Einige Versuche über die Abhängigkeit des Mucor proliferus von den äusseren Bedingungen.

Von

Dr. W. Schostakowitsch.

Hierzu Tafel IV.

Die Beziehungen zwischen der Form der Organismen und der äusseren Lebensbedingungen sind bis heute sehr wenig untersucht

Wir stehen noch fern von der Aufstellung irgend welcher Gesetze über diesen Zusammenhang.

Jede Erweiterung unserer Kenntnisse in dieser Richtung hat einen gewissen Werth und darum erlaube ich mir die Resultate einiger Versuche, welche ich mit Mucor proliferus angestellt habe, zu veröffentlichen.

Bei dieser Untersuchung habe ich alle Culturgefässe mit Nährstoffen sorgfältig sterilisirt.

In allen zweifelhaften Fällen wurden immer Controlversuche gemacht.

So z. B., wenn unter gewissen Bedingungen ein abnorm aussehender Mucor entstand, wiederholte ich mehrmals dieselbe Cultur. Ausserdem wurden die Sporen einer entstandenen Form unter den normalen Bedingungen cultivirt, um die Ueberzeugung zu bekommen, dass es keine zufällig in das Culturgefäss gerathene Mucorart, sondern wirklich eine durch Culturbedingungen geänderte Form von Mucor proliferus ist.

Die typische Form des M. proliferus[1]) entwickelt sich auf Brod und Pferdemist bei Zimmertemperatur (12—18° C.).

Die aufrechten Sporangienträger dieser Form bilden einen grauen dichten Rasen und erreichen bis 7 cm in der Höhe. Anfangs unverzweigte werden mit dem Alter septirt und verzweigt.

Die Zweige sind dünner als der Hauptstamm und in der Regel auch verzweigt. Die Zweiganordnung ist traubig.

Alle Zweige sind mit einem Sporangium abgeschlossen. Die Hauptsporangien, d. h. die, welche am Hauptstamme sitzen, unterscheiden sich von den Nebensporangien (Zweigsporangien).

Sie haben kugelige Form und erreichen im Durchmesser 450 μ, gelegentlich sogar $^1/_2$ mm.

---

1) Die Beschreibung des M. proliferus ist in Berichten d. deutsch. bot. Gesellsch. Jahrgang 1896, Bd. XIV.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0092-3

Ihre Wand ist zerfliesslich, undurchsichtig, stark incrustirt, zuweilen mit Basalkragen.

Die Columella ist sehr gross, 180—300 μ lang, 150—180 μ breit, meist birnförmig, selten cylindrisch, mit farblosem Inhalte. Die Sporen sind sehr gleichmässig, durchschnittlich 17,5 μ lang und 7,5 μ breit.

Die Nebensporangien weichen von den Hauptsporangien zunächst durch ihre Grösse ab. Sie haben im Durchmesser 20—200 μ. Ihre Wand ist schwärzlich, durchsichtig, unzerfliesslich; die Columella sehr variabel nach Grösse und Form. Sie kann cylindrisch, conisch und knopfförmig sein. Die Sporen sind den Sporen der Hauptsporangien gleich, nur etwas kleiner.

Der Hauptunterschied dieser Mucorart von allen andern besteht in der Fähigkeit zur Durchwachsung.

In alten Culturen trifft man sicher eine Anzahl Columellen, welche durchgewachsen sind.

Die Durchwachsung äussert sich darin, dass die Columella in ein steriles oder Sporangien erzeugendes Mycel (Fig. 5) auswächst.

Noch zahlreicher sind die Fälle der inneren Durchwachsung der Sporangienträger.

Bei dieser Erscheinung wachsen die Querwände der Sporangienträgerzellen in ein mehr oder weniger reichliches Mycel aus, welches innerhalb des Sporangienträgers von Zelle zu Zelle kriecht.

Das Mycel kommt durch die Wand des Sporangienträgers oder durch die Columella ins Freie und bildet hier oft Sporangien, welche gleiche Eigenschaften mit den Nebensporangien haben.

Die Abbildungen (Fig. 1, 2, 3, 13) können eine bessere Vorstellung von Mucor proliferus geben.

I. Einfluss der chemischen Zusammensetzung des Nährsubstrates.

Ich habe die Versuche mit folgenden Stoffen von genau bekannter chemischer Zusammensetzung angestellt.

1. Eiweissstoffe: Pepton, Hühnereiweiss; 2. Zuckerarten: Trauben-, Rohr- und Milchzucker, Maltose; 3. Glycerin; 4. Asparagin. Da es sich bei diesen Versuchen herausstellte, dass die chemische Natur des Substrates einen sehr grossen Einfluss auf Mucor ausübt, so wurden auch die Wirkungen verschiedener Stoffe mit nicht genau bekannter Zusammensetzung untersucht. So z. B. Kartoffel, Zwiebel, Citrone, Rübe etc.

Eiweissstoffe. Auf verschiedenen Peptonlösungen wächst M. proliferus normal. Der einzige Unterschied besteht in der Höhe der

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0093-9

Sporangienträger, welche 3—7 cm nicht überschreiten, und in der rothen Färbung des Columellainhaltes. Dieselbe, d. h. die rothe Färbung der Columella, beobachtet man oft in den Culturen auf Pferdemist.

Es scheint, dass diese Farbe mit der Anwesenheit grosser Mengen eiweisshaltiger Stoffe im Nährsubstrate verbunden ist.

Zuckerarten. In 0,625 % Traubenzucker entwickelt sich nur ein schwaches Mycel. Die Concentration der Lösung in 1,23 % ist schon ausreichend für die volle Entwickelung des M. proliferus.

Die Culturen auf dieser Lösung unterscheiden sich von normalen Culturen dadurch, dass M. proliferus dabei keine dichten Rasen bildet.

Die Sporangienträger entstehen sehr vereinzelt und erreichen durchschnittlich $1^1/_2$ cm in der Höhe.

Der Unterschied zwischen Haupt- und Nebensporangien wird vollkommen verwischt; alle Sporangien nehmen die Eigenschaften der Nebensporangien an.

Der Rohrzucker allein ist nicht im Stande, die Entwickelung des M. proliferus hervorzurufen und zu unterhalten.

In den zahlreichen Culturen auf Rohrzuckerlösungen verschiedener Concentration blieben die Sporen manche Tage vollkommen unverändert.

Der Zusatz von $Ca(NO_3)_2$, $MgSO_4$, K_2HPO_4, $NH_4(NO_3)_2$ (zusammen 1 %) veränderte die Sache.

Jetzt bildete sich ein kräftiges Mycel mit Sporangien und reifen Sporen.

Hier unterscheidet sich M. proliferus von der typischen Form durch niedrigen Wuchs (1 cm), vereinzelt stehende Sporangienträger, durch Gleichartigkeit der Sporangien (alle sind den Nebensporangien gleich) und besonders durch Sporen, welche mehr abgerundet sind.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass M. proliferus für volle Entwickelung gewisse Mineralsalze braucht. Um zu erfahren, ob alle Elemente, aus welchen die oben angeführten Salze zusammengesetzt, unentbehrlich sind, habe ich Culturversuche mit folgenden Flüssigkeiten angestellt:

1. Rohrzucker 10 % und 1 % von K_2HPO_4, $CaSO_4$, KNO_3; 2. 10 % Rohrzucker und 1 % $Mg(NO_3)_2$, K_2HPO_4, $CaNO_3$; 3. 10 % Rohrzucker und 1 % $Mg(NO_3)_2$, $MgSO_4$, K_2HPO_4; 4. 10 % Rohrzucker und 1 % $MgSO_4$, K_2HPO_4, $CaSO_4$; 5. 10 % Rohrzucker und 1 % $Mg(NO_3)_2$, $CaSO_4$, KNO_3 und 6. 10 % Rohrzucker und 1 % $MgSO_4$, $Mg(NO_3)_2$, Na_2HPO_4, $Ca(NO_3)_2$.

In der ersten Auflösung fehlte Mg, in der zweiten S, in der dritten Ca, in der vierten N, in der fünften P und in der sechsten K.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0094-5

Nur in der fünften und sechsten Cultur erfolgte keine Entwickelung.

Ich schliesse daraus, dass P und K für Mucorernährung unentbehrlich sind.

Da ich von der chemischen Reinheit der zu diesen Versuchen gebrauchten Mineralsalze nicht überzeugt bin, so scheint es mir besser, keine weitere Schlussfolge aus diesen Versuchen zu ziehen.

Milchzucker und Maltose sind für Mucor untauglich.

Asparagin. Asparagin allein ruft keine Entwickelung von M. proliferus hervor.

Auf 3% Asparagin und 1% Mineralsalze (dieselben wie bei Rohrzucker) entwickelt sich der Pilz normal. Er hat nur geringere Dimensionen.

Glycerin. Die Sporen des M. proliferus blieben in Glycerinlösung vollkommen intact. Bei Zusatz von 1% Lösung von oben erwähnten Mineralsalzen entwickelt sich reichliches Mycel, aber keine Sporangien.

Das Mycel unterscheidet sich von den typischen durch seine Verzweigung, welche büschelig ist und durch die Bildung, besonders an Zweigenden, der mehr oder weniger dicken Anschwellungen.

Die Wände dieser Anschwellungen zersprangen und der Inhalt trat aus dem entstandenen Risse heraus.

Asparagin, Glycerin und Mineralsalze. Die Culturen des M. proliferus in der Lösung von 10% Glycerin, 3% Asparagin und 1% Mineralsalze ($Ca(NO_3)_2$, $MgSO_4$, K_2HPO_4, $NH_4(NO_3)_2$ stellen viele Eigenthümlichkeiten dar. Abgesehen davon, dass die Sporangienträger hier viel niedriger (2 cm) und alle Sporangien gleichartig sind, zeichnen sich besonders die Sporen durch ihre Veränderungen aus. Sie nehmen vollkommen runde Form und verschiedene Grösse (von 7—14 μ im Durchmesser) an. Ausserdem bekommen die Sporen ganz neue Eigenschaften, welche man als Viviparie bezeichnen kann.

Die Sporen wachsen durch, indem sie noch in der Sporangiumwand geschlossen sind.

Sie schwellen dabei sehr bedeutend an, nehmen unregelmässige Gestalten (Fig. 8, 9) an und bilden ein sehr dünnes Mycel, welches, zu einem dichten Knäuel durchgeflochten, das ganze Sporangium ausfüllt.

Das Mycel bleibt gewöhnlich im Sporangium eingeschlossen; nur die Sporangienträger brechen die Sporangiumhülle durch und bilden winzige Sporangien mit knopfförmiger Columella und wenigen Sporen.

Die Vergleichung der Culturen auf Asparagin und Mineralsalzen mit den letzten Culturen zeigt uns, dass die abweichenden Eigen-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0095-1

schaften der Sporen in den letzten Culturen durch den Zusatz von Glycerin hervorgerufen worden sind.

Zwiebel. Zwetschgen. Aus den Kulturen auf verschiedenen Substraten mit nicht näher bekannter chemischer Zusammensetzung verdienen nur die Kulturen auf Zwiebel und Zwetschgenfleisch der Erwähnung.

Auf Zwiebel erleiden die Sporen die Hauptveränderungen. Sie sind jetzt ausserordentlich variabel in ihrer Form und Grösse. (Fig. 16.) Neben den runden, ovalen, langgestreckten kann man auch bisquitförmige und unregelmässige Sporen treffen.

Einige Sporen haben ein solches Aussehen, als ob die Differenzirung des Sporangiuminhaltes nicht bis zum Ende gekommen und aus dem Plasma für zwei bis drei Sporen nur eine Spore herausgebildet worden wäre.

Die Grösse der Sporen verändert sich von 3 μ im Durchmesser bei kugeligen bis 65 μ in der Länge bei gestreckten Sporen.

Andere Abweichungen des M. proliferus bestehen auf diesem Substrate in viel niedrigerem Wuchs der Sporangienträger und in dem Ausbleiben der Unterschiede zwischen Haupt- und Nebensporangien, indem alle Sporangien die Eigenschaften der Nebensporangien annehmen.

Das Verhalten des M. proliferus gegen gekochtes Zwetschgenfleisch ist noch interessanter.

Hier verändern sich sämmtliche Theile des Pilzes so stark, dass die entstandene Form keine Aehnlichkeit mehr mit der normalen Form hat

Mucor proliferus bildet auf diesem Substrate ein reichliches Luftmycel, welches niedrige ($^1/_2$ mm), zertreute Sporangienträger mit gelben Sporangien beinahe verdeckt.

Die Sporangienträger haben in der Regel einen Seitenzweig oder sind seltener unverzweigt.

Die Hauptsporangienträger sind unter dem Sporangium stark angeschwollen, so dass sie einigermassen an Pilobolussporangienträger erinnern. (Fig. 4, 5, 11.)

Alle Sporangien sind gleichartig und haben durchschnittlich 200 μ im Durchmesser.

Sie sitzen oft nicht am apicalen Ende des Sporangienträgers, sondern sind stark zur Seite geschoben. (Fig. 6, 7.)

Ihre Wand ist schwach incrustirt, wenig zerfliesslich, die Columella verkehrt eiförmig, cylindrisch oder conisch.

Die Sporen sind grösstentheils rund oder unregelmässig, verschieden gross, schwach conturirt, mit feinkörnigem Inhalte. (Fig. 14.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0096-7

II. Einfluss der Temperatur.

Die Kulturen von M. proliferus auf Brod wurden im Thermostat bei 20—25° C. gehalten.

Es hat sich herausgestellt, dass Brod kein guter Nährstoff für solche Versuche ist, da es sehr rasch in Fäulniss übergeht.

Bei weiteren Versuchen gebrauchte ich ein Gemisch von Weintraubensaft, Pepton, Traubenzucker und 3% Agar-Agar.

Aus den zahlreichen Kulturen hat sich ergeben, dass das Optimum der Temperatur für die volle Entwickelung von M. proliferus bei 25° C. liegt.

Wenigstens bei dieser Temperatur entwickelt sich Mucor am raschesten und bildet üppige Rasen.

Das Maximum der Temperatur für die volle Mucorentwickelung liegt bei 30° C.; bei 32° C. hört jede Entwickelung auf.

Mucorkulturen bei 30° C. haben ein ganz eigenthümliches Aussehen.

Die Oberfläche des Nährsubstrates scheint dem unbewaffneten Auge mit kurzen braunrothen Haaren wie mit einem Filz bedeckt.

Eine nähere mikroskopische Untersuchung lernt uns, dass diese braunen Haare nichts anderes sind, als vollkommen umgestaltete Sporangienträger.

Diese Sporangienträger erreichen bis $^1/_2$ mm in der Höhe, sind reichlich, unregelmässig baumartig verzweigt. Sie sind der ganzen Länge nach nicht gleich dick, sondern haben in vielen Stellen kugelförmige Anschwellungen, welche eine Art von Verzweigungscentrum sind, weil aus ihnen gewöhnlich zwei bis drei Zweige aussprossen.

Diese Anschwellungen sind nichts anderes als ungeformte Sporangien.

Ihre Wände sind mit grossen Kalkkrystallen incrustirt. Zuweilen wird sogar die Columella angelegt.

In dieses Stadium der Entwickelung gelangend, bilden die Sporangien keine Sporen, sondern durchwachsen und erzeugen zwei bis drei Zweige. Dieser Process wiederholt sich und auf solche Weise entstehen jene sonderbaren Verzweigungen, welche auf Figur 12 abgebildet sind.

Nur wenige Sporangien bilden die Sporen.

Die Sporangien sind durchschnittlich 200 μ gross, mit unzerfliesslicher Wand.

Die grössten Veränderungen erleiden wieder die Sporen. Sie sind grösstentheils kugelig, einige unregelmässig und verschieden gross: von 7—14 μ im Durchmesser. (Fig. 15.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0097-3

Bei 32° C. bildet Mucor proliferus nur Mycel mit den beschriebenen baumartig verzweigten Sporangien.

Die Sporenbildung tritt nicht ein.

Wenn wir die Resultate dieser Versuche kurz zusammenfassen, so ergibt sich folgendes:

1. Das Maximum der Temperatur für die Entwickelung des Mycel von M. proliferus liegt einige Grade höher als das Maximum für die Sporenbildung.

2. Die Sporen sind für die Einwirkung der höheren Temperatur am meisten empfindlich. Sie werden nicht mehr gebildet bei der Temperatur, bei welcher alle anderen Theile des Sporangiums noch entstehen.

3. Unter dem Einfluss der hohen Temperatur verändern sich:
   a) die Sporangienträger, welche baumartig verzweigt werden;
   b) die Sporangienwand, welche unzerfliesslich wird;
   c) die Sporen, welche kugelig und verschieden gross werden.

III. Einfluss der Concentration der Nährlösung.

Um den Einfluss der Concentration der Nährlösung zu studiren, wurden die Culturen auf 10—80 % Traubenzucker, 10—80 % Rohrzucker mit Mineralsalzen und auf Apfelauszug mit 0,6 %, 1,2 %, 3 %, 6,2 %, 12,5 %, 25 % KNO_3 angestellt.

Maximum der Concentration der beiden Zuckerarten, bei welcher M. proliferus sich entwickelt, ist 70 %.

Dabei ist es nicht ohne Interesse, dass das Maximum für die Mycelbildung und für die volle Entwickelung ein und dasselbe ist.

Zu den Veränderungen, welche durch den chemischen Einfluss des Substrates hervorgerufen wurden, kommen noch folgende dazu:

Die Sporen auf den Kulturen in 30—70 % Trauben- und Rohrzucker nehmen kugelige Form an mit dem Durchmesser von 7—10 μ.

In der 70 proc. Auflösung des Traubenzuckers werden die Sporangienträger nur auf dem Gipfel gabelig verzweigt. Die Columella nimmt kugelige Form und solche Grösse an, dass sie oft das ganze Sporangium ausfüllt, so dass das Sporenlager einschichtig wird, oder es bilden sich sogar die Sporen nur an einigen Stellen des Sporangiums. (Fig. 10.)

In dem Apfelauszug mit 25 %, 12,5 % KNO_3 erfolgt keine Entwickelung von M. proliferus.

Beim Zusatz von 6,2 % KNO_3 bildet sich nur ein steriles Mycel; dabei vergrössern sich die Sporen sehr stark.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0098-9

Bei 3% KNO_3 entwickelt der M. proliferus Sporangien mit kugeligen Sporen. Sonst haben die Culturen die Eigenschaften, wie Mucor auf Traubenzucker.

Der Zusatz von KNO_3 wirkt noch auf die Sporangienträger: man kann sehr viele derselben mit der Anschwellung unter den Sporangien treffen. (Fig. 17, 18.)

Es ist interessant, dass die starke Concentration der drei unteruntersuchten Stoffe eine ähnliche Wirkung auf die Sporen ausübt. Unter ihrem Einfluss nehmen die Sporen eine kugelige Form an.

Die beschriebenen Versuche geben genügende Beweise der Abhängigkeit der Form des M. proliferus von den Bedingungen, unter welchen der Pilz sich bei seiner Entwickelung und am Leben befindet.

Die Versuche zeigen, dass die Form jedes Theiles an gewisse äussere Lebensbedingungen festgebunden ist und als Resultat ihrer physikalischen und chemischen Wirkungen erscheint.

Es ist leicht zu bemerken, dass die verschiedenen Organe des M. proliferus nicht gleich veränderlich sind.

Die Sporen reagiren am besten auf die äusseren Einflüsse. Die Erhöhung der Temperatur oder die Concentration der Nährlösung, die Wirkung vieler Stoffe sind schon ausreichend, um das Aussehen der Sporen vollkommen zu verändern.

Versuchen wir kurz alles zusammenzufassen, was diese Untersuchung uns über die Veränderlichkeit des M. proliferus gibt.

Die Höhe der Sporangienträger schwankt zwischen $^1/_2$ mm und 7 cm, d. h. zwischen 1 und 1%.

Unter gewissen Umständen erhalten die Sporangienträger subsporangiale Anschwellungen, wie bei Pilobolus.

Die Sporangien können einerlei oder zweierlei Art sein. Die Sporangienwand kann ihre Zerfliesslichkeit einbüssen.

Die Columella kann sich aus birnförmiger in kugelige Form umgestalten. Die Sporen variiren in ihrer Form und Grösse. Mit einem Worte — alles kann verändert werden.

Noch mehr! Die äusseren Bedingungen sind im Stande, nicht nur die Form des M. proliferus zu ändern, sie können auch dem Pilze ganz neue Eigenschaften verleihen.

So z. B. äussert sich die chemische Einwirkung des Substrates aus Glycerin, Asparagin und Mineralsalze unter Anderem darin, dass die Sporen eine neue Eigenschaft — Viviparie — erwerben.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0099-6

Zum Schlusse möchte ich noch bemerken, dass man die Form, welche M. proliferus auf Zwetschgen annimmt, (wie mir scheint) als einen Beweis des phylogenetischen Zusammenhanges zwischen Mucor und Pilobolus betrachten kann.

Irkutsk, den 27. März 1897.

Erklärung der Abbildungen.

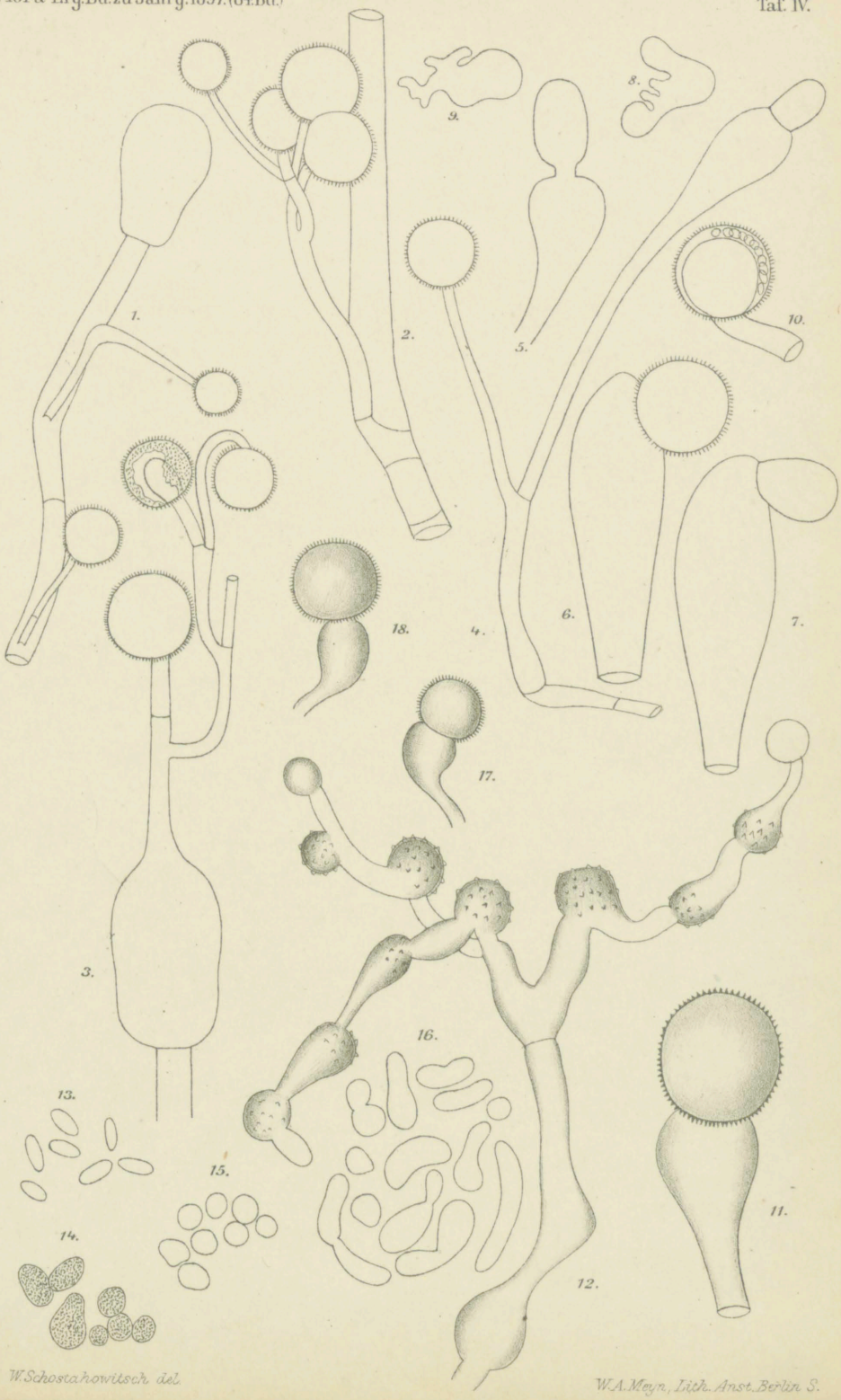
Fig. 1 150/1 Der obere Theil des Sporangienträgers (normale Form).
Fig. 2 150/1 Ein Zweig (normale Form).
Fig. 3 150/1 Durchgewachsene Columella.
Fig. 4 150/1 Ein Sporangienträger aus der Cultur auf Zwetschgen.
Fig. 5, 6, 7, 11 150/1 Sporangienträger (obere Theile) aus der Cultur auf Zwetschgen.
Fig. 8, 9 250/1 Durchwachsende Sporen aus der Cultur auf Glycerin, Asparagin und Mineralsalzen.
Fig. 10 250/1 Ein Sporangium aus der Cultur in 70% Traubenzucker.
Fig. 12 150/1 Ein Sporangienträger aus der Cultur bei 30° C.
Fig. 13 250/1 Sporen (normale Form).
Fig. 14 250/1 Sporen aus der Cultur auf Zwetschgen.
Fig. 15 250/1 Sporen aus der Cultur bei 30° C.
Fig. 16 250/1 Sporen aus der Cultur auf Zwiebel.
Fig. 17, 18 250/1 Sporangien aus der Cultur mit KNO_3.

Ein Fall von Naturauslese bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung.

Von
Fritz Müller.

„Es ist nicht zu vergessen", sagt Sachs (Vorles. über Pflanzenphysiologie 1882, S. 980), (und er hätte sich dabei auf Darwin's langes Kapitel über „Bud-variation" [Anim. and Plants under domestication Vol. I, Chapt. XI] berufen können), „dass Varietätenbildung auch bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung zuweilen stattfindet; wenigstens die Mehrzahl der Kartoffelvarietäten dürfte wohl auf ungeschlechtlichem Wege entstanden sein." Ebenso auch wohl, darf man hinzusetzen, die Mehrzahl der zahlreichen Spielarten des Zuckerrohrs und der Banane. Von Bananen besitze ich z. B. eine Sorte, die ich selbst aus einem einzelnen abweichenden Spross einer anderen gezogen habe. Sie hat sich seit etwa 20 Jahren unverändert erhalten; ihre Früchte sind gelb, Stamm und Blattstiele grün; bei der Mutter-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0100-3



W. Schostakowitsch del.

W.A. Meyn, Lith. Anst. Berlin S.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05158-0369-2

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: 84

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

Artikel/Article: Einige Versuche über die Abhängigkeit des Mucor proliferus von den äusseren Bedingungen. 88-96