter særegne Navne. Efterhaanden blev dog deres Antal, dels gennem mine, dels gennem andres Undersøgelser, saa stort, at en stærk Trang til at faa et Overblik over deres systematiske Forhold gjorde sig gældende. I 1904 udgav jeg derfor mine systematiske Grundlinier. De foregaaende Undersøgelser drejer sig, som bemærket, om de egentlige Gærsvampe. Disse sammenfattes af mig i en Slægt, hvortil jeg knytter det gamle Navn *Saccharomyces*. Foruden denne har vi nu 7 andre Slægter. Af hertilhørende Arter er der beskrevet omkring 100. Hos min Forgænger paa det systematiske Omraade, Reess, findes kun 1 Slægt, og under denne beskrives 7 Arter. Det er altsaa en meget betydelig Forøgelse, der har fundet Sted.

Foruden de til Familien *Saccharomycetes* hørende Slægter og Arter, findes der flere andre Svampe, som ogsaa fremkalder Alkoholgæring og derfor ligeledes kaldes Alkoholgæringssvampe; hertil hører f. Eks. Slægten *Mucor* og nogle andre Skimmel-svampe. Flere af disse Svampes kemiske og fysiologiske Forhold har ligeledes været Genstand for min Forskning, men Hovedvægten blev dog lagt paa *Saccharomyceterne*, fordi denne Familie indeholder de for Gæringsindustriens forskellige Grene vigtigste Arter.

I mine første Arbejder paa Carlsberg Laboratorium findes flere Meddelelser om Bakterier og deres Virksomheder. Mine Studier paa dette Omraade samler sig senere navnlig om de i vædskende Ekzem (en almindelig Hudsygdom) optrædende Arter og om Eddikesyrebakterierne. Om de sidstnævnte har jeg offentliggjort fire Afhandlinger. Eddikesyrebakterierne er

vigtige for Industrien i dobbelt Forstand, blik i Undersøgelserne, til Afhandlingerne dels fordi de anvendes direkte i Eddike-fabrikationen, og dels fordi de er farlige Sygdomsvækkere, navnlig i Ølfabrikationen og i Vingæringen. Af disse Undersøgelser vil jeg i Tilslutning til de foran omtalte over Temperaturen som formdannende Kraft hos de egentlige Gærsvampe her drage en af mine Undersøgelser frem over *Bacterium aceti*; det er en af de Arter, som tidligere blev kaldt *Mycoderma aceti*, og som er nævnt i det foregaaende.

Dens Temperatur-Minimum i Dyrkning paa Dobbeltøl er $4-5^{\circ}$ C., Optimum 34° C. og Maksimum 42° C. Saa vel ved de lave Temperaturer som navnlig ved Varmegrader omkring Optimum optræder den i sin typiske Skikkelse nemlig i Kædeform, Fig. 113. Overfører vi nogle Celler af en saadan Vegetation i en Kolbe med den samme Næringsvædske og stiller den derpaa hen ved $40-40\frac{1}{2}^{\circ}$ C., vil der efterhaanden foregaa en hel Omdannelse af Cellerne, og der vil efterhaanden udvikle sig, hvad vi kan kalde Artens Traadform, Fig. 114. Vidste vi ikke, at denne havde udviklet sig af Kædeformen, vilde vi antage, at den hørte til en hel anden Art, saa forskellige er de to Former fra hinanden. Naar Traadformen atter dyrkes ved 34° C. under de samme Omstændigheder, vender Kædeformen tilbage.

Den under Temperaturens Indvirkning fremkaldte Vekslen i Cellernes Form og Størrelse gælder for en hel Gruppe af Arter, henhørende til Eddikesyrebakteriernes Afdeling. Og vi staa

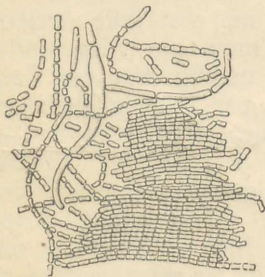


Fig. 113. BACT. ACETI. Vegetation fra en ung Hindedannelse paa Dobbeltøl ved 34° C. Forstørrelsen 1000 Gange lineær.

saaledes ogsaa her overfor en Lovmæssighed, der ikke er indskrænket til en enkelt bestemt Art.

Idet jeg hermed slutter de foranstaaende smaa Meddelelser, henviser jeg de Læsere, der maatte ønske at faa et fuldstændigt Ind-

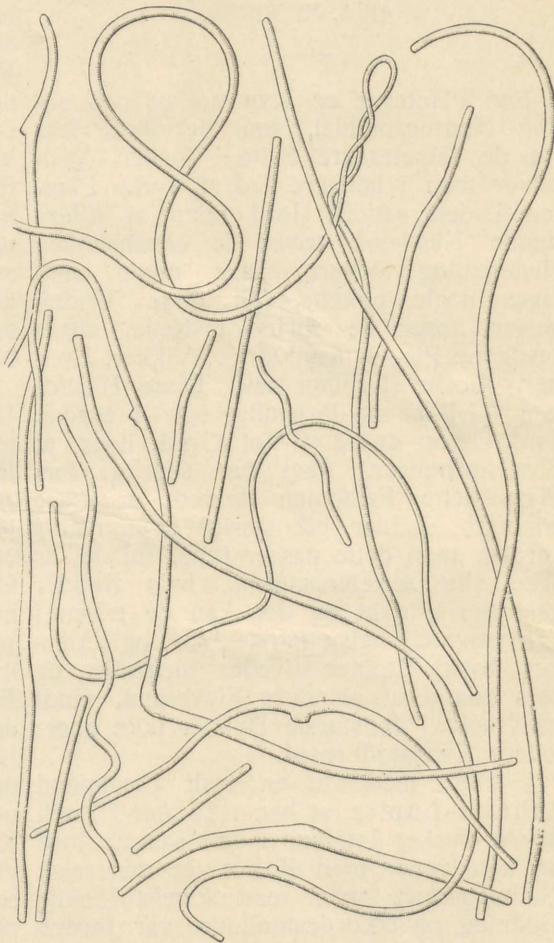


Fig. 114. BACT. ACETI. Traadformen fra 1 Døgn Dyrkning i Dobbeltøl ved $40-40\frac{1}{2}^{\circ}$ C. Forstørrelsen 1000 Gange lineær.

opført. — Teoretiske og praktiske Strømme gaar sammen i mine Arbejder, og de giver ligesaa vel Bidrag til Gæringstekniken og Gæringskemien som til Bacteriologien. Da deres Maal er at bringe Reformen frem, maatte de i lange Tider komme til at staa i Kampenes Tegn, men de har tillige bragt mig den Forskerglæde, hvormod Pasteur taler, naar han siger:

„Der er Intet, der opfylder Forskeren mere end det at gøre nye Opdagelser, dobbelt stor bliver dog hans Glæde, naar han ser, at de finder en direkte Anvendelse i det praktiske Liv.“



R

