Ueber die Bedingungen der Conidienbildung bei Russthaupilzen.

Von

W. Schostakowitsch.

Man bezeichnet mit dem Namen „Russthau" eine Pflanzenkrankheit, die vorzüglich an Holzgewächsen vorkommt, und sich darin äussert, dass meistens die Oberfläche der Blätter, manchmal auch die der Zweige, mit schwarzen krustenartigen Ueberzügen bedeckt ist. Diese Krusten lassen sich leicht von der Oberfläche abheben. Bei näherer Untersuchung der Schnitte der befallenen Blätter stellt sich heraus, dass die Epidermis der Blätter vollkommen intact bleibt, d. h. die Mycelfäden nur an der Oberfläche kriechen und nicht in das Blattgewebe eindringen. Der „Russthau" ist also kein Parasit. Demgemäss ist er für die befallene Pflanze im allgemeinen nicht schädlich, höchstens kann er indirect durch Verminderung der Assimilationsthätigkeit der Blätter wegen seiner Undurchdringlichkeit für Licht von Schaden sein.

Einige Pflanzen, z. B. Hopfen [1]), leiden durch „Russthau" wahrscheinlich wegen seiner massenhaften Entwickelung zu krustenartigen Ueberzügen.

Nach Frank (l. c. p. 567—568) befällt „Russthau" fast sämmtliche einheimische Holzgewächse. Er kommt z. B. vor auf Rüstern Linden, Eichen, Pappeln, Rosen, Kastanien etc.

Ungeachtet seiner allgemeinen Verbreitung ist der „Russthau" sehr wenig untersucht worden. Der „Russthau" ist bis zu einem gewissen Grade eine Sammelstelle für manche wenig bekannte schwarze oder braune Pilze. Zu den wichtigsten Russthaupilzen gehören hauptsächlich Fumago, Hormodendron, Cladosporium, Pleospora, Dematium und Coniothecium, von welchen Pilzen Fumago die wichtigste Rolle spielt. Wie schon erwähnt, wachsen diese Pilze gemeinschaftlich und bilden zusammen die schwarze Kruste, oder sie treten einzeln auf, was besonders von Cladosporium und Hormodendron gilt.

Die letzten zwei Pilze gehören zu den überall verbreiteten gewöhnlichsten Schimmelpilzen. Sie wachsen meistens saprophytisch auf den im Absterben begriffenen Pflanzentheilen und bilden schwarze oder braune Flecken.

Nach vielen Litteraturangaben können diese Pilze auch parasitisch auftreten, besonders in feuchten Jahren, und dann für manche Culturgewächse von bedeutendem Schaden sein.

1) Frank, Krankheiten der Pflanze, 1880, p. 574.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0366-2

So berichtet z. B. Galloway[1]), dass in Amerika die Pfirsiche und Reben viel von Cladosporium viticolum leiden.

Dasselbe hat S. Arthur[2]) für Gurken constatirt. Nach der Beobachtung von Rostrup erwies sich Cladosporium graminis als Parasit, welcher die Blätter vieler Gramineen angreift und ihr Welken bewirkt.

Neuerdings hat E. Janczewsky[3]) Cladosporium als Parasit auf Getreide gefunden und die Art und Weise der Infection genau beobachtet und beschrieben.

Brunne[4]) hat eine neue Species von Hormodendron — Hormodendron Hordei — untersucht, welche auf Gerste auftritt und ganze Felder zu Grunde richtet.

Ausser zahlreichen kleinen Berichten über das Auftreten der Russthaupilze auf verschiedenen Pflanzen gibt es noch einige grössere Arbeiten über ihre Entwickelung. Einige Forscher, welche sich mit diesen Pilzen eingehend beschäftigt haben, sind zu dem Schlusse gekommen, dass sie in genetischem Zusammenhang stehen.

Schon Löw[5]), der ausführlich den Bau und die Entwickelungsgeschichte der Conidien von Hormodendron und Dematium beschrieben hat, wies darauf hin, dass die Conidien dieser Pilze sehr viel Aehnlichkeiten aufweisen.

Laurent[6]) hebt als Hauptergebniss seiner Untersuchungen hervor, dass Cladosporium herbarum in einem merkwürdigen Grade polymorph ist, indem zu Cladosporium ausser den Pilzformen, welche unter dem Namen Hormodendron und Dematium bekannt sind, noch zwei Arten von echten Hefepilzen gehören. Nach der Auffassung von Laurent ist Dematium nichts anderes als eine, durch die Lichtwirkung abgeschwächte Form von Cladosporium. Die Culturen von Cladosporium, die dem Lichte ausgesetzt wurden, gingen nach Laurent in die Dematiumform über.

Der umgekehrte Versuch, Dematium in Cladosporium umzuwandeln, ist nicht gelungen.

---

1) Notes Journal of Mycologie. Washing. 1889.

2) Bull. of the Agricultur Experiment station of Indiana N. 19, 1889.

3) Cladosporium herbarum i jego najpospolitsze na zbozu towarzysze, 1894.

4) Hormodendron Hordei (Beitr. zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen 4. Heft 1894).

5) Pringsheim's Jahrbücher Bd. 6.

6) Recherches sur le Polymorphisme du Cladosporium herb. Annales de l'Institut Pasteur Voll. II, 1888.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0367-8

Costantin[1]) spricht sich auch für den Zusammenhang von Dematium, Cladosporium und Hormodendron aus.

Janczewsky[2]) behandelt in seiner Arbeit den Bau und die Entwickelungsweise der erwähnten Pilze und beschreibt die Perithecien von Cladosporium unter dem Namen „Sphaerella Tulasnei".

Er führt als Argumente für die Zusammengehörigkeit dieser drei Pilze an: 1. die morphologische Aehnlichkeit ihrer Conidien und 2. die Thatsache, dass die von ihm auf Getreide gefundenen und als unentwickelte Perithecien von Cladosporium gedeuteten Sclerotien in Nährlösungen entweder Cladosporium oder Hormodendron bilden. Doch hat Janczewsky nie in seinen Culturen die Umwandlung von Hormodendron in Cladosporium und umgekehrt beobachtet.

Nach Frank (l. c. p. 570) gehört auch Coniothecium zu Cladosporium. Auf Seite 570 ist Coniothecium abgebildet, das einen Conidienträger von Cladosporium trägt. Schliesslich sei hier die früher sehr allgemein verbreitete Ansicht erwähnt, dass Pleospora herbarum im genetischen Zusammenhange mit Cladosporium steht.

Wenn man alles, was nach diesen Angaben zu Cladosporium gehören soll, zusammenstellt, so bekommt man einen recht merkwürdigen Fall von Polymorphismus.

Cladosporium ist nämlich im Stande, in folgenden Formen aufzutreten: in Cladosporium, Hormodendron, Dematium, Coniothecium, Pleospora und noch zwei Hefearten, d. h. Cladosporium hat sieben verschiedene Formen. In dieser Vielgestaltigkeit wird er nur von Fumago übertroffen, indem Fumago nach den Untersuchungen von Zopf (Die Conidienfrüchte von Fumago Nova Acta Acad. Bd. 40 1878) zwölf verschiedene Formen bildet.

Die vorliegende Arbeit ist im botanischen Institut zu Basel ausgeführt worden nach dem Rath und unter der Leitung des Herrn Prof. Klebs, dem ich hier meinen herzlichsten Dank ausspreche für manche Belehrungen und Unterstützungen.

Die Arbeit hat einen doppelten Zweck: 1. eine möglichst definitive Entscheidung der Frage über Polymorphismus von Cladosporium und Fumago und 2. die Bestimmung der Bedingungen der Conidienbildung bei diesen Pilzformen.

Es seien hier noch einige Worte über die Methoden der Untersuchungen gesagt.

1) Sur les variations des Alternaria et des Cladosporium. Revue générale de Botanique 1889.

2) Cladosporium herbarum i jego najpospolitsze na zbozu towarzysze 1894.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0368-3

Die Hauptbedingung bei solchen Arbeiten ist das Experimentiren mit absolut reinen Culturen. Man kann die Wichtigkeit dieser Bedingungen nicht genug betonen. Die vielen Irrthümer auf dem Gebiete der Mycologie sind nur durch unreine Culturen entstanden.

Der sicherste Weg, vollkommen reine Culturen zu bekommen, besteht darin, dass man in die betreffende Culturflüssigkeit nur eine Spore von dem untersuchten Pilz aussäet. Besonders schwierig ist das Isoliren der Pilze, welche zusammenwachsen, kleine und ziemlich ähnliche Conidien haben. Ich benützte dabei folgende Methode. Ich brachte die Sporen der zu untersuchenden Pilze in einen Tropfen Wasser und nahm unter dem Mikroskop mit Hilfe einer capillaren Pipette möglichst wenige Sporen heraus. Die genommenen Sporen brachte ich in einen neuen Wassertropfen, mischte sorgfältig und wiederholte das Verfahren so lange, bis in einem Tropfen nur eine Spore lag.

Die auf solche Weise hergestellten vollkommen reinen Culturen dienten als Ausgangsmaterial für alle Versuche. Da die lange Aufbewahrung der Culturen in reinem Zustande manche Schwierigkeiten bietet, so habe ich gewöhnlich nach zwei bis drei Wochen frische Reserveculturen gemacht. Die sämmtlichen Nährsubstrate wurden mittelst heissen Dampfes sterilisirt. Die Infection geschah durch Uebertragung einiger Sporen mit ausgeglühten Nadeln in das betreffende Substrat. Fast alle Pilze wurden in Petrischalen und Glasdosen cultivirt, was unmittelbare Beobachtung mit starken Vergrösserungen gestattete. Wenn es möglich war, dienten die Culturen auf den Objectträgern zur Controlle.

Cladosporium, Hormodendron und Dematium wurden auf Phascolus-Früchten, Fumago auf Palmenblättern in dem botanischen Garten gefunden. Im nachfolgenden werden Cladosporium und Hormodendron, ferner Dematium und endlich Fumago einzeln besprochen.

Cladosporium herbarum Link und Hormodendron cladosporioides Sacc.

Die Conidien von Cladosporium herbarum stellen ein-, zwei- oder dreizellige ovale Körper vor. Die Länge der Conidien schwankt zwischen 10—25 μ. Ihre Membran ist mit Warzen bedeckt. Schon nach 5—6 Stunden nach der Aussaat im verdünnten Traubensaft zeigen die Conidien die ersten Anfänge der Keimung. Sie treiben, ohne merklich anzuschwellen, farblose, dicht mit feinkörnigem Protoplasma gefüllte Keimschläuche. Jede Zelle der Conidie ist im Stande, einen Keimschlauch zu bilden. Die Stelle, wo der Keimschlauch zum Vorschein kommt, ist noch vor dem Hervorbrechen des Schlauches,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0369-2

als ein runder, heller, stark lichtbrechender Fleck bemerkbar. Es scheint, dass dieser Fleck keinen präexistirenden Keimporus darstellt. In zwei Tagen wächst der Keimschlauch zu dem reichverzweigten septirten Mycel aus. Bald bemerkt man an vielen Mycelfäden Seitenzweige, welche in die Luft wachsen. Es sind die Anlagen der Conidienträger. Die Bildung der Conidien fängt damit an, dass sich am abgerundeten Ende des Conidienträgers eine Ausstülpung, eine Art von Sterigma, bildet. Dieses Sterigma schwillt rasch an, nimmt elliptische Gestalt an und bildet sich auf solche Weise in eine Conidie um. Bald nachher bräunt sich die Membran der Sporen; an der Oberfläche bilden sich Warzen. Die junge Conidie theilt sich quer durch eine oder zwei Wände und stellt jetzt die reife Spore dar. Neben dieser jungen Conidie kommt bald am angeschwollenen Ende des Conidienträgers ein neues Sterigma zum Vorschein, das auch zur Spore anschwillt. An den apicalen Enden der Conidien entstehen neue Sterigmen und Sporen. Da die Sterigmen auch seitlich an den Conidien entstehen können, so bilden sich auf diese Weise verzweigte Ketten von Conidien. Nach der Erzeugung von mehr oder weniger Conidien, sprosst aus dem Scheitel des Conidienträgers wieder ein Sterigma hervor, das sich allmählich verdickt, keine Conidien erzeugt, sondern weiter wächst, die gebildeten Sporen zur Seite schiebt, und jetzt die Forsetzung des Conidienträgers vorstellt. Nach einiger Zeit wiederholen sich die Conidienabschnürungen am Ende des durchgewachsenen Conidienträgers und eine neue Durchwachsung erfolgt. Die Conidienträger von Cladosporium besitzen also die Eigenschaft, unbegrenzt fortzuwachsen und neue Etagen von Conidien zu produciren. Es sei hier bemerkt, dass Janczewsky zum ersten Male auf diese Eigenschaft der Conidienträger hingewiesen. Er war überhaupt der Erste, der ganz richtig die Entstehung der Cladosporiumconidien beobachtete.

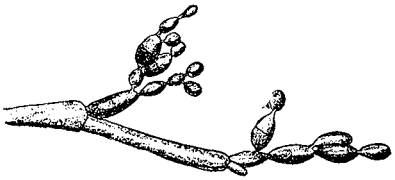


Fig. 1. Junger Conidienträger von Cladosporium. (790/1).

Gleichzeitig mit der Reife der Conidien geht eine Veränderung des Mycels vor sich.

Die Wände der alten Mycelfäden verdicken sich, werden braun bis braunschwarz. Es treten in ihrem Inhalt Oeltröpfchen auf und das Mycel geht in den Dauerzustand über. Die von mir angestellten Versuche haben gezeigt, dass solche braune Mycelstücke selbst nach dreitägigem Austrocknen bei

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0370-3

30° C. ihre Lebensthätigkeit nicht verlieren, sondern, in verdünnten Traubensaft gebracht, auskeimen und dünne zarte Fäden bilden.

Hormodendron cladosporioides Sacc.

war zuerst von Fresenius in seiner Arbeit: Mycologische Beiträge (p. 21—23) unter dem Namen Penicillium cladosporioides beschrieben. Nachher hat Löw[1]) eingehend die Entwickelungsgeschichte und den Bau der Conidien von Hormodendron untersucht. Der Name Hormodendron, unter dem jetzt der Pilz bekannt ist, wurde von Saccardo eingeführt. Die Conidien von Hormodendron sind von zweierlei Art: entweder lange (bis zu 30 μ) zwei- bis fünfzellige oder fast runde kleinere (5 μ) Gebilde von brauner Farbe. Ihre Membran ist glatt. Bei der Keimung treiben die Conidien — die einzelligen immer einen, die mehrzelligen zwei oder mehrere — septirte Keimschläuche. In verdünntem Traubensaft erheben sich nach zwei bis drei Tagen vom Mycel die zahlreichen Conidienträger, welche stark positiv heliotropisch sind.

In diesem Entwickelungsstadium ist es unmöglich, die Hormodendron-Culturen von denjenigen des Cladosporium zu unterscheiden. Die Conidien entstehen auch auf sehr kleinen Sterigmen, die später verschwinden. Am Ende des Conidienträgers bilden sich gewöhnlich drei Conidien, welche stark in die Länge wachsen und sich durch einige Querwände theilen. Jede Conidie bildet an ihrem apicalen Ende gewöhnlich wieder drei ziemlich lange Conidien, die ihrerseits mehrere kleinere ovale Conidien in der apicalen Reihenfolge produciren.

Das auf solche Weise entstandene reich verzweigte Conidienbüschel hat auffallende Aehnlichkeit mit einem Baum. Die Conidienträger von Hormodendron werden durch die Bildung dieser Masse von Sporen erschöpft und sind nicht im Stande durchzuwachsen, ähnlich denjenigen von Cladosporium. Das alte Mycel von Hormodendron geht auch in den Dauerzustand über.

Schon aus dieser kurzen Beschreibung tritt die auffallende Aehnlichkeit von Cladosporium und Hormodendron hervor. Als Unterschied des Cladosporium von Hormodendron lassen sich nur seine durchwachsenen Conidienträger und die mit Warzen bedeckten Membranen anführen. Aber diese Unterschiede sind sehr unbedeutend und desswegen ist die oft ausgesprochene Ansicht über die Zusammengehörig-

---

1) Zur Entwickelungsgeschichte von Penicillium. Pringsheim's Jahrb. Bd. 7.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0371-9

keit erklärlich. In Bezug auf das Verhalten von Hormodendron und Cladosporium können folgende zwei Möglichkeiten in Betracht kommen.

Entweder sind beide Pilze vollkommen selbständig oder es stellt Hormodendron nur eine durch gewisse äussere Bedingungen hervorgerufene Form von Cladosporium dar.

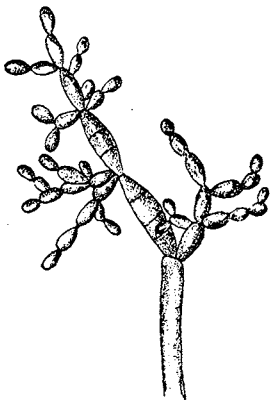


Fig. 2. Conidienträger von Hormodendron (790/1).

Laurent (l. c.) behauptet auf Grund seiner Culturen einen genetischen Zusammenhang zwischen beiden Pilzen. Doch er gibt diejenigen Culturbedingungen, welche Hormodendron hervorrufen, nicht an. Dagegen haben Janczewsky und ich in keiner Cladosporiumcultur die Bildung von Hormodendron oder umgekehrt beobachtet.

Es wurden im Weitern die Einwirkungen des Sonnenlichtes, der Wärme und in erster Linie der chemischen Zusammensetzung des Substrates geprüft. Was die Wirkung des directen Sonnenlichtes anbelangt, so haben die angestellten Versuche übereinstimmend mit Versuchen von Janczewsky zu einem negativen Resultat geführt, d. h. man konnte nie constatiren, dass die Hormodendronculturen unter diesen Bedingungen Cladosporium oder diejenige von Cladosporium — Hormodendron oder Dematium bilden.

Die betreffenden Culturen wurden auf verdünntem Traubensaft gemacht und tagsüber bis zur Bildung von Conidien der Sonne ausgesetzt. Die Behauptung Laurent's, dass Cladosporium durch die Einwirkung von Sonnenlicht in Dematium übergehe, ist somit ein Irrthum und beruht wahrscheinlich auf unreinen Culturen, mit welchen er experimentirt hat.

Bei den Versuchen mit verschiedenen Nährsubstraten wurde zuerst das Hauptgewicht darauf gelegt, das Verhalten der beiden Pilze einerseits zu Stickstoff, andererseits zu kohlenhydratreichen Nährmedien festzustellen.

Als ausschliesslich stickstoffhaltige Nährböden wurden benützt: 1. Mistdecoct, 2. Pepton 2 %, 3. Gelatine; als kohlenhydrathaltige: 4. die Lösungen von Rohrzucker von verschiedener Concentration, 5. Rohrzucker + 0,5 % Knop'sche Lösung, 6. Traubenzucker, 7. Milchzucker.

Weiter wurden auch viele Culturen auf folgenden Substraten von gemischter Zusammensetzung gemacht: 8. auf Traubensaft, 9. auf

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0372-4

Agar-Agar, 10. auf gekochter Kartoffel, 11. auf Zwetschensaft, 12. auf Brod, 13. auf Rohrzucker, 2 % + 0,5 % Pepton, 14. auf mit Traubensaft stark angefeuchtetem Brod, 15. auf Gelatine 3 % + 0,2 % Pepton + 10 % Rohrzucker, 16. auf sterilisirten Bohnenschoten und Kohlblättern.

Auf allen diesen Substraten entwickeln sich immer Cladosporium von den Sporen des Cladosporium und immer Hormodendron von denjenigen des Hormodendron. Dabei wachsen beide Pilze durchaus normal. Eine besondere Besprechung verdienen nur die Culturen von Cladosporium auf Agar-Agar. Cladosporium bildet hier eine Form, die man sehr schwer von Hormodendron unterscheiden kann. Es unterbleibt nämlich vollständig die Durchwachsung der Conidienträger, die Conidien werden bedeutend kleiner und weisen eine glatte Membran auf. Unzweifelhaft ist diese Wuchsform durch die mangelhafte Ernährung hervorgerufen. Diese Culturen beweisen eine Umwandlung in Hormodendron durchaus nicht. Wenn es wirklich so wäre, so müssten die Sporen von dieser hormodendronartigen Varietät von Cladosporium auf allen vorher erwähnten Substraten, wo die Entwickelung von Hormodendron typisch verläuft, auch hormodendronartiges Cladosporium bilden. Diess ist nicht der Fall, da die Sporen dieser Varietät, in bessere Nährsubstrate gebracht, immer wieder typisches Cladosporium bilden. Es ergibt sich somit als Resultat dieser langen Reihe von Culturen, dass Cladosporium und Hormodendron, ungeachtet ihrer morphologischen Aehnlichkeit, doch zwei verschiedene selbstständige Pilzformen vorstellen. Es gibt noch einen andern Weg für den Nachweis der Selbständigkeit dieser zwei Pilze und das ist die vergleichende Untersuchung der physiologischen Eigenschaften, eine Methode, die man schon lange mit Erfolg in der Bacteriologie anwendet.

In Folgendem wollen wir die Resultate solcher Untersuchungen über Cladosporium und Hormodendron besprechen. Die Conidien der beiden Pilze besitzen die gleiche Resistenzfähigkeit gegen die Einwirkung von hoher Temperatur; denn nach Einwirkung einer Temperatur von 95° C. während einer viertel Stunde verlieren sie ihre Keimfähigkeit. Das Maximum der Temperatur, welche die Conidien aushalten, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren, liegt ungefähr bei 90° C.

Die beiden Pilze stimmen auch darin überein, dass ihr Wachsthum und ihre Keimung bei beständig wirkender Temperatur von 30° ausbleiben.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0373-0

In Bezug auf die niedere Temperatur verhalten sich beide Pilze wesentlich verschieden.

Cladosporium besitzt die merkwürdige Eigenschaft, bei 0—2° C. seinen vollen Entwickelungsgang zu durchlaufen. Die auf dem Gemisch von Agar-Agar mit Traubensaft ausgesäten Conidien keimen und bilden bei 0—2° C., wenn auch viel langsamer als bei gewöhnlicher Zimmertemperatur, reife und keimfähige Conidien. Die Hormodendronsporen vermögen unter solchen Bedingungen nur kurze Keimschläuche zu bilden.

Durch die zahlreichen Keimungsversuche haben sich auch andere Verschiedenheiten herausgestellt.

Es ist nämlich gelungen, für Cladosporium solche Keimungsbedingungen aufzufinden, bei welchen die vegetative Keimung ausbleibt und die Conidien unmittelbar zur Fructification übergehen, indem sie entweder einen mehr oder weniger langen Conidienträger treiben, an dessen Ende die Conidien in üblicher Weise entstehen oder die Conidien direct neue Conidien aussprossen. Die Bedingungen für dieses merkwürdige Verhalten der Cladosporiumsconidien sind: möglichst vollkommener Ausschluss von Nährstoffen, ungehinderter Luftzutritt und genügende Feuchtigkeit.



Fig. 3. Spore von Cladosporium, welche unmittelbar wieder Conidien gebildet hat (790/1).

Man kann diese Culturbedingungen verwirklichen, indem man die Conidien auf kleine Tropfen von destilirtem Wasser fallen lässt und das Deckgläschen mit diesem Tropfen in feuchter Kammer cultivirt.

In solchen Culturen schwimmen manche Conidien auf dem Wasser und diese bilden bald wieder Conidien.

Man kann auch die Kieselsäuregallerte als Substrat benützen. Für solche Versuche sind die jungen frischen Conidien besser passend. Die alten Conidien büssen, wie es scheint, diese Eigenschaft ein wenig ein und keimen unter solchen Bedingungen in Form eines Schlauches.

Auffallend ist weiter die Wirkung von ganz geringen Mengen von Nährstoffen. In diesem Fall erzeugen die Conidien nie unmittelbar wieder Conidien, sondern bilden zuerst starkes Mycel.

Die Concentration des Nährsubstrates wirkt in zwei verschiedenen Weisen: physikalisch, und zwar kommt hier in Betracht hauptsächlich die wasserentziehende Kraft der Lösungen, und chemisch. Die physikalische Wirkung isotonischer Lösungen verschiedener chemischer Substanzen ist gleich, keineswegs aber die chemische. Das tritt be-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0374-6

sonders deutlich hervor, bei den Culturen in isotonischen Lösungen verschiedener Stoffe, in welchen die Pilze sich verschieden verhalten ungeachtet gleicher wasseranziehender Eigenschaften der Lösungen.

Es wurde die Wirkung verschiedener Concentration von Rohrzucker und Kalisalpeter geprüft. Dabei haben sich einige Unterschiede zwischen Cladosporium und Hormodendron herausgestellt. Keimung und Wachsthum der beiden Pilze findet noch statt in 100 % Rohrzuckerlösung.

Das gebildete Mycel zeigt ein etwas abweichendes Aussehen. Die Mycelfäden sind viel dünner als bei normalem Mycel. Die Querwände stehen durchschnittlich in grösseren Abständen voneinander und das Mycel geht sogar nach drei Monaten nicht in den Dauerzustand über.

Die hohe Concentration der Lösung verhindert die Bildung der Conidien. Das Maximum der Concentration von Rohrzucker, bei der Cladosporium noch im Stande ist die Conidien zu bilden, liegt bei 25 %; für Hormodendron in Rohrzuckerlösung erheblich höher, nämlich bei 75 %.

Um die Einwirkung von Kalisalpeter auf die Entwickelung dieser Pilze zu untersuchen, wurden die Lösungen von verschiedener Concentration mit 1 % Traubensaft gemischt. Dieser Zusatz war nöthig, weil Kalisalpeter allein kein günstiges Nährsubstrat ist. Das Maximum der Concentration für die Bildung der Sporen befindet sich für Cladosporium bei 18 %; Hormodendron bildet Conidien noch bei 25 % Kalisalpeter. Die Anwesenheit von 10 % Kalisalpeter in der Culturflüssigkeit ruft in Culturen eine merkwürdige Veränderung hervor. In solchen Culturen ist es unmöglich, Cladosporium und Hormodendron zu unterscheiden. Die Conidienträger der beiden Pilze sind durchwachsen. Die Conidienbüschel bestehen unten aus sehr langen, septirten, oben aus runden kleinen Conidien. Die Conidienmembran ist warzig. Die Controllversuche mit Conidien, die aus diesen Culturen entnommen wurden, haben gezeigt, dass die Sporen unter gewöhnlichen Bedingungen wieder typisches Hormodendron oder Cladosporium erzeugen, so dass also die beiden Pilze trotz ihrer anscheinenden morphologischen Identität doch ihre specifische Natur bewahren.

Die Conidienbildung steht in enger Beziehung nicht nur zur Concentration der Nährlösung, sondern auch zur Menge des zur Verfügung stehenden Sauerstoffes. Cladosporium und Hormodendron bilden bei 10 mm Luftdruck keine Conidien mehr. Cladosporium erzeugt jedenfalls dabei Conidienträger, welche statt der Conidien nur

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0375-2

kurze, reich verzweigte Aeste bilden. Wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Unentbehrlichkeit gewisser Mengen von Sauerstoff für die Bildung der Conidien steht die Thatsache, dass die untergetauchten Culturen der betreffenden Pilze keine Conidien zu bilden im Stande sind. Die Conidienträger von Hormodendron sind stark positiv heliotropisch, worin sich dieser Pilz von Cladosporium unterscheidet.

In Nachfolgendem fassen wir die gefundenen physiologischen Unterschiede zwischen Cladosporium und Hormodendron zusammen. Cladosporium ist im Stande, reife Conidien bei 0—2° C. zu erzeugen. Die Conidien können sofort wieder Conidien bilden. Die Grenze der Concentration, bei der die Bildung der Conidien noch vor sich geht, liegt bei 25% von Rohrzucker und 18% von Kalisalpeter; die Conidienträger sind nicht heliotropisch.

Die Bildung der Conidien von Hormodendron ist durchschnittlich an höhere Temperatur gebunden. Die Conidienentstehung wird durch 75% Rohrzucker und 25% Kalisalpeter verhindert; die Conidienträger sind stark positiv heliotropisch.

Diese physiologische Unterschiede im Zusammenhange mit der Thatsache, dass der Uebergang von Cladosporium in Hormodendron oder umgekehrt sich in keiner der sehr zahlreichen Culturen hat nachweisen lassen, berechtigen zu dem Schlusse, dass Cladosporium und Hormodendron zwei selbständige, aber sehr nahe verwandte Pilze sind. Wir haben schon über Zusammengehörigkeit der Pleospora herbarum mit Cladosporium gesprochen. Aus den gründlichen Untersuchungen von Gibelli und Griffins[1]) geht hervor, dass diese Pilze selbständig sind und dass Pleospora in zwei Species gespaltet werden muss.

Ich habe selber die Versuche mit reinen Culturen angestellt und habe bestätigt, dass die beiden Pilze selbständige Organismen sind, die in keinem Falle mit Cladosporium oder Hormodendron zusammenhängen, wenn sie auch sehr häufig zusammen mit diesen wachsen.

Es ist mir leider nicht gelungen in meinen Culturen die Askusfrüchte zu bekommen, welche Janczewsky unter dem Namen „Sphaerella Tulasnei“ beschrieben hat. Gleichfalls habe ich beim Material, welches er mir zu schicken die Güte gehabt hat, keine reifen Aski gefunden.

Ich will zum Schluss noch Einiges über die Arbeit von Brunne „Hormodendron Hordei“ bemerken. Der Verfasser hat zahlreiche

1) Sul polimorphismo della Pleospora herbarum. Archivio del laboratorio di botanica crittogamia. Pavia 1874.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0376-7

Expermente mit Hormodendron Hordei angestellt und ist zu etwas anderen Resultaten als ich gekommen. Der Hauptunterschied liegt in den Verhalten zu Kohlenhydraten. Nach meinen Versuchen bildet Hormodendron die Conidien in Rohrzuckerlösungen von 1 % anfangend bis zu 70 %. Nach Brunne (l. c. Tabelle auf Seite 12) producirt Hormodendron Hordei keine Conidien in 5 % Rohr- und Traubenzucker; ebenfalls hört nach ihm die Conidienbildung bei 25 % Rohrzucker (p. 16) auf. Nach diesem schliesst er, dass sich die Conidien nur in Lösungen von 5 % bis 20 % Rohrzucker bilden. Die genau nach den Angaben von Brunne gemachten Versuche haben gezeigt, dass Hormodendron cladosporioides in 5 % Rohr- und Traubenzucker bereits nach drei Tagen reichliche Conidien erzeugt. Ebenfalls wurde das Verkommen der abweichenden Mycelformen, welche Brunne abbildet (Taf. I Fig. 12—14), in den betreffenden Lösungen nicht gefunden.

Der Grund dieser Verschiedenheit liegt sicher darin, dass die Versuchspilze verschiedenen Spezies angehören. Der Pilz, mit dem ich experimentirt habe, ist mit Hormodendron cladosporioides identisch. Der Pilz von Brunne stellt die neue Species „Hormodendron Hordi“ vor.

Dematium pullulans d. By.

Dematium wurde zum ersten Mal im Jahr 1866 von de Bary beschrieben. Nachher hat Löw[1]) die Entwickelungsgeschichte dieses Pilze ausführlich untersucht. Seitdem war Dematium sehr oft der Gegenstand der Untersuchungen verschiedener Mycologen. Die morphologischen Eigenschaften des Pilzes wurden viel beschrieben, desswegen begnügen wir uns hier mit einem kurzen Abriss seiner Entwickelung.

Um die Entwickelungsgeschichte von Dematium besser zu übersehen wollen wir von den Gemmen ausgehen. Die Gemmen von Dematium sind meistens zweizellig, länglich ellipsoidisch oder biscuitförmig. Sie besitzen eine dicke dreischichtige, aussen braune oder olivegrüne Membran. In irgend eine Nährflüssigkeit gebracht, schwellen sie ein wenig an; ihr braunes Exosporium zerreisst in kleine Stücke, die an der Gemme angeheftet bleiben. Jetzt sprossen an den schmalen Ende der Gemme aus dem Endosporium winzige, kaum sichtbare Sterimen aus, welche rasch ungefähr bis zur halben Grösse der Gemme anschwellen, eine ellipsoidische Form annehmen und sich von

[1]) Ueber Dematium pullulans d. By. Pringsheim's Jahrbücher Bd. 6.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0377-3

der Gemme ablösen. An der Stelle der abgelösten Hefezellen bilden sich rasch neue u. s. w. Man kann vielfach diese Sprossung vielmal nach einander verfolgen. Es ist ganz sicher, dass die Sprossung so lange andauert, als Nährstoffe im Substrat vorhanden sind. Die durch die hefenartige Sprossung gebildeten Zellen sprossen ihrerseits aus, und nach 24 Stunden ist der Tropfen der Cultur am Objectträger von der Masse der gebildeten Zellen ganz trüb. Manche Gemmen bilden zuerst einen mehr oder weniger langen septirten Schlauch, von dessen sämmtliche Zellen wieder Hefezellen aussprossen können. Bei Mangel an Nährstoffen oder in destillirtem Wasser steht die Sprossung still. Die Zellen nehmen biscuitförmige Gestalt an, theilen sich durch eine Querwand, ihre Membran wird dick und braun, mit einem Wort die Zellen bilden sich wieder zu Gemmen um.

Ausser einzelnen Gemmen bilden sich auch Gemmenketten.

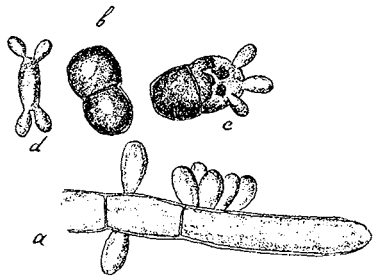


Fig. 4. Dematium pullulans (790/1).
a) Mycel mit Hefesprossung,
b) Gemme,
c) auskeimende Gemme,
d) sprossende Hefezelle.

Mehrfach ist von vielen Forschern, welche sich mit Dematium beschäftigen, die Aussicht ausgesprochen worden, dass Dematium kein selbständiger Pilz ist, sondern zu dem Entwickelungsgang anderer Pilze gehört.

So fand z. B. Brefeld[1]), dass ein Ascomycet, nämlich Sphaerulina intermixta, in ihrem Entwickelungsgange dematiumähnliche Formen aufweist, und er hat daraus ohne Weiteres geschlossen, dass Dematium pullulans eine Form von Sphaerulina sei: diese Annahme steht im Widerspruch mit den Beobachtungen aller anderen Forscher, welche nie einen Zusammenhang von Dematium mit Sphaerulina constatirt haben. Die morphologische Aehnlichkeit dieser Fructificationsart von Sphaerulina mit Dematium beweist keineswegs die Zusammengehörigkeit beider Pilze. Es ist wohl möglich, dass diese Formen nur äusserlich Aehnlichkeiten aufweisen. Die Beispiele solcher Art sind in der Mycologie so zahlreich, dass es überflüssig ist, weitere hier anzuführen.

Wir haben schon früher auf die oft ausgesprochene Meinung hingewiesen, dass Dematium im genetischen Zusammenhang mit Hormodendron und Cladosporium steht.

---

1) Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mycologie X. Heft p. 216.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0378-9

Auf Grund aller von mir gemachten Versuche kann ich bestimmt behaupten, dass das nicht der Fall ist. Das Erscheinen von Dematium lässt sich in keiner Cultur von Cladosporium oder Hormodendron, die unter sehr verschiedenen Bedingungen angestellt wurden, nachweisen. Es bildet eben Dematium in allen Fällen wieder Dematium und nie Cladosporium oder Hormodendron.

Das Vorkommen von Dematium in den Culturen von Cladosporium, die dem Sonnenlichte ausgesetzt wurden, was Laurent als experimentellen Beweis seiner Anschauungen betrachtet, ist offenbar auf unreine Culturen zurückzuführen, da nach übereinstimmenden Versuchen von Janczewsky und mir Cladosporium auch unter diesen Bedingungen immer Cladosporium erzeugt. In dem typischen Verlauf der Entwickelung bildet Dematium hauptsächlich die Hefezellen. Anders verläuft die Sache, wenn Dematiumhefe in stark concentrirte Lösungen von Kohlenhydraten ausgesäet wird. Es sei hier zuerst erwähnt, dass Dematium enorm starke Concentrationen von Kohlenhydraten zu vertragen im Stande ist. Es wurde ein jedenfalls ziemlich langsames Wachsthum in der 100 proc. Lösung von Traubenzucker (100 Theile Traubenzucker auf 100 Theile Wasser) constatirt. Diese Lösung ist mit 36,47 % Kalisalpeter isotonisch und besitzt sehr hohe osmotische Wirkung.

In 50 proc. und concentrirten Lösungen von Traubenzucker bildet Dematium lange, reich verzweigte Mycelfäden, die mit feinkörnigem Plasma dicht angefüllt sind. Die Aussprossung, welche unter den gewöhnlichen Bedingungen vorwiegend ist, tritt in solchen Culturen vollkommen zurück, in manchen, besonders stärker concentrirten Lösungen ist die Hefebildung vollständig aufgehoben. Die 50 proc. Lösung von Rohrzucker hemmt auch die Hefebildung. Dieser merkwürdige Einfluss der stark concentrirten Lösungen auf das Wachsthum von Dematium ist in erster Linie durch ihre chemische Wirkung bedingt. Die physikalische wasserentziehende Kraft der Lösungen kommt erst in zweiter Linie in Betracht. So entwickelt sich Dematium wesentlich anders in der mit 50 proc. Lösung von Traubenzucker isotonischen 18 proc. Lösung von Kalisalpeter, zu der 1 % Traubensaft hinzugefügt wurde, um die Lösung für den Pilz nahrhaft zu machen.

In dieser Lösung bildet Dematium sehr reichlich die Hefen. Dieser Versuch beweist sehr anschaulich, dass die Wirkung der concentrirten Kohlenhydrate nicht bloss von ihren physikalischen, sondern auch von ihren chemischen Eigenschaften abhängt. Es sei hier be-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0379-7

merkt, dass auch Eschenhagen[1]) zu dem gleichen Schlusse gekommen ist. So gibt er z. B. in einer kleinen Tabelle (l. c. p. 55) die Grenzen der Concentration für einige Stoffe an, bei welchen Aspergillus niger, Penicillium glaucum und Botrytis cinerea noch wachsen. Bei der Vergleichung dieser Zahlen ergibt sich, dass die isotonischen Werthe dieser Lösungen für einen und denselben Pilz sehr verschieden sind, d. h. das Maximum der Concentrationen für das Wachsthum der Pilze nicht vom isotonischen Coefficient der Substanz allein abhängig ist. Aehnlich wie die stark concentrirten Lösungen von Kohlenhydraten wirkt auch die Abwesenheit oder, besser gesagt, die Verminderung des Sauerstoffgehaltes der Luft. Die Dematiumculturen auf verdünntem Traubensaft bei 10 mm Luftdruck erzeugen fast ausschliesslich farblose, reich verzweigte Mycelien. In solchen Culturen kann man sehr hübsch sehen, dass am Mycel überall die Anlagen der Hefezellen entstehen, welche sich, statt sich zur Hefezelle auszubilden, verlängern und einen neuen Zweig bilden. Die Hefebildung wird auch vollkommen aufgehoben durch die andauernde Einwirkung der Temperatur von 30—31° C. Bei dieser Temperatur bildet Dematium keine Hefe und keine Mycelfäden, sondern ganz besondere Gebilde — Zellkörper, welche bis jetzt bei Dematium nicht beobachtet worden waren. Die Hefezellen von Dematium, welche in verdünntem Traubensaft ausgesäet und in den Thermostat bei 30—31° C. gestellt werden, schwellen bedeutend an, werden manchmal doppelt so gross als vorhin. Es tritt gewöhnlich am zweiten Tage die erste Querwand auf, bald nachher die zweite, die zu der ersten senkrecht steht. Der gebildete Zellkörper vergrössert sich, indem sich seine Zellen nach allen Richtungen theilen. Auf solche Weise bilden sich mehr oder weniger umfangreiche Zellkörper aus, im Allgemeinen von rundlicher Gestalt. Die Membran der Zellen verdickt sich stark nimmt tiefbraune, fast schwarze Färbung an und es gehen somit die gebildeten Zellkörper in den Dauerzustand über. Wir wollen diese Körper als Coniothecium bezeichnen, weil sie auffallende Aehnlichkeit mit den Pilzen haben, welche von den Mycologen mit dem Namen Coniothecium belegt wurden. Sie bilden, in frischen Traubensaft gebracht, bei gewöhnlicher Zimmertemperatur (8—13° C.) wieder ganz typische Dematiumhefen, indem ihre Zellen stark anschwellen, die braunen Membranen in Stücken zerrissen werden, und an austretenden dicken und äusserst kurzen Schläuchen lebhafte Hefebildung stattfindet.

1) Ueber den Einfluss von Lösungen verschiedener Concentration auf das Wachsthum von Schimmelpilzen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0380-8

Diese Coniotheciumkörper wachsen bei 30° C. zu ansehnlichen Gebilden von einigen Millimetern im Umfang heran.

Die Figur stellt das Bild eines solchen Körpers dar, der erhalten war, nachdem am 21. März gebildete kleine Körper bis zum 2. April, also während 12 Tagen, bei einer Temperatur von 30° C. täglich in frischen Traubensaft übertragen wurden.

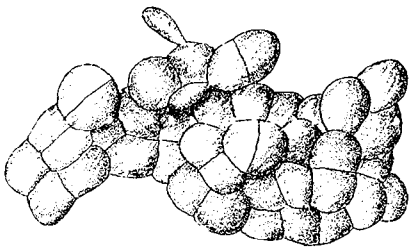


Fig. 5. Coniotheciumartiger Körper (790/1).

Zuweilen beobachtet man dabei einen andern Wachsthumsmodus. Aus den peripheren Zellen fangen die Hefezellen an auszusprossen. Sie lösen sich von den Mutterzellen nicht ab, sondern schwellen bedeutend an und bilden ihrerseits die neuen Aussprossungen.

Durch Combination der beiden Wachsthumsarten bilden sich unregelmässige braune Klumpen, welche gewöhnlich mit einer Gallertschichte umgeben sind.

Die Wärme von 30° C. hat also einen mächtigen Einfluss auf Dematium. Sie modificirt sehr stark das Wachsthum und ruft die Bildung derjenigen Zellkörper hervor, welche sonst bei Dematium nicht vorkommen. Doch ist die Einwirkung der Wärme, mit der Einwirkung der Concentration verglichen, wesentlich anderer Art. Soweit meine Erfahrungen ausreichen, hat die hohe Concentration der Kohlenhydrate immer als nothwendige Folge die vollkommene Aufhebung der Hefesprossung.

Im Gegentheil vermag Dematium an die höhere Temperatur sich anzupassen, d. h. mit anderen Worten, man kann die Hefebildung auch bei 30° C. erzielen durch längere Zeit fortgesetzte Culturen. Es geschieht dies auf folgende Weise: einige Hefezellen, die von Coniothecium bei Anfang des Versuches noch gebildet wurden, wurden in einer neuen Cultur derselben Temperatur ausgesetzt. Dabei bildeten sich wieder Coniothecium und auch Hefen. Bei der Fortsetzung dieser Culturen bekommt man schliesslich die Hefegeneration, die auch bei 30° C. zur Hefesprossung fähig ist und unter solchen Bedingungen keine Coniothecium mehr bildet.

Als Beispiel mag der folgende Versuch dienen:

20/3 Culturen von typischen Dematium — 22/3 Coniothecium
22/3 Cultur von diesem Coniothecium — 23/3 Coniothecium und einige Hefe

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0381-4

24/3	Cultur von dieser Hefe	25/3	Coniothecium und einige Hefe
25/3	do.	26/3	do.
25/3	do.	27/3	Coniothecium und viele Hefe
27/3	do.	28/3	do.
28/3	do.	29/3	sehr viele Hefe und nur wenige Coniothecium
29/3	do.	30/3	do.
30/3	do.	31/3	fast nur Hefe
31/3	do.	1/4	nur Hefe
1/4	do.	2/4	do.

(Alle Culturen wurden auf Objectträger gemacht).

Durch diese allmähliche Anpassung an höhere Temperatur erklärt sich die Thatsache, dass sich in Massenculturen bei 30° C. nach ein bis zwei Wochen nicht nur Coniothecium, sondern auch Hefe vorfinden.

Einige Versuche mit einer nicht näher bestimmten Coniothecium-Art, die ich im Gewächshaus auf Blättern von Tristiana gefunden habe, lassen die Vermuthung noch sicherer aufstellen, dass Coniothecium entweder zu Dematium pullulans gehört, oder einen sehr nahe verwandten Pilz vorstellt.

Die zahlreichen Culturversuche mit Coniothecium haben gezeigt, dass Coniothecium immer Dematiumhefen bildet, indem seine Zellen stark anschwellen, ihr braunes Exosporium zerreisst, und vom Endosporium aus sehr zahlreiche Hefen aussprossen, welche mit den Dematiumhefen vollkommen ähnlich sind. Weitere Versuche wurden nicht angestellt, da es mir nicht gelungen ist, eine absolut reine Cultur zu bekommen.

Doch scheint es mir sehr wahrscheinlich zu sein, dass Coniothecium (mindestens einige Arten) eine Form von Dematium ist.

Die Insolationswärme der Sonne kann man der Einwirkung der Wärme auf Dematium gleichstellen, durch deren Einfluss aus Dematium Coniothecium gebildet wird. Ob es wirklich so ist, könnten nur die Versuche mit reinen Culturen zeigen.

Fumago vagans Pers.

Wie schon früher hervorgehoben wurde, gehört Fumago zu den sehr wenig untersuchten Pilzen.

Es gibt nur eine umfassende Arbeit über die Entwickelungsgeschichte von Fumago. Es ist die Abhandlung von Zopf: „Die

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0382-0

Conidienfrüchte von Fumago" (Verhandlungen der Kaiserl. Leopold-Carolinisch. Acad. Bd. 40).

Aus den Untersuchungen von Zopf geht hervor, dass Fumago in höchstem Grade polymorph ist, indem er in vielen verschiedenen Formen auftreten kann. Der Uebersichtlichkeit wegen wollen wir diese Formen in zwei Gruppen zerlegen. In der ersten Gruppe fassen wir die Hefebildung und alle Formen, welche sich von den Hefen entwickeln, zusammen. Die zweite Gruppe umfasst Conidienbüschel, Conidienbündel, flaschenförmige Früchte und Pykniden. Wenden wir uns zunächst zur ersten Gruppe.

Die Bildung der Hefen verläuft nach Zopf folgendermaassen: „In eine etwa 5 proc. Zuckerlösung ausgesäet, pflegt die winzige Stylospore (so bezeichnet Zopf die Pyknoconidien), an deren Stelle übrigens auch die Conidie der Büschel oder Bündel verwendet werden kann, zunächst ihr Volum um das Doppelte bis Mehrfache zu vergrössern. Mit dieser Anschwellung ist häufig eine Gestaltsveränderung verknüpft, so dass neben gestreckten, fast cylindrischen auch breitere, elliptische oder ovale bis sphärische Formen anzutreffen sind. Im Inhal treten während dieser Volumzunahme keinerlei wesentliche Veränderungen auf.

Das Plasma bleibt homogen, bleich, nur die beiden Oeltröpfchen, welche gewöhnlich an beiden Polen der Spore bemerkbar sind, treten bisweilen aus ihrer polaren Lage heraus. Aus der angeschwollenen Spore geht aber nicht, wie das unter günstigen Bedingungen der Fall, ein zum Mycel heranwachsender Keimschlauch hervor, sondern sie zeigt eine eigenthümliche Keimung, die man als hefeartige Sprossung zu bezeichnen hat. Sie erfolgt in der Weise, dass an einem der Pole eine minutiöse Ausstülpung entsteht, die rasch heranwachsend und durch eine Scheidewand sich abgrenzend, in der Regel nicht die volle Grösse der Mutterzelle erreicht, wohl aber im Allgemeinen deren Gestalt nachahmt. Der Spross löst sich, fertig, sofort ab. Nach Abgliederung des stets terminalen Erstlingssprosses tritt lateral, aber in unmittelbarer Nähe des Poles, ein neuer Vegetationspunkt auf, nach dessen Ausbildung ein dritter, vierter folgt, welche gleichfalls um den Pol herum liegen". (l. c. pag. 295, Tafel 7, Fig. 1, 2, 3.)

Die Hefeerzeugung gelang Zopf nicht bloss in 5 proc. Zuckerlösung, sondern selbst in ganz zuckerarmen Culturflüssigkeiten, ja sogar in reinem Wasser. Andererseits bekam Zopf auch in sehr zuckerreichen Nährmedien eine Sprossung, jedoch nur unter der Bedingung, dass eine möglichst grosse Anzahl von Stylosporen zur Verwendung kam.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0383-6

Er erklärt das damit, dass durch die Massenaussaat in den Culturtropfen sein Nährvorrath schnell herabgemindert wird.

Schliesslich konnte Zopf die Hefen auch auf halbfesten Substraten und zwar auf Brod, das er mit verdünntem Traubensaft stark angefeuchtet hatte, erzielen. Auf Objectträgern oder in Geissler'schen Kammern an einem möglichst tiefen Nährtropfen von schwachem Zuckergehalt gezüchtet, producirte die Hefe nur wieder Hefesprosse. War die Aussaathefe nicht in einem tiefen Nährtropfen suspendirt, sondern in eine ganz dünne Schicht von schwacher Zuckerlösung gebettet, so dass sie dem Substrat (Kammerwandung, Objectträger) dicht anlag und die Luft zutreten konnte, so verhielt sie sich wesentlich anders. Die Hefezellen sprossen zu Colonien aus, aber nicht zu Colonien mit hefeartigen, sondern zu solchen mit rahmpilzähnlichen Habitus (l. c. Tafel 7, Fig. 13, 14, 16, 19).

Die rahmpilzähnlichen Pflanzen erhielt Zopf auch in grossen Massen auf sehr feucht gehaltenem mit schwacher Traubenlösung gedüngtem Brod.

Dritte Form — die Mikroconidie erscheint nach Zopf, wenn die Hefezellen in eine möglichst dünne Schicht schwacher Zuckerlösung ausgesäet werden. Die Luft im Culturapparat soll so trocken sein, dass eine dünne Schicht nahezu austrocknet. Die Hefen bilden zuerst ein schwaches braunes Mycel mit zahlreichen Luftzweigen. Von den mycelaren Hyphen erheben sich kleine Conidienträger, welche an ihrem Ende die winzigen Conidien abschnüren (c. l. Taf. 8, Fig. 12).

Diese Mikroconidien beobachtete Zopf auch in Massenculturen, welche nach sechs Monaten eine reiche Mikroconidienbildung hervorgebracht haben.

Es ging den Mikroconidien die Bildung von Hefen und Mycoderma voran. Ausser dieser gehören noch einige andere Formen zur ersten Gruppe, welche nur unbedeutende Modificationen der beschriebenen vorstellen und darum hier nicht besonders erwähnt werden.

Es verdient noch eine Form hervorgehoben zu werden, das ist die Gemmenform. Nach Zopf bilden sich Gemmen bei ungenügenden Nahrungsbedingungen, und sie stellen einzellige oder aus einigen kettenartig angereihten Zellen bestehende Gebilde mit brauner, dicker Membran und Oelansammlungen vor.

Von allen diesen Formen habe ich nur die letzte, d. h. die Gemmen beobachtet. Die Hefebildung hervorzurufen ist mir in keinem Fall gelungen. Bei Wiederholung der Culturmethoden von Zopf habe ich immer entweder Conidienbüschel oder Conidienbündel be-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0384-2

kommen. In 5 proc. Rohrzucker bilden sich besondere sitzende Früchte und nie Hefen. Gleiches gilt von allen andern oben beschriebenen Formen. Aus der Abwesenheit der Hefezellen in allen Culturen von Fumago, welche unter verschiedensten Bedingungen angestellt wurden, lässt sich schliessen, dass die Angaben von Zopf auf Fehlern beruhen; dafür spricht auch das negative Resultat aller nach Zopf's Angaben gemachten Culturen. Das ist um so wahrscheinlicher, als die Conidien von Fumago ausserordentlich klein sind und leicht mit Saccharomyces- und anderen Hefen verwechselt werden können.

Die Oeltröpfchen, welche Zopf als Merkmal von Fumagoconidien betrachtet, stellen keineswegs etwas speciell für Fumago Eigenthümliches dar, da Saccharomyces-Hefen bei schlechter Ernährung auch Oeltröpfchen aufweisen.

Zopf schreibt nicht, ob er mit diesen Formen Controllversuche angestellt habe, welche in solchen Fällen vollständig unentbehrlich sind. Unter Controllversuchen verstehe ich solche Versuche, bei denen aus neugebildeten Formen bei Wiederherstellung der früheren Bedingungen die Grundform wieder entsteht.

Schliesslich scheinen mir die Culturmethoden von Zopf nicht ganz einwurfsfrei.

Die Culturart in Geissler'schen Kammern, durch welche angeblich pilzfreie Luft geleitet worden war und die lange Dauer einiger Versuche (6 Monate) stellen günstige Gelegenheiten für das Eindringen der fremden Keime in die Culturen vor.

Nach alledem möchte ich die Ansicht aussprechen, dass alle die erwähnten Formen gar nicht zu Fumago gehören.

Wenden wir uns jetzt zu der Besprechung der zweiten Gruppe, welche die Conidienträger, Conidienbüschel und einige andere Fruchtformen umfasst.

Um die Entwickelungsgeschichte und den Bau der sehr verschiedenartigen und durch Uebergangsformen vielfach verbundenen Fortpflanzungsorgane zu verstehen, betrachten wir ausführlich die Bildung von Conidienbüscheln, von denen man leicht andere Formen ableiten kann. Dabei werden wir Zopf folgen, der sehr genau die Entwickelung der Fumagofrüchte untersucht hat.

Die Conidien von Fumago, in verdünntem Traubensaft ausgesäet, schwellen erst bis zur doppelten oder mehrfachen Grösse an, bilden dann an beiden Enden die Keimschläuche, welche in akropetaler Folge sich verzweigend mehr oder weniger reichliches Mycel erzeugen. Die Mycelzellen sind von sehr mächtig entwickelten Gallertscheiden umgeben.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0385-7

Die Anlage des Conidienbündels nimmt seinen Ursprung meistens aus einer einzigen Mycelzelle, die aber weder ihrer Lage noch ihrer Gestalt nach irgendwie bestimmt ist. Diese Mycelzelle erfährt zunächst eine Quertheilung in zwei Tochterzellen. Letztere bleiben entweder, was sehr häufig der Fall, ungetheilt und bilden so ein Primordium einfachster Art, oder sie wiederholen ihrerseits den Quertheilungsprocess und man erhält vielzellige Anlagen. Die durch Theilung hervorgegangenen Zellen treiben vertical zum Mycel Ausstülpungen. Durch eine Querwand gegen ihre Mycelzelle abgegrenzt, verlängern sich diese Ausstülpungen mittelst Spitzenwachsthum, um bald zu Hyphen von ziemlich ansehnlicher Länge heranzuwachsen, die an der Basis gewöhnlich kurze, weiter nach oben hin mehr gestreckte Zellen aufweisen. Anfangs hyalin, verdicken die Hyphen schon frühzeitig ihre sich bräunenden Membranen. Der junge Hyphencomplex ist meistens in ein förmliches Gallertbett eingehüllt.

Die dem Primordium angrenzenden Mycelzellen treiben meist kurze, in der Ebene des Mycels verlaufende Seitenhyphen, die man gewissermaassen als Rhizoiden betrachten kann, deren Hauptaufgabe in der Befestigung des Conidienbüschels am Substrat besteht. Die einzelnen Fäden und Zweige der Hyphenbüschel, die gewöhnlich in dem Maasse, als sie sich verlängern, eine divergirende Richtung nehmen, beginnen nach Erreichung einer gewissen Länge zu fructificiren.

Ihre Fructification wird dadurch eingeleitet, dass an ihrem Gipfel die Querwände in auffallend kurzen Abständen auftreten. So entstehen nahezu isodiametrische Zellen, deren Zahl gewöhnlich über acht bis zehn nicht hinausgeht. Nunmehr lassen sich in jeder fructificativen Hyphe zwei Theile unterscheiden, ein langer basaler, aus Langzellen aufgebauter, und ein kurzer terminaler Theil, welcher aus Kurzzellen besteht. Diese terminale Region liegt bemerkenswerther Weise bei allen Hyphen eines Bündels in gleicher Höhe. Hier nun tritt die Fructification ein und zwar in der Weise, dass aus den untern Kurzzellen kurze Seitenzweige in meist akropetaler Folge angelegt werden, die nach scharfer Umbiegung sich der Mutterhyphe eng anschmiegen, ja sogar mit ihr verwachsen können. Alle Zweige der terminalen Region zeigen die Tendenz möglichst bald die gleiche Höhe mit der Mutterhyphe zu erreichen. An den obern nicht zweigbildenden Zellen der letzteren tritt die Sporenbildung auf, meist lateral, aber auch terminal. Ebenso verhalten sich die gleichfalls kurz gegliederten Zweige und Aestchen. Die seitlichen Sporen ent-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0386-3

stehen dicht unterhalb der Scheidewände und wie die terminalen als winzige kugelige Ausstülpungen. Sie wachsen zu kleinen ellipsoidischen Körperchen heran, die sich von der Mutterzelle ablösen. Die Träger verdicken und bräunen allmählich ihre Membranen; die sehr plasmareichen, daher stark lichtbrechenden Enden der Hyphen und Zweige bleiben von diesen Vorgängen verschont (l. c. pag. 274).

Auf solche Weise entsteht der Conidienbüschel, wie er in Fig. 6 abgebildet ist. Diese Conidienbüschel kann man als Grundform betrachten, von der sich alle anderen Fruchtformen leicht ableiten lassen.

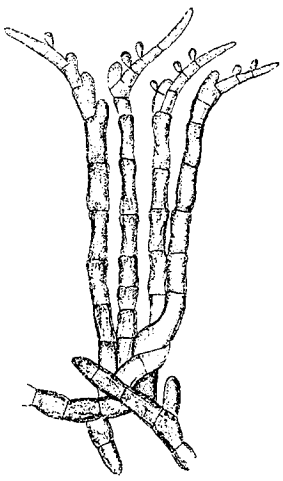


Fig. 6. Conidienträger von Fumago aus der Cultur in Pepton mit $^1/_2$proc. Knopscher Lösung (790/1).

Die folgende höher entwickelte Form stellt das Conidienbündel vor (Fig. 7). Die Conidienbündel unterscheiden sich von Conidienbüscheln hauptsächlich darin, dass die basalen, sterilen Theile der Fruchthyphen mit einander zu einem Bündel verwachsen sind; die fertilen Enden strahlen aus einander und erzeugen in der vorhin geschilderten Weise eine Masse von Conidien. (Zopf l. c. Tab. 5, Fig. 5, 6, 9, 11).

Noch complicirter gebaut sind die flaschenförmigen Conidienfrüchte. Sie entstehen in der Weise, dass die Hyphen der conidienbildenden Region zusammenwachsend eine Höhlung umgeben. Oberhalb der Höhlung schmiegen sich die Hyphen enger zusammen und bilden den Halstheil der Frucht. Die Conidien entstehen in der Höhlung aus fertilen Hyphentheilen und werden durch den Hals hinausgeleitet.

Die vollkommen ausgebildeten Früchte haben den Habitus einer Flasche mit mehr oder weniger langem Hals. An diese Conidien reihen sich die Pykniden an, welche einen anderen Entwickelungsgang haben, da sie echte Gewebefrüchte darstellen.

Einige Zellen des Mycels fangen an sich zu theilen. Durch die fortgesetzte Theilung wird ein parenchymatischer Körper gebildet, welcher weiter wächst, mehr oder wenig regelmässige Kugelform annimmt und innen einen Hohlraum aufweist.

Die Wandzellen des Hohlraumes schnüren zahlreiche Conidien ab, welche durch eine Oeffnung am Scheitel der Pykniden austreten (Zopf l. c. Taf. 6, Fig. 9—22).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0387-9

Ausser diesen complicirt gebauten Früchten besitzt Fumago andere einfache Früchte, welche auch von Conidienbündel abgeleitet werden können. Auf vielen Substraten bilden sich ausschliesslich einzelne Conidienträger, welche aus Conidienbüschel durch Verkümmerung von allen Fruchthyphen bis auf eine entstehen können.

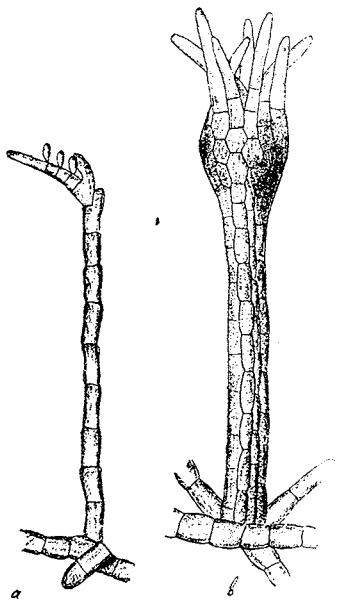


Fig. 7. a) Conidienträger von Fumago; b) Conidienbündel aus der Cultur in Pepton mit Rohrzucker (790/1).

Die Fig. 7 a stellt eine solche Fruchtform dar, welche wir als Conidienträger bezeichnen werden. Wenn der basale, sterile Theil der Conidienbündel mehr oder weniger verkümmert, kommen die sitzenden Früchte zu Stande. Die extreme Form besteht nur aus fertilen Enden der Fruchthyphen (Fig. 8 a). Diese Früchte sind von mächtiger Gallertscheide umgeben. Ich habe von diesen Fruchtformen in meinen Culturen alle mit Ausnahme der Pykniden und flaschenförmige Früchte bekommen. Ausserdem wurden in vielen Culturen (besonders auf Pepton 0,2 % mit 10 proc. Rohrzucker) ganz einfache Fruchtformen gefunden, welche von Zopf nicht beobachtet wurden, und welche insofern interessant sind, als sie einen Uebergang zur einfachsten Bildung der Conidien vorstellen.

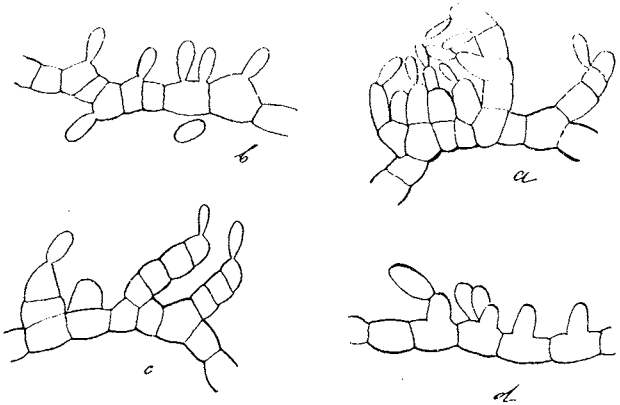


Fig. 8. a sitzende Frucht von Fumago, b, c, d Hefesprossung (790/1).

In diesem Falle bilden sich die Conidien, wie die Fig. 8 b, c, d zeigt, an Mycelfäden, die sich in nichts von vegetativem Mycel unterscheiden. An einigen Stellen des Mycels werden erst kleine Ausstülpungen sichtbar, welche rasch

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0388-5

zu Conidien anschwellen und vom Mutterzweig sich ablösen. Diese einfache Conidienbildung bei Fumago erinnert lebhaft an die Bildung der Dematiumconidien. Etwas weiter vorgeschritten sind die Fälle, wo das Mycel kurze zwei- bis dreizellige Aeste bildet, aus welchen apical und seitlich die Conidien aussprossen. Je mehr sich die Zweige einander nähern, desto mehr Aehnlichkeit bekommt die gebildete Form mit den vorhin beschriebenen sitzenden Früchten (Fig. 8 a).

Wenn wir alle diese Formen mit einander vergleichen, so ergibt sich daraus, dass Fumago eine ganze Reihe von mannigfaltig gebauten Früchten besitzt, die alle durch Uebergänge verbunden sind, und eine continuirliche Reihe von ganz einfach am Mycel aussprossenden Conidien bis zu complicirt gebauten Flaschenfrüchten und Pykniden darstellen.

Diese merkwürdige Polymorphie von Fumago lässt von vornherein vermuthen, dass die äusseren Lebensbedingungen grosse Bedeutung für das Auftreten dieser oder jener Fruchtform haben.

Die Versuche haben das bis zu einem gewissen Grade bestätigt, indem es geglückt ist, bei bestimmten Versuchsbedingungen nur bestimmte Fruchtformen zu bekommen.

Als besonders wichtig haben sich die chemische Zusammensetzung des Substrates und die Temperatur erwiesen.

Wir wollen der ausführlichen Besprechung der gewonnenen Resultate kurze tabellarische Zusammenfassungen der gemachten Versuche vorausschicken.

Gemmen.

No.	Zahl der Versuche	Zusammensetzung des Substrates	Bemerkungen
1	2	Destillirtes Wasser	Gemmenkette
2	2	Agar-Agar	Gemmen
3	2	Agar-Agar + 0,5% Knop'scher Lösung	Gemmenketten
4	2	Agar-Agar + 0,5% weinsaures Ammoniak	Gemmen
5	2	1% Knop'scher Lösung	Gemmenketten

Auf allen diesen Substraten entwickeln sich immer nur Gemmen. Auf Agar-Agar schwellen die ausgesäten Sporen bis zur mehrfachen Grösse an, ihre Membran verdickt sich und wird braun, worauf die Spore direct in den Dauerzustand übergeht. In Wasser und in Knop'scher Lösung keimen die Sporen in der Regel und die gebildeten mehr oder weniger langen Keimschläuche wandeln sich zu Gemmenketten um.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0389-3

Reine Mycelbildung.

No.	Zahl der Versuche	Zusammensetzung des Substrates	Bemerkungen
6	12	Peptonlösungen: 1%; 0,5%; 5%	Spärliches tief braunes Mycel.

In diesen Culturen zeigt Fumago ein merkwürdiges Verhalten. Die Conidien bilden hier ein wenig verzweigtes schwach entwickeltes Mycel. Die Membranen der Zellen sind braun. Besonders auffallend ist dieses Mycel wegen der in jeder Zelle anwesenden tiefbraunen oder schwarzen Ablagerungen, welche scheibenförmige Gestalt haben und meistens dicht an die Zellwandung angeschmiegt sind. Diese schwarzen Massen lösen sich in Alkohol und Aether nicht. Nur die Scheitelzellen der Mycelfäden entbehren dieser Bildungen, welche wahrscheinlich ein Produkt der Verarbeitung des Pepton darstellen.

Die Zellen, welche diese Ablagerungen besitzen, scheinen todt zu sein, sind es aber in Wirklichkeit nicht, da die aus Pepton in Traubensaft gebrachten Mycelstücke junge Fäden aus allen Zellen bilden.

Die Ablagerungen bleiben dabei ohne Veränderung.

Es ist nie die geringste Spur von Fructification zu beobachten. Das Mycel bleibt vollkommen steril. Man findet sogar nicht einmal Anlagen der Früchte. Die Gallertscheide ist sehr wenig entwickelt.

Mycel mit Conidienträgern und Büschel, aber ohne Conidien.

No.	Zahl der Versuche	Zusammensetzung des Substrates	Bemerkungen
7	2	Pepton 1% + 0,25 schwefelsaures Magnesium, 0,25% schwefelsaures Calcium + 0,25% Salpetersaures Kalium (ohne Phosporsäure)	Reichliches braunes Mycel mit Conidienträgern und Conidienbüscheln, welche doch steril bleiben, d. h. keine Conidien erzeugen.
8	2	Pepton 1% + 0,25 phosporsaures Kalium, 0,25% schwefelsaures Calcium, 0,25% salpetersaures Kalium (ohne Magnesium)	
9	2	Pepton 1% + 0,25 phosphorsaures Kalium, 0,25% schwefelsaures Magnesium + 0,25 salpetersaures Calcium (ohne Kalium)	

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0390-7

Die Fumagosporen erzeugen in diesen Flüssigkeiten ein viel üppigeres Mycel als in den vorher erwähnten Peptonculturen. Die schwarzen Ablagerungen trifft man verhältnissmässig selten.

Die Gallertscheiden sind auch unbedeutend.

Am Mycel erheben sich einzelne Conidienträger und Conidienbüschel, welche aber keine Conidien erzeugen.

Einzelne gestielte Conidienträger und Conidienbüschel mit Conidien.

No.	Zahl der Versuche	Zusammensetzung des Substrates	Bemerkungen
10	5	Pepton 1% + 0,5% Knop'scher Lösung	Ausschliesslich Conidienträger.
11	2	Pepton 1% + 0,1% Knop'scher Lösung	do.
12	1	Pepton 1% + 0,05% Knop'scher Lösung	do.
13	1	Pepton 1% + 0,01% Knop'scher Lösung	Wenige Conidienträger.
14	1	Pepton 1% + 2% Knop'scher Lösung	Conidienträger.
15	2	Pepton 5% + 0,2% Knop'scher Lösung	do.
16	3	Pepton 1% + 0,25% phosphorsaures Kali + 0,25% schwefelsaures Magnesium + 0,25 Gyps (ohne Salpetersäure)	Zahlreiche einzelne Conidienträger und Conidienbüschel.
17	3	Pepton 1% + 0,25 phosphorsaures Calcium 0,25 Chlormagnesium + 0,25% salpetersaures Kalium (ohne Schwefelsäure)	do.
18	2	Pepton 1% + 0,25% phosphorsaures Kalium + 0,25% schwefelsaures Magnesium, 0,25% salpetersaures Kalium (ohne Calcium)	do.
19	2	3% Gelatin	do.
20	3	Agar-Agar + 0,5% Pepton	do.
21	2	2% Asparaginlösung	Ausschliesslich einzelne Conidienträger.
22	1	Mistdecoct	do.
23	2	5% Glycerin	Schwaches Mycel, wenige Conidienträger.
24	2	5% Glycerin + 0,5% Knop'scher Lösung	Ueppiges Mycel mit zahlreichen Conidienträgern und Büscheln.
25	2	5% Traubenzucker	Einzelne Conidienträger
26	3	5% Milchzucker	
27	2	5% Maltose	

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0391-3

In allen diesen Culturen finden sich nur einzelne Conidienträger und Conidienbüschel. In Culturen Nr. 10—20 entwickelt sich das Mycel sehr üppig und producirt massenhaft fast ausschliesslich einzelne Conidienträger. Die Gallertscheiden sind wenig ausgebildet. Das untergetauchte Mycel bleibt steril.

Die Culturen Nr. 25—27 weisen ziemlich schwaches Mycel auf, welches fast ausschliesslich einzelne Conidienträger erzeugt. Die Gallertscheiden sind mächtig. Untergetauchtes Mycel producirt, wenn auch nicht so reichlich, die einzelnen Conidienträger.

Kleine sitzende Fruchtform.

No.	Zahl der Versuche	Zusammensetzung des Substrates	Bemerkungen
28	17	Rohrzuckerlösungen: 1% (2 Culturen), 2% (2 C), 5% (6%), 10% (1 Cult.), 50% (2 Cult.), 75% (2 Cult.)	Sitzende Früchte (die Culturen wurden bei Zimmertemperatur 8—15° C. gehalten).

Die Rohrzuckerlösungen von verschiedenen Concentrationen wirken ganz bestimmend auf das Wachsthum von Fumago, indem sie bei einer Temperatur von 8—15° C. immer die Bildung der kleinen sitzenden (Fig. 8a) Früchte hervorrufen. Die Mycelien sind dabei in mächtigen Gallertscheiden eingehüllt. Untergetauchtes Mycel erzeugt auch massenhaft die sitzenden Früchte. Bei 75% Rohrzucker bildet sich aus Fumago-Sporen spärliches steriles farbloses Mycel. Das Maximum der Concentration des Rohrzuckers liegt für die Conidienbildung bei 60%.

Die Culturen im Thermostat bei 25° C.

Aus diesen Culturen sind nur die Culturen auf Rohrzuckerlösungen bemerkenswerth, indem Fumago bei 25% C. auch hier langgestielte Conidienträger und Conidienbüschel bildet.

Die Culturen bei circa 12° C. (im Brunnen).

Die Culturen von Fumago auf 5 proc. Lösungen von Milch- und Traubenzucker erzeugen auch bei 12° langgestielte Früchte.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0392-9

Diie Culturen, in welchen die verschiedenen Formen nebeneinander beobachtet wurden.

No.	Zahl der Versuche	Zusammensetzung des Substrates	Bemerkungen
29	3	Pepton 5% + 1% Rohrzucker	Ausschliesslich langgestielte Conidienträger, daneben auch wenige sitzende Früchte, untergetaucht sitzende Früchte.
30	3	Pepton 0,05% + 10% Rohrzucker	Sitzende Früchte und Conidienbündel, untergetaucht, sitzende Früchte.
31	3	Pepton 1% + Rohrzucker 1% + 0,5% Knop'scher Lösung	Vorwiegend Bündelfrüchte, auch sitzende. Sehr üppipes Wachsthum.
32	2	Pepton 5% + Rohrzucker 10%	Alle drei Fruchtformen, untergetaucht vorwiegend sitzende Früchte. Man trifft auch die einfachen Fruchtformen. Ueppiges Wachsthum.
33	4	Pepton 1% + Rohrzucker 1%	Ausschliesslich Bündelfrüchte.
34	3	Pepton 0,2% + Rohrzucker 10%	Conidienbüschel, Conidienbündel und sitzende Früchte. Auch alle Uebergangsstufen zur einfachen Conidienaussprossung.
35	2	Pepton 0,2%, Gelatine 3% + Rohrzucker 10%	Auch starke Verflüssigung von Gelatine.
36		Rohrzucker 5% + Knop'scher Lösung 0,5%	Sitzende und Bündelfrüchte. Ueppiges Wachsthum.

Wie aus den mitgetheilten Versuchen ersichtlich ist, ist die chemische Zusammensetzung des Nährsubstrates einer der wichtigsten unter den auf den Entwickelungsgang von Fumago einwirkenden äusseren Factoren. In erster Linie ist sehr auffallend das Verhalten von Fumago in Peptonlösungen. Wie die Culturen Nr. 6 zeigen,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0393-5

bleibt in diesem Falle das Mycel von Fumago vollkommen steril. Einige Culturen wurden während eines Monats stehen gelassen und nach dieser Zeit sorgfältig untersucht. Auch dann konnte man keinen einzigen Conidienträger finden. Die Culturen Nr. 10—18 geben uns die Erklärung dieser merkwürdigen Thatsache. Das Pepton, das für manche andere Pilze einen sehr guten Nährstoff darstellt, enthält zu wenig anorganische Nährsalze, um die Conidienbildung von Fumago zu unterhalten. Bei Zusatz von 0,5proc. Knop'scher Lösung verläuft die Entwickelung wesentlich anders. Das Mycel wächst viel üppiger und bildet zahlreiche Früchte und zwar immer einzelne Conidienträger. Die Vergrösserung des Zusatzes von Knop'scher Lösung bis zu 2% hat keine andere Folge.

Ebenso zeigen die Versuche Nr. 11—13, dass 0,1% oder 0,05% von Knop'scher Lösung schon im Stande sind, die Conidienbildung hervorzurufen, ja sogar bei Zusatz von nur 0,01 proc. Knop'scher Lösung konnte man das Erscheinen von einigen Conidienträgern constatiren. Pepton ist folglich sehr wohl im Stande Fumago zu ernähren, unter der Voraussetzung, dass es genügend anorganische Salze enthält.

Nachdem die Ursache des Sterilbleibens des Mycels in Pepton aufgeklärt war, lag es nahe zu bestimmen, welche anorganische Verbindungen dabei eine Rolle spielen.

Es handelte sich um Kalium, Magnesium, Calcium, Schwefel-Salpeter- und Phosphorsäure.

Die Versuche, die oben unter der Nr. 7, 8, 9 angeführt sind, und welche so angestellt wurden, dass die Culturflüssigkeiten ausser 1% Pepton noch alle die oben erwähnten Verbindungen mit Ausnahme von einer enthielten, haben zu folgenden Resultaten geführt.

Calcium, Salpeter- und Schwefelsäure haben sich für die Bildung der Conidien unnöthig erwiesen, indem die zahlreichen Conidien sich in Peptonlösungen bildeten, welche die betreffenden Verbindungen nicht besassen. Die Unentbehrlichkeit von Kalium, Magnesium und Phosphorsäure für die Conidienbildung folgt zur Genüge klar daraus, dass in Peptonlösungen die eine dieser Verbindungen nicht besitzen, die Entwickelung nur bis zur Bildung der Conidienträger geht.

Die Unabhängigkeit der Conidienbildung von Abwesenheit von Calcium, Schwefel und Salpetersäure, welche Stoffe für die Pilzentwickelung im Allgemeinen[1]) nothwendig sind, erklärt sich aus der

1) Nach den neuen Untersuchungen von Molisch (Die mineralische Nahrung der niederen Pilze. Sitzungsberichte d. k. k. Akad. Wien 1894) und Benecke (Ein Beitrag zur mineralischen Nahrung der Pflanzen. Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. 1894) brauchen die Pilze für ihre Ernährung gleiche anorganische Salze, wie die grüne Pflanze.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0394-1

Thatsache, dass Pepton Stickstoff- und Schwefelverbindungen in genügender Menge enthält. Der Bedarf der Pilze an Calcium ist sehr gering, so dass die Spuren von Calcium, die sich immer in destillirtem Wasser finden, schon genügend sind. Diese Versuche erlauben uns auch, die Thatsache festzustellen, dass die Conidien von Fumago in sich grössere Mengen von Magnesium. Phosphor und Kalium aufspeichern und in dieser Beziehung sich analog den Samen der höheren Pflanzen verhalten.

Die günstige Einwirkung anorganischer Salze auf die Conidienbildung geht auch aus der Vergleichung der Culturen von 5% Glycerin und 5% Glycerin mit 0,5% Knop'scher Lösung hervor.

In erster Cultur entwickeln sich nur wenige einzelne Conidienträger und Conidienbüschel; die zweite Cultur ist buchstäblich mit Conidienträgern bedeckt. Die Bildung der Conidien auf Kohlenhydraten ohne Beimengung von Knop'scher Lösung spricht gar nicht gegen die Unentbehrlichkeit anorganischer Salze, da die Kohlenhydrate (Zuckerarten) immer ziemlich viel Aschenbestandtheile haben.

Weiter haben wir gesehen, dass die einzelnen langgestielten Conidienträger und Conidienbüschel auch auf Mistdecoct und Gelatine sich bilden.

Da Gelatine hauptsächlich aus den mit Pepton nahe verwandten Glutin und aus anorganischen Salzen besteht, so kann man allgemein sagen, dass die stickstoffhaltigen Nährsubstrate mit geringen Mengen von anorganischen Salzen genügen, die langgestielten Conidienträger hervorzurufen.

Damit ist selbstverständlich nicht gemeint, dass die andern Substanzen solche Wirkung nicht besitzen können. Die Versuche mit verschiedenen Kohlenhydraten haben gezeigt, dass die einzelnen Conidienträger und Conidienbüschel auch in Maltose, Trauben- und Milchzucker und Glycerin sich bilden.

Anders verhält sich der Pilz in Rohrzuckerlösungen von verschiedenen Concentrationen bei einer Temperatur von 8—15° C. Hier bilden sich nur kleine sitzende Früchte.

Bei 25° C. producirt Fumago auch in Rohrzucker Conidienbüschel und Conidienbündel.

Die Bildung der sitzenden Früchte ist also zugleich an niedrige Temperatur gebunden.

Man könnte denken, dass die anderen Zuckerarten bei niedriger Temperatur auch sitzende Früchte bilden würden, aber die Versuche mit Milch- und Traubenzucker bei ca. 12° C. haben diese Vermuthung nicht bestätigt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0395-7

Die Verwandlung des Rohrzuckers bei 25° C. in Invertzucker kann man vielleicht als Ursache betrachten, dass bei 25° C. Rohrzucker anders auf das Wachsthum von Fumago wirkt, als bei 13° C.

Es sei hier noch besonders hervorgehoben, dass Fumago in gewissen Nährlösungen untergetaucht auch Früchte bildet. Er unterscheidet sich darin wesentlich von anderen Schimmelpilzen, die untergetaucht meistens nur steriles Mycel bilden. Diese Eigenschaft scheint durch die chemische Zusammensetzung des Substrates bedingt zu sein.

Die Ausbildung dieser Früchte war nur in Zuckerlösungen (Rohr-, Milch-, Traubenzucker und Maltose) und Nährsubstraten, welche Rohrzucker enthalten, zu constatiren.

Die Versuche, die in der letzten Tabelle zusammengefasst sind, wurden angestellt, um zu untersuchen, wie sich die Sache verhält bei Anwendung von Gemischen aus Rohrzucker und Pepton.

Diese stellen selbstverständlich viel günstigere Nährböden vor als die Substanzen einzeln. Die Entwickelung von Fumago ist viel üppiger. Die einzelnen Conidienträger sind selten; sie machen den Conidienbüscheln und Conidienbündeln Platz. Ausser diesen Conidienbüscheln und Bündeln entwickeln sich auch zahlreiche sitzende Früchte. Die Zusammensetzung von viel Pepton und wenig Rohrzucker, z. B. 5% Pepton und 1% Rohrzucker, ruft im Allgemeinen fast ausschliesslich einzelne Conidienträger hervor.

Viel Rohrzucker und wenig Pepton (10% Rohrzucker + 0,5% Pepton) induciren die Entwickelung von sitzenden Früchten und Conidienbündeln.

Aus den gemischten Culturen verdienen besondere Erwähnung nur die Culturen auf 10% Rohrzucker mit 0,2% Pepton und 10% Rohrzucker mit 30% Gelatine und mit 0,2% Pepton, weil diese ausschliesslich ganz einfach gebaute Formen aufweisen: entweder die schon beschriebene directe Aussprossung der Conidien von Hyphen, oder zwei- bis dreizellige aufrechte Hyphenzweige mit Conidien. Einige, sehr wenige Flaschenfrüchte wurden von mir bei sehr guter Ernährung auf Brod mit concentrirtem Traubensaft beobachtet.

Das Maximum der Temperatur für die Entwickelung von Fumago liegt oberhalb 27° C. Bei 30° C. sind die Fumagoconidien nicht mehr im Stande auszukeimen.

Die Hauptergebnisse der vorliegenden Arbeit kurz zusammengefasst sind folgende:

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0396-3

1. Cladosporium, Hormodendron und Dematium sind drei vollständig selbständige in keinem genetischen Zusammenhang mit einander stehende Pilze.
2. Dematium reagirt sehr deutlich auf die Einwirkungen der äussern Bedingungen. Es bildet unter gewöhnlichen Verhältnissen meistens Hefezellen. In stark concentrirten Lösungen von Rohr- und Traubenzucker tritt statt der Hefebildung nur ein steriles Mycel auf. Gleiche Wirkung hat die Verminderung des Sauerstoffdruckes. Bei 30° C. erzeugt Dematium nur Zellkörper.
3. Dematium lässt sich an höhere Temperatur angewöhnen, indem man durch lange Zeit fortgesetzte Culturen bei 30° C. schliesslich eine Hefe bekommt, welche auch bei 30° C. Hefe bilden.
4. Fumago stellt einen sehr polymorphen Pilz vor. Er besitzt mannigfaltig gestaltete Fructificationsorgane, die eine continuirliche von einfacher Conidienaussprossung bis zur Bildung von complicirten Früchten aufsteigende Reihe darstellen.
5. Die Hefe und aus der Hefe hervorgehende Formen, welche Zopf beschrieben hat, gehören sehr wahrscheinlich nicht zu Fumago.
6. Pepton mit anorganischen Salzen, Gelatine, Asparagin, Glycerin, Milch- und Traubenzucker und Maltose rufen die Bildung der gestielten Conidienträger und Conidienbüschel hervor.
7. Auf Rohrzucker bei 8—13° C. bilden sich nur sitzende Früchte, bei 25° C. langgestielte und Conidienbündel.
8. Cladosporium und Hormodendron bilden untergetaucht keine Conidien; Fumago erzeugt untergetaucht die Conidien nur dann, wenn die Nährflüssigkeit (Milch-, Trauben-, Rohr-) Zucker enthält.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05161-0397-9

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: 81

Autor(en)/Author(s): Schostakowitsch Wl.

Artikel/Article: Ueber die Bedingungen der Conidienbildung bei Russthaupilzen. 362-393