

der Films auch Eastmanpapier anwenden, ja sogar (unter günstigen Lichtverhältnissen) gewöhnliches Celloidinpapier, nur muss man dann die Coordinaten nach dem Fixiren und Trocknen selbst auf's Papier aufzeichnen, was viel mühsamer und zeitraubender ist. Ersteres ist wie das Film zu entwickeln, letzteres nicht, sondern wird nur getont, fixirt und gewaschen.

24. J. Grüss: Biologische Erscheinungen bei der Cultivirung von *Ustilago Maydis*.

Mit Tafel XI.

Eingegangen am 25. April 1902.

Wenn man die Sporenbildung von *Ustilago Maydis* in seiner Wirthspflanze verfolgt, so hat man den Eindruck, als ob die Membran der sporenbildenden Hyphenäste verschleime, eine Ansicht, welche auch in die Lehrbücher übergegangen ist. Man könnte vermuthen, dass dieser Vorgang durch eine enzymatische Wirkung hervorgerufen wird, ein abgesondertes Enzym könnte vielleicht auf die Membranen lösend einwirken und auf diese Weise einen hydrolytischen Vorgang veranlassen. Von diesem Gedanken ausgehend unternahm ich es, aus einem deformirten Maiskolben, in welchem die Sporenbildung in vollem Gange war, eventuell ein derartiges Enzym herzustellen.

In einem grossen Mörser wurde das inficirte Gewebe mit Glas so lange zerrieben, bis letzteres pulverförmig geworden war. Zu der breiigen Masse wurde Thymolwasser und nach einiger Zeit noch etwas Glycerin hinzugesetzt. Nach einer mehrtägigen Extractionsdauer wurde die schleimige Flüssigkeit unter Druck durch Glaswolle mehrmals filtrirt, wodurch ein klares Filtrat gewonnen wurde. Der aus demselben durch Fällen mit Alkohol erhaltene Niederschlag wurde mit Alkohol und Aether gewaschen und im Vacuum getrocknet.

Das in Wasser gelöste Präparat wurde mit Mannan, mit unverkleisterter Weizenstärke und mit Inulin zusammengebracht. Die drei Lösungen standen mit Thymol als Antisepticum vier Wochen. Danach fand sich keine Spur von Zucker in den Flüssigkeiten, und die Stärke war völlig intact geblieben. Nach diesem Versuche würde der Pilz während des sporenbildenden Zustandes kein Enzym ab-scheiden.

Der Nachweis, dass *Ustilago Maydis* ein hydrolisirendes Enzym enthält, gelang mir aber auf einem anderen Wege: Eine Brandpilzspore wurde auf Gelatine gebracht und so eine Reincultur erhalten. Von dieser wurde mehrmals auf Traganth abgeimpft. Je nach dem Wassergehalt dieses Materials bildet der Pilz entweder auf demselben ein Luftmycel oder aber bei grösserem Wassergehalt ein Sprossmycel. Ersteres bringt gelbliche gewundene Massen hervor, welche sich centrifugal auf ihrem Substrat ausbreiten; das andere wächst in der Weise, wie es BREFELD häufig abgebildet hat.

Das Verfahren wurde nun in folgender Weise durchgeführt: Ein hohler Glasklotz wurde mit einem passenden grossen dünnen Deckglas verschlossen, wobei der Luftabschluss durch Vaseline bewirkt wurde. Auf der Unterseite des Deckglases war Traganthschleim in dünner Schicht ausgebreitet, auf welche einige Conidien ausgesät worden waren. Die Traganthzellen besaßen, wie bekannt, eine sehr stark quellbare Wandung von lamellöser Structur, und unter dem Mikroskop konnte man verfolgen, wie das Sprossmycel sich ausbreitete und in die dicken Wandungen eindrang. Dabei wurde die Lamellenstructur mehr und mehr undeutlich und verschwand schliesslich ganz, so dass die Sprossenden in der structurlosen schleimigen Masse weiter wuchsen.

In Fig. 1 und 2 auf Taf. XI sind zwei Traganthzellen abgebildet, welche nach ihrer Färbung mit Rutheniumroth diese Verhältnisse besonders deutlich erkennen lassen.

Um die Enzymwirkung nachzuweisen, wurde folgendermassen verfahren: Es wurden unter den gleichen Bedingungen am Deckglas über dem hohlen Glasklotz zwei gleiche Culturen hergestellt, welche — nachdem sie sich genügend entwickelt hatten — gleichzeitig unterbrochen wurden. Auf das Deckglas mit der einen Cultur wurde heisse FEHLING'sche Lösung gegeben, welche jedoch keinen Niederschlag hervorbrachte. Das Deckglas mit der anderen Cultur wurde nur aufgehoben und die Höhlung des Glasklotzes mit demselben wieder verschlossen, nachdem in die letztere eine Lösung von Thymol in Aether gegeben worden war. Als nach Verlauf von 14 Tagen mit FEHLING'scher Lösung geprüft wurde, trat ein reichlicher Niederschlag von Kupferoxydul ein. In Fig. 3 Taf. XI ist eine Traganthzelle nach der Reduction abgebildet.

Einwirkung auf Inulin.

Als Nährlösung wurde Leitungswasser mit 0,5 pCt. NH_4NO_3 , 0,01 pCt. MgSO_4 und einer Spur Na_3PO_4 genommen. Mehrere Gramm Inulin wurden in einen Erlenmeyerkolben gebracht und soviel Nährlösung hinzugesetzt, dass nach dem Sterilisiren eine zähflüssige Masse

entstand. Auf dieser wuchs der Pilz lebhaft heran und bildete alsbald ein Luftmycel, welches das Ansehen von gelblichen, in einander laufenden, gewundenen Massen zeigte. Aus dem üppigen Wachsthum ist zu schliessen, dass das Inulin gespalten wird, und dass *Ustilago Maydis* aus dem Ammoniumnitrat Eiweissstoffe aufzubauen vermag.

Um die Enzymwirkung nachzuweisen, wurde Wasser und Thymol als Antisepticum hinzugesetzt. Die Lösung reducirte anfangs nur eine Spur, nach etwa 14 Tagen aber sehr ausgiebig FEHLING'sche Lösung.

Einwirkung auf Stärke.

Auf dem grossen Deckglas wurde Weizenstärke fortgesetzt mit absolutem Alkohol erwärmt und auf diese Weise sterilisirt; alsdann wurden einige Tropfen einer 2procentigen Peptonlösung hinzugefügt und in diese einige Conidien eingesetzt. Ueber dem hohlen Glas-klotz entwickelte sich daraus theils ein Spross-, theils ein Luftmycel. Verschiedene Stärkekörner wurden förmlich umspinnen, aber ich konnte die Bildung von Corrosionen durchaus nicht constatiren. Vereinzelte corrodirt Stärkekörner beweisen nichts, da sie fast immer in der käuflichen Stärke zu finden sind. Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dass vielleicht einzelne kleinere Körner durch blosse Abschmelzung schwanden — ein Vorgang, welcher sich der Beobachtung entzog. Da die Cultur aber über zwei Monate beobachtet wurde, so muss entschieden die Reactionsfähigkeit des Pilzenzyms auf ganze Stärkekörner ausserordentlich gering sein.

Unter natürlichen Verhältnissen braucht der Pilz auch wohl kaum Stärkekörner zu lösen, und die Bildung derselben unterbleibt, da den Stärkebildnern die löslichen Kohlenhydrate entzogen werden.

Ganz anders verhielt sich der Pilz, als derselbe auf Stärkekleister übergeimpft wurde. Die Colonie wuchs üppig, und es konnte nach der Methode, wie sie oben für Inulin in Anwendung kam, leicht nachgewiesen werden, dass die verkleisterte Stärke verzuckert wird. In Fig. 10 sind einige der kräftig entwickelten Sprosszellen abgebildet, von denen einzelne sich zur kugelförmigen Ausbildung neigen.

Einwirkung auf Mannan.

Die Herstellung des Mannan-Präparates ist von mir schon in der vorhergehenden Abhandlung beschrieben worden¹⁾. Zu etwa 5 g wurde soviel der oben erwähnten Nährlösung gegeben, dass der

1) Siehe Heft 1 dieses Jahrganges. Hier sei ein Druckfehler richtig gestellt: Auf S. 36, Zeile 9, muss es statt „schwer“ leichter heissen.

grössere Theil der Masse nur davon benetzt wurde. Die Schwerlöslichkeit des Materials machte sich anderen Culturen gegenüber in recht auffallender Weise dadurch bemerkbar, dass sich der Pilz ausserordentlich langsam ausbreitete. Nach vier Monaten waren nur wenige Mannanstückchen ganz umspinnen, wie sich dies mittelst Lupe deutlich erkennen liess. In Fig. 12—14 sind einige Zellformen des Spross- und Luftmycels dargestellt, sie sind im Vergleich mit denen der Fig. 10 kümmerlich ausgebildet. In Fig. 14 sieht man zwei Hyphen, welche sich an ein Mannanstückchen angesetzt und an demselben zwei Einkerbungen erzeugt haben. Dieses Bild, sowie die Erwägung, dass der Pilz, wenn auch wenig ausgiebig, doch immerhin seine Zellen vermehrt hat, sind dafür beweisend, dass das Mannan hydrolytisch gespalten wird, allerdings sehr langsam und schwierig. Eine andere Cultur, bei welcher Mannan-Pepton genommen wurde, liess die gleichen Verhältnisse erkennen; es traten gewissermassen Hungerformen auf, wie sie in Fig. 11 abgebildet sind. Beide Culturen waren auch noch dadurch interessant, dass sich in ihnen Conidien von spindelförmiger Ausbildung fanden, in denen eine Querwand entstanden war.

Zu den beiden Mannanculturen wurde Wasser und etwas Thymol hinzugesetzt, worauf dieselben zwei Monate stehen blieben. Mit FEHLING'scher Lösung zeigte sich indessen keine Spur von Niederschlag. Dieser Misserfolg konnte indessen meine Ansicht nicht ändern, dass unter Umständen das Mannan gespalten wird.

Eine andere Cultur auf Dattelsamenendosperm ergab nach dieser Richtung auch nichts Neues, wohl aber interessante biologische Verhältnisse. Das Endosperm von *Phoenix*, von welchem die Samenschale entfernt worden war, wurde senkrecht zur Längsachse des Samens in dünne (3 mm) Scheiben zerschnitten. Diese kamen auf Glaswolle, welche mit Wasser durchtränkt war, und wurden so sterilisiert. Auf jede dieser Scheiben wurden von einer Reincultur einige Conidien übertragen, welche zu kleinen, sich ausserordentlich langsam ausbreitenden Colonien heran wuchsen. Schliesslich schien es mir nach mehreren Monaten, als ob das Wachsthum überhaupt eingestellt würde.

Durch Substrat und Colonie wurden Querschnitte gemacht, welche theils mit Rutheniumroth, theils mit Congoroth gefärbt wurden. In Fig. 5 ist ein solcher Querschnitt wiedergegeben. Was uns hier am meisten interessirt, ist die Thatsache, dass die Schnittfläche durch die Endospermzellwände völlig intact ist: keine Corrosion war zu entdecken. Ich schliesse daraus, dass der Pilz nur unter besonderen Umständen, gewissermassen im Hungerstadium, die widerstandsfähigen Hemicellulosen angreift. In dem vorliegenden Falle standen dem Pilz die protoplasmatischen Inhaltsstoffe der Endospermzellen, sowie

etwas Rohrzucker, der in letzteren nach meinen früheren Untersuchungen enthalten ist, zur Verfügung.

Nachdem in den angeschnittenen Zellen die Nährstoffe verzehrt waren, trat die Vegetation in einen Ruhezustand ein. Derselbe hebt damit an, dass eine zähe schleimige Masse gebildet wird. In dieser bilden sich die einzelnen Conidien und die Sprosse zu kugelförmigen Zellen aus, deren Entstehung sich durch eine ganze Reihe von Zwischenformen hindurch verfolgen lässt. In Fig. 5 ist ein Querschnitt mit dem Substrat, in Fig. 6 eine Schleimpartie ohne dasselbe, von oben gesehen, abgebildet. Wir haben es hier gewissermassen mit einem Dauerzustand zu thun, welcher in Folge von Nahrungsmangel veranlasst wurde.

Es ist denkbar, dass dieser Zustand auch unter natürlichen Verhältnissen vorkommen kann: gelangen z. B. die von dem Promycel einer keimenden Brandspore abgeschnürten Conidien auf Fruchtfleisch etc., so würden sich die Sprosszellen bei Nahrungsmangel alsbald in die kugeligen Dauerzellen oder Dauerconidien verwandeln und mit Schleim umhüllen, welcher zunächst gegen Austrocknung schützt. Dass die Sprosszellen eine Neigung haben, sich kugelförmig auszubilden, ist oben bei der Cultur auf Mannan-Ammoniumnitrat resp. Pepton erwähnt worden. In Bezug auf die Schleimbildung führe ich an, dass sich nach einer Mittheilung von P. LINDNER Dematiumzellen in ihrer Schleimmasse unbeschränkte Zeit hindurch hielten, ohne einzutrocknen.

Wenn nun eine derartige Dauercolonie unter günstige Vegetationsverhältnisse gelangt, so beginnen die Dauerzellen zu sprossen, und in diesem Zustande produciren sie, wie ich oben nachgewiesen habe, ein schleimlösendes Enzym, welches unter Umständen sogar das widerstandsfähige Mannan angreifen kann. Der Pilz kann sich dann den Schleim durch hydrolytische Lösung wieder nutzbar machen.

Sonstige Umsetzungen.

Conidien, welche in eine 5procentige Rohrzuckerlösung mit ein wenig Pepton gesetzt wurden, vermehrten sich darin und invertirten nach kurzer Zeit den Rohrzucker vollständig. Auf Gelatine wächst der Pilz lebhaft heran und verflüssigt dieselbe.

Das oxydasische Enzym.

Ustilago enthält wie die Bierhefe¹⁾ nur eine Aminoxydase, über deren Reaction und Nachweis ich auf die unten vermerkte Abhandlung verweise.

1) Siehe „Ueber Oxydase-Erscheinungen der Hefe“. Wochenschrift für Brauerei 1901, Nr. 24—26.

Um in unserem Falle die Erscheinung hervorzurufen, stellt man sich am Deckglas über dem hohlen Glasklotz eine Colonie auf Traganth her. Diese wird mit einer sehr verdünnten Lösung von Tetramethylparaphenylendiaminchlorid (siehe unten) benetzt, welche nur in geringem Masse Natriumcarbonat überschüssig enthalten darf. In dieser Hinsicht gleicht *Ustilago* der obergährigen Hefe, welche jedoch Soda in grösserer Menge vertragen kann. In Fig. 15 ist eine Sprosscolonie nach der Reaction abgebildet, welche wir uns schön violett gefärbt vorzustellen haben — eins der schönsten mikroskopischen Bilder.

Wie bei der Hefe hat auch hier die Aminoxydase ihren Sitz hauptsächlich in den Vacuolen, wie sich dies bei starker Vergrösserung erkennen lässt.

Beiläufig sei hier erwähnt, dass es sich um eine Lebendfärbung handelt, was aus Folgendem hervorgeht: violette Hefezellen verloren durch Auswaschen mit Wasser den Farbstoff und speicherten dann nicht wie todte Zellen Methylenblau. Zellen aus der Mitte des *Phoenix*-Scutellums, in denen die Reaction hervorgerufen worden war, zeigten noch ausgeprägte Plasmolyse.

Wie bei der Hefenoxydase, kann auch in unserem Falle Glucose die Reaction maskiren, denn Sprosszellen aus einer Glucoselösung konnten erst gefärbt werden, nachdem sie mit Wasser ausgewaschen worden waren und an der Luft einige Zeit gelegen hatten.

Nicht jede Hexose vermag nach meinen Untersuchungen die oxydatische Reaction zu maskiren: bei der Hefe z. B. nicht die Arabinose, welche auch nicht vergohren wird. Nur die assimilirbaren Hexosen können die Maskirung bewirken.

Sobald *Ustilago* zur Schleimbildung schreitet, hört die Production von Oxydase auf, und so tritt also dieses Enzym wie die anderen dann in Thätigkeit, wenn sich die Zelle in lebhafter physiologischer Arbeit befindet, wie z. B. im Zustand der Sprossbildung. So verhält sich auch die Production von Guajak-Oxydase bei den höheren Gewächsen, in deren Speicherorganen dieselbe allmählich nachlässt und auch ganz aufhört, wenn der Ruhezustand eintritt.

Die Schleimbildung ein Reversionsprocess.

Nachdem wir erkannt haben, dass die Schleimbildung von *Ustilago* den Ruhezustand einleitet, ist es uns jetzt erklärlich, dass wir trotz aller Sorgfalt aus dem Maiskolben, in welchem sich *Ustilago* in der lebhaften sporenbildenden Thätigkeit befand, keine hydrolysirenden Enzyme haben darstellen können.

Darstellung: In einen grossen Erlenmeyerkolben von 2 l Inhalt wurden gegeben 400 ccm Leitungswasser mit 8 pCt. Glucose, 1,5 pCt.

Pepton, 0,01 pCt. $MgSO_4$ und einer Spur Na_3PO_4 . In diese Nährlösung wurden einige Conidien einer auf Traganth gezogenen Colonie übergeimpft, welche nach einigen Monaten einen gleichartigen Bodensatz hervorbrachten. Dieser zeigte eine interessante Contactfigur, indem er sich bei geringem Anstoss netzförmig anordnete. Schliesslich stiegen in der klaren Flüssigkeit einige kleine Flocken auf, welche nun auf der Wasseroberfläche blieben und sich allmählich zu einer schönen weissen Kahmhaut heranbildeten. Letztere bedeckte schliesslich den ganzen Wasserspiegel, wurde dann missfarbig, unregelmässig bräunlich und an einzelnen Stellen fast schwarz. Unter dem Mikroskop liess sich erkennen, dass die Grundmasse der Kahmhaut ein zäher Gummischleim war, welcher sich mit Rutheniumroth schwach färben liess, und es ist dieselbe Substanz, welche wir oben bei der Cultur des *Ustilago* auf Dattelendospermscheiben kennen gelernt haben.

Der Zuckergehalt der Lösung war bis auf $\frac{1}{2}$ pCt. gefallen. Also auch in diesem Falle leitet die Nahrungsabnahme den Dauerzustand ein, dessen erstes Stadium die Schleimbildung ist. Um die Natur des Schleims festzustellen, wurden Kahmhautstücke auf ein Filter gebracht, von Zeit zu Zeit mit Wasser übergossen und auf neue Filter übertragen, bis sich mit FEHLING'scher Lösung die reducirende Wirkung verloren hatte. Nun liessen sich die Massen mit einer Lösung von 1,5 pCt. Schwefelsäure in Wasser leicht verzuckern; schon nach einer Erhitzung von 10 bis 15 Minuten traten in dem Schleim bei der Reduction reichliche Mengen von Kupferoxydul auf (Fig. 4), weit weniger dagegen in dem schleimlosen Hyphengeflecht.

Eine Beziehung von Nahrungsmangel und Schleimbildung ist denkbar; es könnte folgende sein: hat der Gehalt an geeigneten Nährstoffen einen gewissen Grad erreicht, so hört, wie es hier tatsächlich geschieht, die Production von hydrolysirenden Enzymen allmählich auf, während die entgegengesetzt wirkenden Enzyme oder Körper unbekannter Art, welche den Condensationsprocess bewirken, fortfahren, die Glucosemolecüle unter Wasserabspaltung zur Vereinigung zu bringen.

Wie bei der Zymasewirkung Alkohol und Kohlensäure, so häufen sich bei diesem Reversionsprocess die Entstehungsproducte aussen an der Zellhaut an. Andererseits ist der Schleim dem Glykogen an die Seite zu stellen, da er von dem Pilz wieder nutzbar gemacht werden kann. Dies kann auf zweierlei Weise stattfinden: einmal dadurch, dass noch nachfolgende Sprosse durch Ausscheidung hydrolysirender Enzyme wieder eine Verzuckerung bewirken, dann aber dadurch, dass der Schleim das Material für die Ausbildung der Sporenhaut bildet. Denkbar wäre noch, dass der Schleim irgend ein Nebenproduct bei Sporenbildung sei.

Letztere Annahme halte ich für weniger zutreffend, weil im Maisfruchtknoten, wo ich die Schleimbildung ebenfalls verfolgt habe, gegen Ende der Sporenentwicklung der Schleim schwindet, so dass aus einem trockenen Gewebe die Sporen herausstäuben.

Die Sporenbildung in der Kahmhaut.

Die Ansicht, dass der Schleim, welchen man als ein Glucosan betrachten kann, bei der Sporenbildung Verwendung findet, erhält noch dadurch eine Stütze, dass sich in der Kahmhaut eine grosse Menge grosser dunkelbrauner Sporen vorfand, welche an Grösse und Färbung mit den im inficirten Maiskolben ausgebildeten Brandsporen völlig übereinstimmten (vergl. Fig. 7a und 9). Sie unterschieden sich aber dadurch, dass die letzteren ein mit winzig kleinen Stacheln besetztes Exosporium hatten, während dasselbe bei den Kahmhautsporen glatt, höchstens ein Wenig eckig war.

Die Entwicklung der Brandsporen liess sich durch eine ganze Reihe von Zwischenformen hindurch verfolgen und geht gemäss der Zusammenstellung derselben (Fig. 7) in folgender Weise vor sich:

Eine Conidie streckt sich und schnürt sich in der Mitte ein, oder sie bildet in der Längsachse eine Sprosszelle. Zwischen beiden Zellen entsteht dann ein Scheidewand, worauf jede an Volum zunimmt. In der Regel erfolgt diese Zunahme bei beiden nicht im gleichen Masse, indem die eine Zelle — wahrscheinlich die Sprosszelle — der andern in der Ausbildung nachfolgt. Schliesslich runden sie sich ab, ihre Häute werden braun, und es erfolgt die Trennung, welche in einigen günstigen Fällen durch Druck auf das Deckglas bewirkt werden konnte.

Auch an Sprossfäden (Fig. 8) treten diese Sporen auf. Die länglichen spindelförmigen Zellen schwellen an und gliedern sich durch Querwände ab, wodurch kleine Ketten von Sporen entstehen, deren Zahl selten mehr als vier beträgt (Fig. 8a). Nachdem sich die Zellen abgerundet und ihre Membranen gebräunt haben, lösen sie sich aus dem Verbande los.

Es ist möglich, dass die von mir als Dauerconidien bezeichneten Zellformen (Fig. 5 und 6), welche ich oben zur Kenntniss brachte, nur Brandsporen sind, welche in ihrer Entwicklung durch Nahrungsmangel stehen geblieben sind. Möglich wäre auch noch, dass die Brandsporen der Kahmhaut, wenn die Cultur länger gestanden hätte, die kleinen Stacheln auf dem Exosporium ausgebildet haben würden. Die Keimung der Sporen habe ich weiter nicht verfolgt, da diese Frage nicht die mich interessirenden Untersuchungen betrifft.

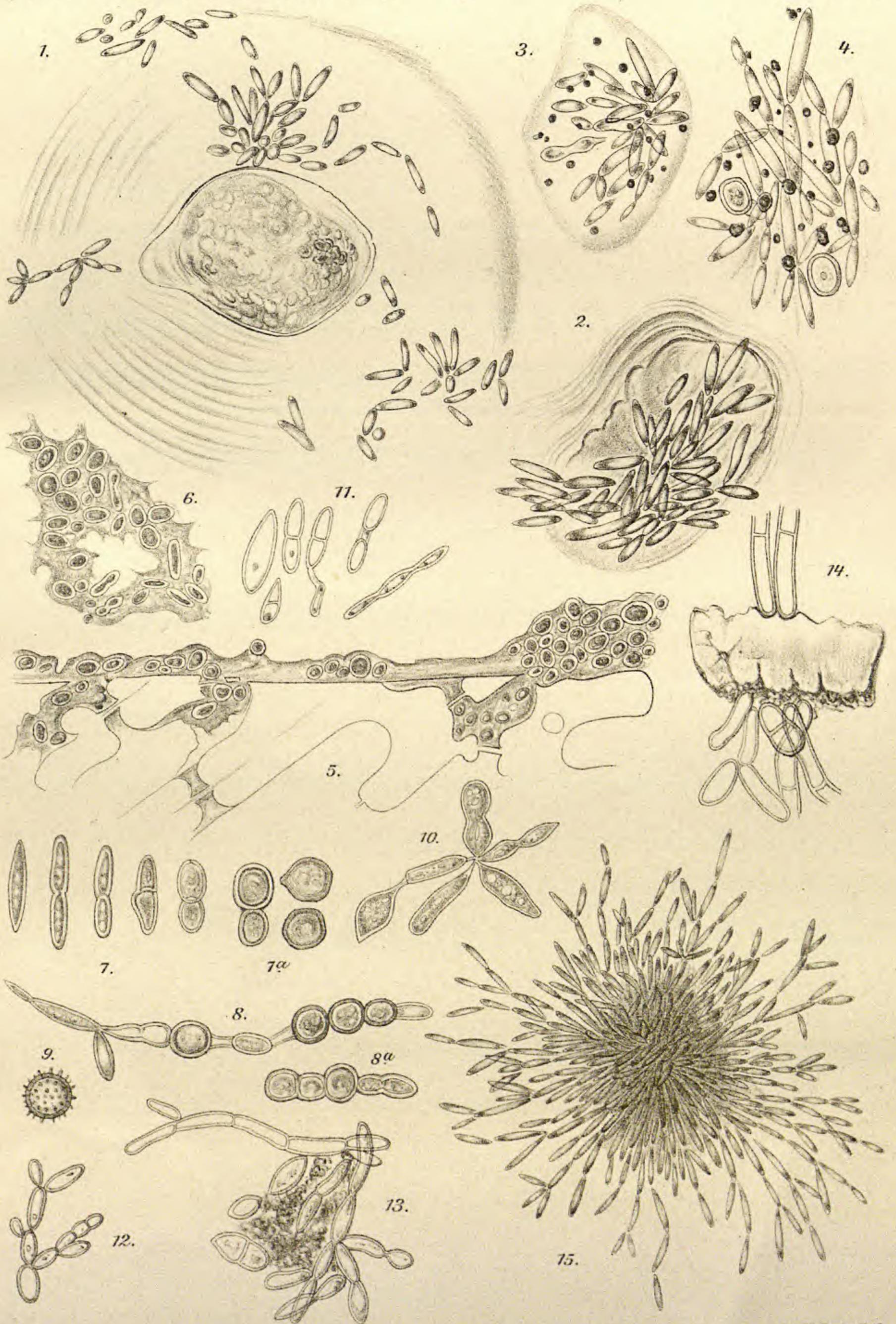
Schliesslich will ich noch erwähnen, dass BREFELD Brandsporen in Nährlösung nur von *Tilletia Caries* beschreibt, die in

Kettenform ausgebildet werden; vom Maisbrand glaubte er annehmen zu müssen, dass seine Sporen nicht ausserhalb der Wirthspflanze entständen.

Erklärung der Abbildungen.

Vergrößerung: Fig. 15 300fach, die übrigen ca. 450fach.

- Fig. 1. Eine Traganthzelle, in welche das Sprossmycel von *Ustilago Maydis* eingedrungen ist.
- „ 2. Wie vorher.
- „ 3. Eine Traganthzelle, in welcher das Enzym des abgetödteten Pilzes weiter wirkte, nach Behandlung mit heisser FEHLING'scher Lösung.
- „ 4. Ein Stückchen Kahmhaut nach theilweiser Verzuckerung des Schleimes und nach Reduction mit FEHLING'scher Lösung.
- „ 5. Cultur von *Ustilago Maydis* auf Dattelendosperm.
- „ 6. Wie vorher; ein Theil der Cultur von oben betrachtet.
- „ 7. Die Entwicklung der Brandsporen in der Kahmhaut.
- „ 7a. Kahmhaut-Brandsporen.
- „ 8. Sprossfaden mit Sporen aus der Kahmhaut.
- „ 8a. Wie vorher.
- „ 9. Eine Brandspore aus der Wirthspflanze.
- „ 10. Sprosszellen aus einer auf Stärkekleister gezogenen Colonie.
- „ 11. Sprosszellen aus einer Mannan-Pepton-Cultur.
- „ 12—14. Spross- und Fadenmycel aus einer Mannan-Ammoniumnitrat-Cultur.
- „ 15. Eine kleine Colonie auf Traganth gezogen nach der Reaction auf Aminoxydase. Die Schattirung soll die violette Färbung ersetzen.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Grüss(Grüß) J.

Artikel/Article: [Biologische Erscheinungen bei der Cultivirung von Ustilago Maydis
212-220](#)