

## 18. N. Bezssonof<sup>1)</sup>: Über die Züchtung von Pilzen auf hochkonzentrierten rohrzuckerhaltigen Nährböden und über die Chondriomfrage.

(Mit Taf. I.)

(Eingegangen am 15. Februar 1919.)

Angaben über das Wachstum von Mikroorganismen auf stark rohrzuckerhaltigen Substraten finden sich meines Wissens nur in der die Zuckerfabrikation betreffenden technischen Literatur. In einer hierher gehörenden Arbeit von A. SCHÖNE<sup>2)</sup> sind, abgesehen von ausführlichen Mitteilungen über die verschiedenen bei der Infektion des Rohzuckers beteiligten Bakterienarten auch einige Notizen über die dabei beteiligten Eumyceten enthalten. Eine Beschreibung des mikroskopischen Befundes bei diesen auf stark rohrzuckerhaltigen Nährböden gezüchteten Pilzen ist jedoch in der Arbeit nicht enthalten. Die von mir bei Verwendung von hochkonzentrierten Rohrzuckerlösungen zuerst festgestellte und beschriebene Fruchtkörperbildung bei *Penicillium glaucum*<sup>3)</sup>, *Aspergillus oryzae* und *Rhizopus nigricans*<sup>4)</sup>, also bei Pilzen, deren Sexualitätsformen auf anderen Nährmedien entweder noch nie (*Aspergillus oryzae*) oder nur sehr selten (*Rhizopus nigricans*) beobachtet wurden, hat mich veranlaßt, die begonnenen Untersuchungen weiterzuführen. Es kam mir vor allem darauf an, den kausalen Zusammenhang zwischen dem Pilzwachstum auf diesen Nährböden einerseits und der Entstehung der Sexualität andererseits eingehend zu prüfen.

Wie schon aus meiner vorläufigen Mitteilung zu ersehen ist, war bei der Auswahl der zu untersuchenden Pilze für mich der

---

1) Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Beobachtungen werden demnächst in ausführlicher Form im Zentralblatt für Bakt. II. Abt. mitgeteilt werden.

2) A. SCHÖNE, Bakteriologische Untersuchungen und Betrachtungen über das Lagern von Rohzuckern. Die deutsche Zuckerindustrie Bd. 31, Nr. 34, 1906, S. 1342.

3) N. BEZSSONOF, Über die Bildung der Fruchtkörper des *Penicillium glaucum* in konzentrierten Zuckerlösungen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 36, H. 9, 1918.

4) N. BEZSSONOF, Über das Wachstum der Aspergillaceen und anderer Pilze auf stark zuckerhaltigen Nährböden. (Vorl. Mittlg.), Ebenda, Bd. 37, 1919.

Gesichtspunkt maßgebend, solche Arten auf zuckerhaltigen Nährböden zu züchten und zu untersuchen, die auf den gewöhnlichen Medien keine Erscheinungen von Sexualität zeigen.

Es mögen nun die hauptsächlichsten Beobachtungen, die ich bei der Züchtung verschiedener Schimmelpilzarten auf rohrzuckerhaltigen Nährböden gemacht habe, in Kürze folgen:

*Penicillium glaucum* Brefeld (Link.). Die Angaben der früheren Autoren über die Fruchtkörperbildung bei *Penicillium glaucum* gehen auseinander. BREFELD<sup>1)</sup> hat 1874 eine solche in Form von Perithezien und Koremien geschildert, im gleichen Sinne berichtet HENNINGS<sup>2)</sup> 1898, dagegen sprechen WINTER (1887) und GUÉGUEN (1898) von Sklerotien. 1913 hat SCHILBESZKY<sup>3)</sup> das Vorkommen von weißen keulenförmigen Koremien von *Penicillium glaucum* auf härteren Birnen- und Zitronenstücken mitgeteilt. Da ich die Perithezienbildung bei *Penicillium glaucum* in Zuckerpflösungen bereits in meiner ersten Mitteilung näher beschrieben habe, glaube ich von einer Wiederholung absehen zu dürfen.

*Aspergillus oryzae* Cohn. Perithezienbildung konnte ebenfalls in konz. Zuckerpflösung festgestellt werden. Nur waren bei einem späteren Versuch die Fruchtkörperanlagen viel seltener als beim ersten. Ich hatte den Eindruck, als ob der von Zuckergelatine auf Zuckergelatine weiterverimpfte Pilz sich an dieses Substrat allmählich gewöhnt hatte, eine Erscheinung, die auch bei andern Pilzarten, z. B. bei *Rhizopus nigricans* zu beobachten war (s. Fig. 1).

*Aspergillus Wentii* Wehmer. Der Pilz wurde auf 65proz. Rohrzuckergelatine geimpft; nach 5tägigem Stehen bei 37°<sup>4)</sup> begann gutes Wachstum. Fig. 4 zeigt die Entwicklung des Pilzes am 7. Tag nach der Impfung. Nach 7tägigem Aufenthalt bei 37° wurde die Kultur 16 Stunden lang bei Zimmertemperatur (ca. 14°) gehalten und dann mikroskopisch untersucht. Hierbei zeigte sich, daß der Pilz durch die starke Temperaturniedrigung erheblich gelitten hatte. Der Versuch wurde deshalb wiederholt; bei der Wiederholung wurde jedoch die Kultur nach dem Aufenthalt bei 37° für 24 Stunden in den 30°-Brutschrank gestellt. Diesmal waren Anfangsstadien von Perithezien-Anlagen festzustellen. Die

1) BREFELD, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze, Heft 2: Die Entwicklungsgeschichte von *Penicillium*, Leipzig 1874.

2) Cit. nach LAFAR, Techn. Mykologie, Bd. 4, 1907, S. 225.

3) SCHILBESZKY, Beitr. z. Morphologie u. Physiologie von *Penicillium*. Mathemat. u. naturwissenschaftl. Ber. aus Ungarn, 1913, S. 118.

4) Die 65proz. Rohrzuckergelatine blieb bei dieser Temperatur fest.

älteste Peritheziananlage, die ich hierbei finden konnte, ist in Fig. 2 u. 3 festgehalten. Man sieht, daß das große, leicht spiralförmig gebogene, anscheinend nur einzellige Askogon von Umhüllungshyphen umwickelt ist, die mit basalen Zellen in Verbindung stehen.

Die Askogone von *Aspergillus Wentii* übertreffen durch ihre Größe die Askogone der anderen Aspergillaceen.

Obgleich das Wachstum auf 65proz. Zuckerlösung nicht gerade ein sehr gutes war, so waren die Kolonien doch ohne Hilfe einer Lupe deutlich zu erkennen. Mikroskopisch war hier das blasse Aussehen und die Durchsichtigkeit der Hyphen (Fig. 9 u. 10), eine Erscheinung, die als Folge des Wachstums auf stark zuckerhaltigen Nährmedien auch bei den andern Mycelien mehr oder weniger ausgeprägt war, besonders deutlich zu sehen. Die Plasma-granulation war äußerst fein und zeigte nur eine geringe Dichtigkeit.

*Rhizopus nigricans* Ehrenb. In geimpften Kulturröhrchen mit 48,7proz. Rohrzuckerlösung war nach zweitägiger Keimung bei 25° gutes Wachstum vorhanden. 4 Tage nach der Impfung wurde die Kultur 12 Stunden lang bei Zimmertemperatur (18°) stehen gelassen, worauf reichliche Bildung von Zygosporien in verschiedenen Stadien zu beobachten waren. Früher wurden von DE BARY 1868, VAN TIEGHEM 1875, EIDAM 1883, WEVRE 1892, COKER 1903, BLAKESLEE 1904 und 1906 und NAMYSLOUSKI 1906<sup>1)</sup>, sowie von CORMIK 1912<sup>2)</sup> Zygosporienbildung bei *Rhizopus nigricans* festgestellt. Daß diese Erscheinung jedoch etwas ungewöhnliches ist, zeigt ein Blick in die Bestimmungstabellen von HANZAWA 1915<sup>3)</sup>; dieser Autor gibt an, daß sich *Rhizopus nigricans* von *Rhizopus nodosus* durch die fehlende Zygosporienbildung und die ausschließlich sporangiale Fruktifikation unterscheiden läßt. Die Zygosporienbildung hörte bald auf, und an ihre Stelle trat eine ziemlich reichliche Gemmen- (Chlamydosporien-) Entwicklung, die auch in den durch Weiterimpfung aus dem ersten Röhrchen gewonnenen Kulturen vorhanden war. Das Auftreten von Chlamydosporien war aus dem Grund besonders interessant, weil LAFAR<sup>4)</sup>

1) Cit. nach LAFAR, Techn. Mykologie, Bd. 4, Jena 1907, S. 432.

2) M. CORMIK, Development of the Zygosporie of *Rhizopus nigricans*. Bot. Gaz., 53. Bd., 1912.

3) HANZAWA, Studien über einige *Rhizopus*arten. Mykolog. Zentralbl., Bd. 5, 1915, S. 230.

4) LAFAR, l. c. Bd. 4, p. 493.

in ihrem Fehlen ein Unterscheidungsmerkmal gegen *Rhizopus oryzae* erblickte. Junge Chlamydosporen sind auf der Fig. 5 zu sehen.

Um die Zygosporenbildung zu wiederholen, wurde nochmals von einer auf gewöhnlicher Würzgelatine fortgezüchteten Kultur auf 48,7 ° Rohrzucker enthaltenden Nährlösung geimpft. Dieses Mal trat jedoch typische Azygosporenbildung ein. Die Ursache für diese Erscheinung lag wahrscheinlich darin, daß die Zimmertemperatur nur zirka 12° (beim ersten Versuch 18°) betrug. Außerdem muß man aber auch an die von BLAKESLEE gemachte Beobachtung denken, daß es für die Zygosporenbildung bei *Rhizopus nigricans* notwendig ist, daß sich Hyphen aus verschiedenen Mycelien treffen. Die Azygosporenbildung war für *Rhizopus nigricans* auch noch nicht beobachtet. Die Bildung einer jungen Azygospore zeigen die Fig. 6 und 7. Die frisch gebildete zarte Scheidewand, die die Azygospore von ihrem Träger trennt, liegt in derselben Ebene wie die Querwand des Trägers und ist deshalb auf der photographischen Abbildung nicht zu sehen. Die reifen Azygosporen waren mit einer gelbgefärbten, leicht warzigen Membran, die mit derjenigen der Zygosporen große Ähnlichkeit hatte, überzogen. Die Azygosporen trennten sich von ihrem Träger oft schon bevor die erste Membran sich verdichtete und undurchsichtig wurde. Eine reifende Azygospore ist in Fig. 8 abgebildet. Bei Züchtung auf flüssigem Rohrzuckernährboden war Sporangienbildung in keinem Falle zu beobachten. Die Zygo- und Azygosporen keimten zu einem einfachen, vegetativen Mycelium aus. Nachdem ich im Verlauf eines Monats den Stamm dreimal auf 48,7 % Rohrzucker enthaltenden Lösungen weitergeimpft hatte, ohne daß es zur sporangialen Fruktifikation gekommen wäre, überimpfte ich ihn auf 50 proz. Zuckergelatine; auf diesem festen Substrat kam es bereits nach viertägigem Wachstum zu reichlicher Bildung typischer Sporangien. Sporangienbildung konnte jedoch auch auf flüssigen Zuckersubstraten beobachtet werden, wenn der Nährlösung 0,01 %  $\text{CaCO}_3$  zugesetzt wurden.

Zusammenfassend läßt sich auf Grund der hier besprochenen Versuche sagen, daß durch die Züchtung von Schimmelpilzen auf stark rohrzuckerhaltigen Nährböden die Entwicklung des sexuellen Plasmas hervorgerufen bzw. gefördert wird.

Im Anschluß an diese Feststellung mögen einige kurze theoretische Betrachtungen, die sich mit dem Zustandekommen dieses vom biologischen Standpunkt aus äußerst interessanten Phänomens befassen, folgen.

Beobachtungen bez. der Atmung verschiedener Teile einer Blume<sup>1)</sup> haben gezeigt, daß das Perianth energischer atmet als die Laubblätter, daß jedoch die Atmung der Antheren und Pistille am stärksten ist. Diese beiden Erscheinungen, daß nämlich einerseits die Oxydationsvorgänge beim Reifen der sexuellen Organe besonders hervortreten und daß andererseits gerade eine Hemmung der Oxydation die Sexualität hervorruft<sup>2)</sup>, stehen m. E. in einem engeren Zusammenhang. Um diese inneren Beziehungen eindeutig beweisen zu können, ist es notwendig, zunächst gewisse Vorgänge im Chondriom, die bis zu einem bestimmten Grad bei jedem Vermehrungsprozesse, insbesondere jedoch bei der Entstehung sexueller Zellen vor sich gehen, näher ins Auge zu fassen.

Der Begriff „Chondriom“ wird von den verschiedenen Autoren in verschiedenem und sehr unklarem Sinne gebraucht<sup>3)</sup>. Hierzu ist zu bemerken, daß die Chondriomsubstanz sich mit Hilfe spezifischer Kernfarbstoffe, z. B. mit Hämatoxylin nach HEIDENHAIN nachweisen läßt, auch wenn durch ungeeignete Fixierung die morphologische Struktur des großen Chondriokonten beschädigt ist (angebl. durch Zerstörung seiner Hülle). Diese Tatsache hat auch FAURÉ-FREMIER bestätigt<sup>4)</sup>, denn er gibt an, daß selbst nach der Auflösung der Blastosomen (Chondriosomen) ein färbbares Substrat zurückbleiben kann. Bezüglich der Ansicht, daß der spezifischen Wirkung verschiedener Fixationsmittel auf die Chromosomen bei der Beurteilung ihres chemischen Inhalts die ausschlaggebende Rolle zukommt, ist folgendes anzuführen: der Beweis für die Spezifität der schädigenden Wirkung auf Chromosomen ist wohl am besten für die Essigsäure erbracht<sup>5)</sup>. Die Wirkung der verdünnten Essigsäure konnte jedoch nicht durch die chemische Zusammensetzung der Chromosomen erklärt werden<sup>6)</sup>. Andererseits ist das Fixierungsgemisch LEWITSKY<sup>7)</sup>, das freie Chromsäure enthält, eines der besten Konservierungsmittel für das Chondriom. Diese Verschiedenheit im Verhalten der beiden Säuren entspricht ihrer verschiedenen Stellung in den HOFMEISTERSchen

1) MAIGE, Recherches sur la respiration des différentes pièces florales. Thèse, Paris 1911.

2) N. BEZSSONOF, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 36, 1918, H. 4 und Bd. 37, 1919.

3) Vgl. DANGEARD, Über die Natur des Chondrioms und seine Bedeutung in der Zelle. C. r. de l'Acad. des Sciences, Bd. 166, 1918, H. 3. A. GUILLERMOND, Über das Metachromatin und die phenolartigen Verbindungen, ebenda, p. 862 u. 958. Sur l'origine mitochondr. des plastides, ebenda Bd. 167, 1918, p. 430. Bemerkungen über die Mitochondrien und ihre Verwandlung in Plastiden. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 32, 1914, S. 282.

4) DUESBERG, Plastosomen „Apparato reticolare interno“ u. Chromedialapparat. Ergebn. d. Anat. u. Entw. Bd. 20, 1911, S. 596.

5) DUESBERG, l. c. S. 602.

6) DUESBERG, l. c. S. 613.

7) G. LEWITSKY, Üb. d. Chondriosomen in pflanzlichen Zellen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 28, H. 10, 1910, und Vergleichende Untersuchungen üb. d. Chondriosomen in lebend. u. fixierten Pflanzenzellen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 29, H. 10, 1911.

Anionenreihen<sup>1)</sup>. Es ist ja bekannt<sup>2)</sup>, daß stark dissoziierende, besonders polyvalente Säuren (im vorliegenden Falle die Chromsäure) die Quellung alkalisch reagierender Gallerten hemmen und die Gelatinierung fördern, während die schwachen Anionen (in diesem Falle  $C_2H_3O_2$ ) gerade das Gegenteil bewirken. Das würde dafür sprechen, daß die verschiedene Wirkung differenter Fixatoren auf die Chondriosomen weniger auf deren chemischer Zusammensetzung als vielmehr auf deren colloidalem Zustand beruht. Zahlreiche Autoren versuchten, die Chondriosomen bezüglich ihres Verhaltens nicht nur gegenüber Fixierungsmitteln, sondern insbesondere auch gegenüber Farbstoffen zu charakterisieren. Diese Untersuchungen sind, soweit es sich um spezifische Kernfärbungen handelt, besonders wichtig; nach den Befunden von R. HERTWIG, GOLDSCHMIDT und ihren Schülern, sowie nach GÉRARD<sup>3)</sup> müssen die Chondriosomen zu den Kernsubstanzen gehören.

Was die biogenische Tätigkeit<sup>4)</sup> der Chondriosomen anbetrifft, läßt sie sich nur durch die Annahme erklären, daß sie die Träger von Komponenten der verschiedenen Fermentkomplexe darstellen. Diese Anschauung und in noch höherem Maße die weiter unten für das Entstehen von sexuellem Plasma bei der Züchtung von Schimmelpilzen in rohrzuckerhaltigen Nährböden zu gebende Erklärung werden ferner durch folgende Tatsachen gestützt: Erstens hat es sich herausgestellt, daß bei der sogenannten „zellfreien Atmung“ der Hauptanteil des Sauerstoffverbrauchs auf abzentrifugierbare Granula des Zellplasmas entfällt<sup>5)</sup>, sodann konnte in den Plasmagranulationen der Drüsen und Muskelfibrillen Oxydase direkt nachgewiesen werden<sup>6)</sup>. Von den verschiedenen Auffassungen über die Selbständigkeit der Chondriosomen, von ihren Beziehungen zum Kern und von der ihnen zu vindizierenden Rolle als Träger der die Vererbung regulierenden Faktoren wird in den oben erwähnten bevorstehenden Veröffentlichungen die Rede sein.

1) F. HOFMEISTER, Arch. f. exp. Path. u. Pharm., Bd. 28, 1891. — PAULI, Arch. f. ges. Physiol. Bd. 78, 1899 u. HOFMEISTERS Beitr. Bd. 3, 1902 u. Bd. 5, 1903. — HÖBER, Beitr. z. chem. Phys. Bd. 11, 1907, S. 35. — POSTERNAK, Ann. de l'inst. Pasteur. T. 15, 1901. — Cit. zum Teil nach HÖBER, phys. Chemie d. Zelle und der Gewebe, Leipzig 1914, S. 308 u. 322.

2) LEONARD CASSUTO, Allgem. kolloidale Chemie, Russische Auflage, Petrograd 1915, S. 128/131 u. 134. (Das Buch ist in deutscher Übersetzung erschienen.)

3) DUESBERG, l. c. S. 596 und 669.

4) Vgl. FR. MEVES, Die Chloroplastenbildung bei den höheren Pflanzen u. die Allinante von A. MEYER, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 34, 1915. — FR. MEVES, Historisch-kritische Untersuchgn. üb. d. Plastosomen d. Pflanzenzellen. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 89, 1916, H. 3. — GUILLERMOND, A., l. c., Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 32, 1914, S. 283. — S. a. LEWITZKY, Die Chondriosomen als Sekretbildner bei den Pilzen, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 30, 1913, H. 9. — REGAUD, Les mitochondries du protoplasma considérées comme les agents électiques et pharmacopiques de la cellule. Revue de Méd. 1911.

5) O. WARBURG, PFLÜGERS Arch. Bd. 154, 1913 u. Bd. 158, 1914, sowie Ergebn. d. Physiol. Bd. 14, 1914.

6) W. H. SCHULTZE, ZIEGLERS Beiträge Bd. 45, 1909. — E. v. GIERKE, Münch. med. Wochschr. 1911, Nr. 44. — Colf. GRAEFF, Frankfurter Ztschr. f. Pathol., Bd. 11, 1912.

Meinem Dafürhalten nach sind unter Chondriomen diejenigen Zelleinheiten zu verstehen, die, wenn auch in verschiedenem Grade, mit den typischen Kernfärbungen sich nachweisen lassen, die dementsprechend Verbindungen der Nucleinsäure, vielleicht auch einzelne Nucleotiden<sup>1)</sup> enthalten<sup>2)</sup>. Der Kern selbst, soweit ein solcher vorhanden ist, bildet zusammen mit seiner Nucleole resp. mit seinen Nucleolen<sup>3)</sup> den Zentralknoten des ganzen Chondriomanevas. Letzteres besteht nicht nur aus dem Mitom im Sinne von MEVES, d. h. aus dem Komplex für den MEVES<sup>4)</sup> erst die Bezeichnung Chondriosomen, später Plastosomen vorgeschlagen hat, vielmehr müssen, der eben gegebenen Definition folgend, auch die in Pilzen und Bakterien vorkommenden, nur als Reservestoffe angesehenen Volutinkörnchen<sup>5)</sup>, ferner die im Cytoplasma verbreiteten Chromatinkörnchen zu dem Chondriom gerechnet werden. Die Chromatinkörnchen sind oft als feinste Granulationen vorhanden. Wenn der Dispersitätsgrad solcher Granulationen sehr hoch ist, sind die einzelnen Granula als solche nicht mehr zu unterscheiden; ihre Gegenwart verrät sich jedoch durch eine diffuse Färbung des Plasmas bei der Anwendung von Kernfarbstoffen. Für diese

1) Zu der Annahme von einzelnen Nucleotiden im Cytoplasma ist man durch die Tatsache berechtigt, daß die Nucleinsäure durch chemische und auch durch fermentative Wirkungen in gepaarte und dann auch in einzelne Nucleotiden sich spalten läßt Jones, *Nucleic Acids* London 1914, p. 77. Das Zustandekommen derartiger Spaltungen läßt sich durch die von FEULGEN (über den Bau der echten Nucleinsäure, *Ztschr. f. physiol. Chem.* Bd 101, 1915) angegebene korrigierte Formel besser als mit der LEVENISCHEN Formel erklären:

Na-Phosphorsäure-Kohlenhydrat-Guanin

Na-Phosphorsäure-Kohlenhydrat-Cytosin

Na-Phosphorsäure-Kohlenhydrat-Thymin

Na-Phosphorsäure-Kohlenhydrat-Adenin.

2) Die Fähigkeit der Nucleinsäure mit basischen Farbstoffen zu echten kolorierten Salzverbindungen zusammenzutreten, wurde durch die Arbeiten von FEULGEN bewiesen. *Ztschr. f. physiol. Ch.* 84, 1913 u. 88, 1915.

3) Die neueste Bestätigung des Nucleingehalts des typischen Nucleolen findet sich in der Arbeit von ART. MEYER, Die biologische Bedeutung der Nucleolen, *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, Bd. 35, 1917, S. 333.

4) DUESBERG, l. c. S. 598.

5) „Nach den vorliegenden Untersuchungen kann es als sicher gelten, daß die Volutine der Hauptsache nach aus Nucleinsäure bestehen.“ O. TUNMANN, *Pflanzen-Mikrochemie*, Berlin 1913. — ART. MEYER, Orientierende Untersuchungen üb. Verbreitung, Morphologie u. Chemie d. Volutins, *Bot. Zeitg.* Bd. 62, 1904.

Zustandsform des Chondrioms glaube ich die Bezeichnung „Subchondriom“ vorschlagen zu dürfen; die einzelnen mikroskopischen Granula wären dann mit dem Namen „Subchondriomiten“ zu belegen.

Bildet demnach die Färbbarkeit mit Kernfarbstoffen, d. h. die Nucleinnatur das erste Kennzeichen des Chondrioms, so wird es weiterhin durch seine biogenische Tätigkeit in seiner Eigenschaft als typischer Bestandteil der lebenden Substanz charakterisiert.

Eine für die ganze Chondriomfrage außerordentlich wichtige Erscheinung ist die weitgehende Dispersität der Chondriosomen, die sich in das „Subchondriom“ verwandeln. So spricht NAVASCHIN<sup>1)</sup> von der Chondriosomenbildung aus feinsten, vom Auge nicht unterscheidbaren Granulationen des Plasmas in den jungen Zellen des Wurzelmeristems (von *Galtonia*). Nach seiner Ansicht zerfallen die Chromosomen der keimenden Pollenkörner in derartig feinste Granulationen; er bezeichnet diesen Vorgang als „Verstaubung“ der Chromosomen. Darin, daß bei der Reifung der sexuellen Zellen eine weitgehende Steigerung des Dispersitätsgrades der Chondriomeinheiten sich vollzieht, stimmen alle in der Chondriomliteratur<sup>2)</sup> vorhandenen Angaben überein. Dagegen ist die Frage, wie weit einerseits diese Dispersität der Chondriosomen gehen kann, ob andererseits bei der Reifung der Eizelle oder der Spermatischen alle Chondriosomen aufgelöst werden, ob diese Auflösung eine vollständige ist oder nicht, heiß umstritten. Mit der Steigerung des Dispersitätsgrades der Chondriome sind zwei Erscheinungen aufs engste verknüpft: Erstens verliert eine mit hochspezialisierten Funktionen ausgerüstete Chondriokonte bei ihrer Zerstückelung (Zerfall in Granula) ihre spezifische Ausrüstung, so daß der vorher „maskierte“ Nucleingehalt (Chromatinnatur) der Chondriosome wieder zum Vorschein kommt. Als weitere Folge bedingt die Steigerung der Dispersität eine Vergrößerung der Gesamtoberfläche und damit auch eine Steigerung der chemisch-physikalischen Aktivität der Chondriosomen, da doch die Oberfläche der Sitz der chemischen Wirkungskräfte ist. Der bei der Steigerung der Dispersität erfolgenden Zunahme der Aktivität geht also eine durch den Verlust erworbener Eigenschaften bedingte Abnahme der Spezifität parallel. Die durch Vergrößerung der Oberfläche gesteigerte Aktivität bedingt andererseits eine Herabsetzung der Konstanz der Chondriomeinheiten, weil ihre Masse nunmehr den Einwirkungen des Milieus in erhöhtem Masse ausgesetzt ist. Der Kern ist die größte, zu einem zusammenhängenden Komplex vereinigte Anhäufung von Nucleaten in der Zelle; dieser physikalische Zustand bürgt für die Konstanz seiner Eigenschaften.

Als weitere Folge der Vergrößerung der Chondriosomenoberfläche ist eine erhöhte Färbbarkeit zu beobachten. Wenn nämlich eine bestimmte Menge von Chromatin nur in Form von einigen

1) NAVASCHIN, l. c. S. 29.

2) Die Literatur über Chondriom bis zum Jahr 1911 einschließl. findet sich bei DUESBERG, l. c. — Weitere Literatur bei GUILLERMOND, l. c., Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1914, sowie bei FR. MEVES, Histor. kritische Untersuchungen üb. d. Plastosomen d. Pflanzenzellen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 89, H. 3, 1916.

Körnern vorhanden ist, so kann die die Kernfarbstoffe fixierende Oberfläche so klein sein, daß die Partikel dem Auge entgehen können. Infolge der Vergrößerung der Oberfläche wird dieselbe Menge Chromatin jedoch weit mehr Farbstoff fixieren können, das Plasma wird dementsprechend eine bedeutend stärkere Färbbarkeit aufweisen. Dieses Phänomen hat eine große Bedeutung für die Beurteilung der Dispersitätsänderungen des Chondrioms.

Das bisher über das Chondriom Gesagte mußte ich der Besprechung der Entstehung des Sexualplasmas bei den Schimmelpilzen notwendigerweise vorausschicken, da es die Grundlage für meine weiteren Ausführungen und für den Standpunkt, den ich in der ganzen Frage einnehme, bildet. Schon bei früheren Versuchen, die das Entstehen des Peritheziums einer Erysibaceenart zum Gegenstand hatten<sup>1)</sup>, ist es mir aufgefallen, daß sich das die Fruchtkörperanlagen produzierende Mycelium sehr gut durch sein Verhalten zu den Farbstoffen und durch den zarten Bau seines Plasmas unterscheiden läßt. Diese Erscheinung findet sich nicht nur bei den Erysibaceen, man kann vielmehr ganz allgemein von einem sexuellen Mycelium sprechen, dessen Hauptmerkmal darin besteht, daß sein Plasma in bestimmten Stadien sehr fein granuliert erscheint. Ebenso wie bei der Reifung der sexuellen Kerne das von diesen aufgesaugte Chondriom<sup>2)</sup> der generativen Zelle fein verteilt werden muß, so müssen auch diejenigen somatischen Zellen, die die Träger von Sexualorganen sind, durch Steigerung der Dispersität ihrer Chondriomeinheiten die Auswanderung der Nucleate in die generativen Zellen fördern.

Beim Wachstum in hochkonzentrierten Rohrzuckernährböden muß der betr. Pilz um den Verteilungskoeffizient der Sauerstoff-Wasser-Verbindungen zu seinen Gunsten zu verschieben, die Sauerstoffaufnahme beschleunigen. Infolge davon muß die Leistungs-

---

1) N. BEZSSONOF, Notice sur le développement du périthèse de *Sphaerotheca mors uvae*, Bull. de la Soc. mycol. de France, Bd. 29, 19 3.

2) Von den vielen Autoren, die von einer Vergrößerung des Kernvolumens auf Kosten der im Cytoplasma befindlichen Nucleaten berichten, sei MASING angeführt. Dieser hat die Nucleinsäure und die Purinbasen in den Seeigeleiern vor der Befruchtung und 9 Stunden danach (vor der Furchung) quantitativ bestimmt. Trotz der sehr großen Zunahme des sichtbaren Kernvolumens waren die Mengen von Nuclein-Phosphor beidemal ungefähr gleich groß. MASING schließt aus seinem Befunde, daß das unbefruchtete Ei eine bedeutende Menge Nucleinsäure enthält, die schon im Protoplasma vor der Furchung vorhanden ist. (E. MASING, Über das Verhalten der Nucleinsäure bei der Furchung der Seeigeleier. HOPPE-SEYLERs Ztschr. f. physiol. Chemie, Bd. 67, 1910.)

fähigkeit der Oxydationsgranula, der Chondriomiten gesteigert werden. Diese Steigerung besteht jedoch in einer Erhöhung des Dispersitätsgrades, oder mit andern Worten, in einer Vergrößerung der Oberfläche der Chondriosomen. Aber gerade der Zustand großer Dispersität des Chondrioms ist die notwendige Voraussetzung für die Entstehung von sexuellem Plasma und Kern.

Wenn wir nun wieder zum Ausgangspunkt unserer Betrachtungen, zu dem Beispiel der gesteigerten Atmung der sexuellen Organe von Blumen zurückkehren, so können wir unter Zugrundelegung der eben entwickelten Gesichtspunkte sagen, daß bei der Blume diese energischere Atmung durch die für die Reifung der generativen Zellen erforderliche Dispersität des Chondrioms bedingt wird. Der Pilz andererseits formt, um dem drohenden Erstickungstod zu entgehen und den Sauerstoffmangel zu beheben, sein Chondriom um, und gerät dadurch in den Sexualzustand. Kann der Pilz diese Verteilung seines Chondrioms nicht durchführen, so ist sein Wachstum auf den stark zuckerhaltigen Substraten nur sehr schwach, die Sexualität bleibt dann aus, z. B. *Citromyces* oder *Penicillium brevicaulis*.

Die erhöhte Dispersität des Chondrioms von auf konzentrierten Zuckernährböden gewachsenen Pilzen kann man schon an dem äußerst charakteristischen Aussehen der lebenden Mycelien erkennen. Für diesen Zweck sind Pilze wie *Aspergillus Wentii* oder *Oryzae* besonders geeignet, weil deren Hyphen auch auf stark zuckerhaltigen Nährmedien ihrem ganzen Habitus nach sich von den auf gewöhnlichen Nährböden gewachsenen „normalen“ Hyphen nur wenig unterscheiden und weil ihre Hyphen farblos sind. Schon bei schwacher Vergrößerung ist bei den Mycelien der auf rohrzuckerhaltigen Substraten gewachsenen Pilze im Gegensatz zu den auf gewöhnlicher Würzgelatine gehaltenen Vergleichsstämmen eine auffallende Blässe und Durchsichtigkeit zu beobachten (Fig. 9, 10)<sup>1)</sup>. Bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 11, 12) lassen sich die auf Zuckernährböden gewachsenen Hyphen durch ihre typische feingranulierte Plasmastruktur (siehe besonders die Abbildungen von *Aspergillus oryzae*) unschwer erkennen. Die Blässe und Durchsichtigkeit des Plasmas sind der Ausdruck für die im Vergleich zum gewöhnlichen Mycelium bedeutend feinere Verteilung der granulierten Substanz. Man könnte vielleicht erwarten, daß die

---

1) Die entsprechenden Photographien wurden selbstverständlich unter genau denselben Bedingungen (Blende, Beleuchtung usw.) aufgenommen, da sie sonst für vergleichende Betrachtung nicht geeignet wären.

feinsten Granula, die infolge ihrer größeren Dispersität als dichte Masse das Cytoplasma erfüllen, die Zellen weniger durchsichtig erscheinen lassen müßte. In Wirklichkeit sind es aber gerade die verhältnismäßig großen „sekundären“ Chondriosomen, die im lebenden, ungefärbten Zustand infolge ihrer starken Lichtbrechung gut zu beobachten sind. Bei der Steigerung der Dispersität und bei dem damit verbundenen Übergang in Chromatinkörnchen werden die Granula im ungefärbten Präparat immer weniger leicht erkennbar, so daß schließlich der Zustand resultiert, den ich oben mit Blässe und Durchsichtigkeit bezeichnet habe. Andererseits tritt in den mit demselben Material hergestellten gefärbten Präparaten (Fig. 15) die dichte, feine Chromatingranulation des Cytoplasmas deutlich hervor, weil die infolge des Wachstums auf zuckerhaltigen Nährböden größere Dispersität der Granulationen (Übergang zum Subchondriom) wie schon oben erwähnt, eine erhöhte Färbbarkeit durch basische Farbstoffe bedingt.

Der hohe Dispersitätsgrad des Chondrioms ist eine Erscheinung, die als Folge des Wachstums auf stark rohrzuckerhaltigen Substraten für das ganze Mycelium charakteristisch ist. Nichtsdestoweniger sind aber doch deutliche Unterschiede in der Stärke dieses Phänomens, insbesondere bei der Entstehung des sexuellen Myceliums zu beobachten. Die Fig. 13, 14 und 16<sup>1)</sup> zeigen den typischen Übergang von einer relativ gröberen Chondriomverteilung in einen mehr dispersen Zustand; man kann deutlich erkennen, wie die einzelnen Chondriosomen durch Auflösung in den fein verteilten Subchondriomzustand übergehen.

Die durch die Wirkung des Zuckersubstrats verursachte erhöhte Dispersität der Nucleate des Cytoplasmas und die dadurch bedingte intensivere Färbbarkeit des Cytoplasmas bei der Anwendung von Kernfarbstoffen ließ sich auch bei der Züchtung von Bakterien auf stark rohrzuckerhaltigen Nährböden beobachten. Ich entnehme die beiden in Fig. 17 und 18 reproduzierten photographischen Abbildungen (Paratyphus B) einer demnächst erscheinenden<sup>2)</sup> im GEORG SPEYER-Haus in Frankfurt a. M. ausgeführten Arbeit von Dr. SCHLOSSBERGER und mir, die das

---

1) Die gefärbten Präparate von auf Zuckernährböden gewachsenen Pilzen, nach welchen diese Abbildungen angefertigt wurden, sollen nur demonstrativen Zwecken dienen und die Erläuterung des Phänomens der Chondriomverteilung erleichtern.

2) Die Arbeit wird voraussichtlich in den Arb. aus d. kgl. Inst. für experiment. Therapie u. dem GEORG SPEYER-Hause (Verlag GUSTAV FISCHER, Jena) erscheinen.

Bakterienwachstum auf hochkonzentrierten Rohrzuckernährböden<sup>1)</sup> zum Gegenstand hat.

Es gelang uns, eine Reihe verschiedener Bakterien auf Nährböden, die einen Gehalt von 50 und mehr Prozent Rohrzucker aufwiesen, zum Wachstum zu bringen. Besonders bei Anwendung der GIEMSA'schen Farblösung war in einigen Fällen ein deutlicher Unterschied zwischen den auf gewöhnlichen und den auf Zuckernährböden gezüchteten Bakterien erkennbar; die letzteren zeigten eine bedeutend intensivere Tingierung<sup>2)</sup>. Diese Erscheinung ist in den beiden Photographen (17. 18) deutlich zu sehen.

Trotzdem die auf gewöhnlichem Agar gezüchteten Bakterien infolge ihres besseren Wachstums viel dichter gelagert sind, ist die Färbungsintensität der mehr einzeln liegenden „Rohrzuckerbakterien“ doch bedeutend stärker! Selbstverständlich wurden die zu vergleichenden Bakterien auf demselben Deckgläschen ausgestrichen und gefärbt; die auf Rohrzucker-Agar gezüchteten Bakterien wurden vor der Färbung durch gründliches Abspülen mit physiolog. Kochsalzlösung von dem anhaftenden Rohrzucker befreit.

Zum Schluß erlaube ich mir dem Herrn Prof. Dr. H. BECKER, Herren LE DOUX und Dr. SCHLOSSBERGER in Frankfurt a. M. für ihre wertvolle Unterstützung herzlichst zu danken.

Frankfurt a. M., den 12. Februar 1919.

#### Erklärung der Tafel I.

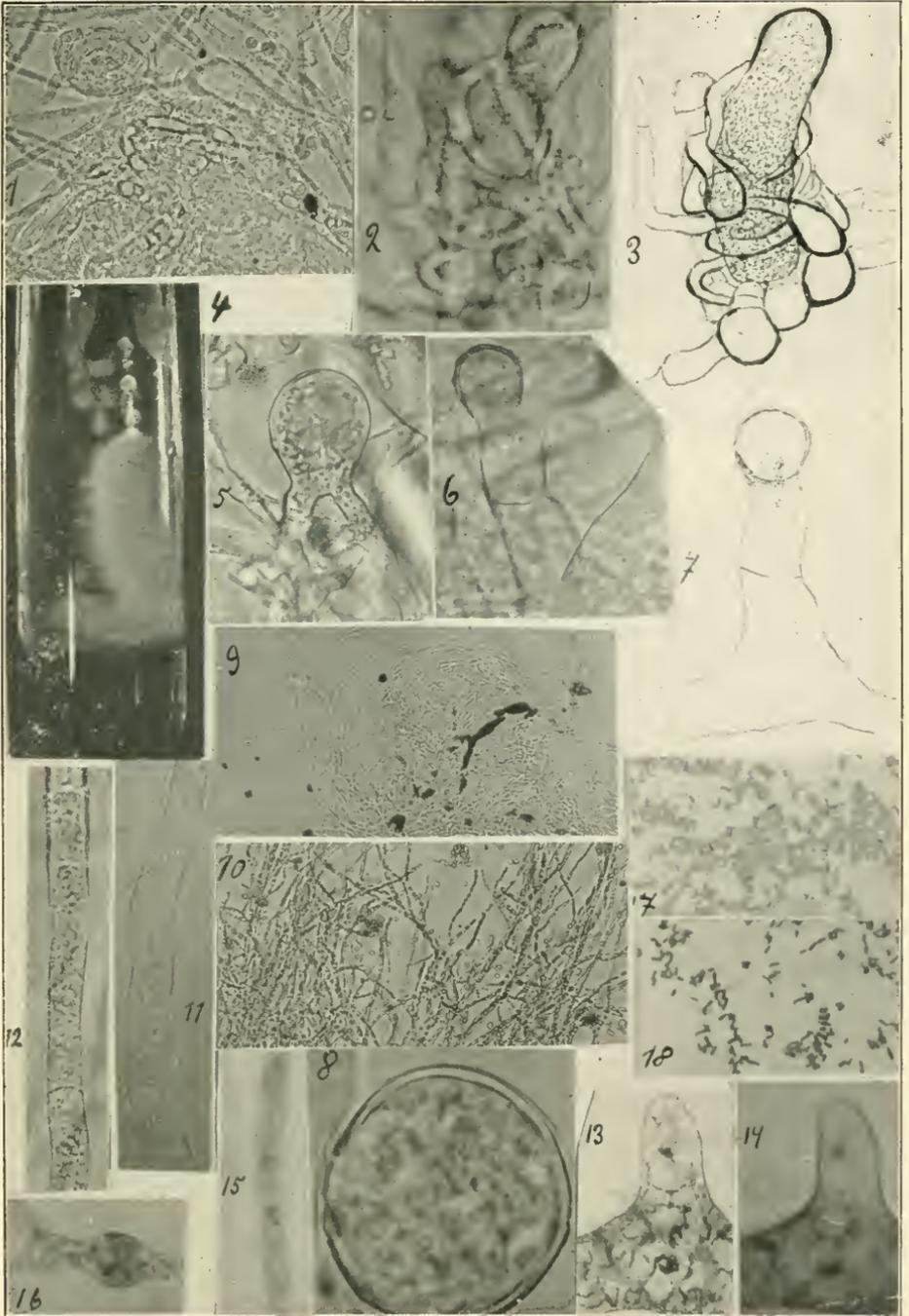
Die den Abbildungen zugrunde liegenden Photographien bzw. Zeichnungen sind — soweit es nicht besonders bemerkt ist — nach lebendem Material hergestellt worden.

Fig. 1. *Aspergillus oryzae*. Oben ein junges, isoliert liegendes Perithezium; unter demselben eine dicht zusammengedrückte Gruppe von drei älteren Perithezien. 300fach. — Fig. 2. *Aspergillus Wentii*. Der Askogonschlauch ist von Umhüllungshyphen umwickelt. 860fach. — Fig. 3. *Aspergillus Wentii*. Wie Fig. 2, schematische Darstellung. In der Mitte der Askogonschlauch, unter ihm eine Gruppe Basalzellen, von denen

1) Über das Wachstum von Bakterien auf rohrzuckerhaltigen Nährböden. Siehe außer der schon zitierten Arbeit von A. SCHÖNE: A. SCHÖNE, Die Mikroorganismen in den Säften der Zuckerfabriken. Deutsche Zuckerindustrie 1901, S 453. — A. SCHÖNE, Über durch Mikroorganismen hervorgerufene Gallert- und Schleimbildung in Rohrzuckerfabriken. Ebenda 1908, S. 697. — A. MASSEN, Arb. a. d. biolog. Abtlg. f. Land- u. Forstwirtschaft am k. Gesundheitsamt. Bd. 5, 1905, H. 1.

2) Die zahlreichen Giemsa-Präparate wurden von Fräulein E. KRÜGER, Laborantin am GEORG SPEYER-Hause, angefertigt. Ihr sowohl als auch Herrn HERMANN MAASS, wissenschaftl. Photograph am GEORG-SPEYER-Haus, der die sämtlichen hier wiedergegebenen Mikrophotographien angefertigt hat, spreche ich auch an dieser Stelle meinen besten Dank aus.

die Umhüllungshyphen, die einen verschiedenen Durchmesser aufweisen, ausgehen. — Fig. 4. *Aspergillus Wentii*. Wachstum nach siebentägiger Züchtung auf 65 proz. Rohrzucker gelatine. Natürl. Größe. — Fig. 5. *Rhizopus nigricans*, junge Chlamyospore (Gemme). 540fach. — Fig. 6. *Rhizopus nigricans*, Entstehen einer Azygospore. 700fach. — Fig. 7. *Rhizopus nigricans*. Wie Fig. 6, schematische Darstellung (nur Konturen). — Fig. 8. *Rhizopus nigricans*, Reifende, von dem Mycelium abgelöste Azygospore; die zweite Membran fängt an sich zu bilden. 1300fach. — Fig. 9. *Aspergillus Wentii*. Übersichtsbild eines in übersättigter 65 proz. Rohrzuckerlösung gewachsenen Myceliums (nach zehntägiger Züchtung). 130fach. — Fig. 10. *Aspergillus Wentii*. Übersichtsbild eines auf gewöhnlicher Würzgelatine gewachsenen Myceliums (nach dreitägiger Züchtung). 130fach. — Fig. 11. *Aspergillus oryzae*. Hyphe eines auf 42 proz. Zuckergelatine gewachsenen Myceliums (nach achttägiger Züchtung). 700fach. — Fig. 12. *Aspergillus oryzae*. Hyphe eines auf gewöhnlicher Würzgelatine gewachsenen Myceliums (nach viertägiger Züchtung). 700fach. — Fig. 13. *Rhizopus nigricans*. Teil eines auf 48,7 proz. Rohrzuckerlösung gewachsenen Myceliums. Auflösung einzelner von Chondriomiten gebildeter kleiner Fäden zu einem diffusen Subchondrium. Fixierung nach BENDA (für Chondriosomen). Färbung mit saurem Fuchsin nach ALTMANN, Nachfärbg. m. Methylviolett. Zeichnung. — Fig. 14. *Rhizopus nigricans*. Wie Fig. 13. Photographie. — Fig. 15. *Aspergillus oryzae*. Auf 42 proz. Rohrzucker gelatine gewachsene Hyphe, typische dichte Verteilung der Chondriomgranulationen im Cytoplasma, besonders deutlich in der Zelle rechts von dem Kern mit den Nucleolen. Fixierung nach LEWITZKY (für Chondriosomen). Färbung mit Hämatoxylin Delafield. Photographie. — Fig. 16. *Aspergillus oryzae*. In 42 proz. Rohrzucker gelatine gewachsenes Mycelium; in Bildung begriffene Riesenzelle. Die angehäuften Chromatinkörnchen und kleinen Fäden lösen sich zu einem diffusen Subchondrium auf. Fixierung nach LEWITZKY. Färbung m. Hämatoxylin nach HEIDENHAIN. — Fig. 17. Paratyphus B, auf gewöhnlichem Agar gewachsen. Färbung nach GIEMSA. — Fig. 18. Paratyphus B. Auf 32 proz. Rohrzucker-Agar gezüchtet. Färbung nach GIEMSA (auf demselben Deckgläschen wie das in Fig. 17 abgebildete Präparat).



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Bezssonof N.

Artikel/Article: [Über die Züchtung von Pilzen auf hochkonzentrierten rohrzuckerhaltigen Nährböden und über die Chondriomfrage. 136-148](#)